

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Обращение с
радиоактивными отходами,
образующимися в результате
использования
радиоактивных материалов в
медицине, сельском
хозяйстве, исследованиях и
образовании

Руководство по безопасности
№ WS-G-2.7



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в **Серии норм МАГАТЭ по безопасности**. Эта серия охватывает вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозок, безопасности отходов, а также общей безопасности (т.е. все эти области безопасности). Категории публикаций в этой серии – это **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

Нормы безопасности обозначаются в соответствии со сферой их применения: ядерная безопасность (NS), радиационная безопасность (RS), безопасность перевозки (TS), безопасность отходов (WS) и общая безопасность (GS).

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

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

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, китайском, испанском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и отчет о положении дел с нормами безопасности, находящимися в стадии разработки. Для получения дополнительной информации просьба обращаться по адресу: P.O. Box 100, Wagramerstrasse 5, A-1400 Vienna, Austria.

Всем пользователям норм безопасности МАГАТЭ предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, что они по-прежнему отвечают потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через интернет-сайт МАГАТЭ или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу Official.Mail@iaea.org.

ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

МАГАТЭ обеспечивает применение норм и в соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии публикаций, в частности, в **Серии докладов по безопасности**. В Докладах по безопасности приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности. К другим сериям публикаций МАГАТЭ по вопросам безопасности относятся **Серия обеспечения применения норм безопасности, Серия докладов по радиологическим оценкам и Серия ИНСАГ Международной группы по ядерной безопасности**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

Публикации по вопросам безопасности выпускаются также в **Серии технических докладов - Серия ТЕСДОС МАГАТЭ, Серии учебных курсов и Серии услуг МАГАТЭ**, а также в качестве **Практических руководств по радиационной безопасности и Практических технических руководств по излучениям**. Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии МАГАТЭ по физической ядерной безопасности**.

ОБРАЩЕНИЕ С
РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ,
ОБРАЗУЮЩИМИСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В
МЕДИЦИНЕ, СЕЛЬСКОМ
ХОЗЯЙСТВЕ, ИССЛЕДОВАНИЯХ И
ОБРАЗОВАНИИ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

Серия норм по безопасности, № WS-G-2.7

ОБРАЩЕНИЕ С
РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ,
ОБРАЗУЮЩИМИСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В
МЕДИЦИНЕ, СЕЛЬСКОМ
ХОЗЯЙСТВЕ, ИССЛЕДОВАНИЯХ И
ОБРАЗОВАНИИ

Руководство по безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2006 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 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, 2006

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Январь 2006

**ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В
МЕДИЦИНЕ, СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ИССЛЕДОВАНИЯХ И**

ОБРАЗОВАНИИ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2006
STI/PUB 1217
ISBN 92-0-400806-7
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.

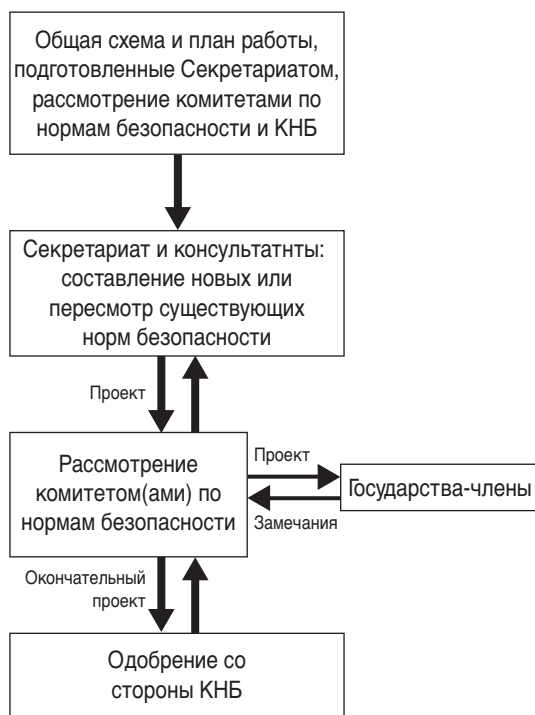
Нормы безопасности МАГАТЭ необходимо дополнять промышленными стандартами, и для достижения их полной эффективности они должны применяться в рамках соответствующих национальных регулирующих инфраструктур. МАГАТЭ выпускает широкий круг технических публикаций для помощи государствам в разработке этих государственных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

Одобрённые 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 Объединённых Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединённых 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 Объединённой 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, включённые 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 (1.1–1.7).....	1
	Цель (1.8).....	3
	Область применения (1.9–1.19).....	3
	Структура (1.20).....	5
2.	ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ...	6
	Общие положения (2.1).....	6
	Ограничение доз (2.2).....	7
	Оптимизация защиты и безопасности (2.3–2.4).....	7
	Граничные дозы (2.5).....	8
	Контроль сбросов и освобождение от контроля (2.6–2.14).....	8
	Освобождение от регулирующего контроля сооружений и площадок (2.15).....	11
3.	РОЛИ И ОБЯЗАННОСТИ.....	11
	Общие положения (3.1–3.7).....	11
	Обязанности регулирующего органа (3.8–3.10).....	13
	Обязанности пользователей, у которых образуются радиоактивные отходы, и операторов, занимающихся обращением с отходами (3.11–3.19).....	16
4.	ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ БЕЗОПАСНОСТИ. ...	19
	Стратегия обращения с радиоактивными отходами (4.1–4.11).....	19
	Установка, на которых образуются радиоактивные отходы, и установки по обращению с радиоактивными отходами (4.12–4.25).....	22
	Оценка безопасности и оценка воздействия на окружающую среду (4.26–4.31).....	25
5.	ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ.....	27
	Общие положения (5.1).....	27

Обработка отходов (5.2–5.29)	27
Манипулирование на площадке (5.30–5.32)	36
Хранение радиоактивных отходов (5.33–5.44)	37
Установки по обращению с отходами перед их захоронением (5.45–5.53)	41
Перевозка отходов за пределами площадки (5.54–5.58).	45
Специфические аспекты (5.59–5.68).	46
 6. ПРИНЯТИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА УСТАНОВКАХ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ (6.1–6.4).	49
 7. ВЕДЕНИЕ УЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ОТЧЕТНОСТЬ (7.1–7.6).	50
 8. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (8.1–8.5).	52
 ДОПОЛНЕНИЕ I: ТИПИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ИССЛЕДОВАНИЯХ И ОБРАЗОВАНИИ, И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ	55
 ДОПОЛНЕНИЕ II: ПЛАН АНАЛИЗА НЕДОСТАТКОВ ДЛЯ ОЦЕНОК БЕЗОПАСНОСТИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	68
 ДОПОЛНЕНИЕ III: БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ	69
 ДОПОЛНЕНИЕ IV: БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ	70
 ДОПОЛНЕНИЕ V: БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ИЗЪЯТЫМИ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ИЗЛУЧЕНИЯ	71

ДОПОЛНЕНИЕ VI: ИЗЪЯТЫЕ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ И ОТРАБОТАВШИЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ	72
ДОПОЛНЕНИЕ VII: СТРАТЕГИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ НАХОЖДЕНИЯ ОТРАБОТАВШИХ И/ИЛИ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ	77
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	78
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	80
ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ	81

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы образуются при осуществлении разнообразной деятельности, связанной с использованием радиоактивных материалов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях и для целей образования. Объемы и активности отходов, образовавшихся в результате осуществления такой деятельности, зачастую ограничены; однако с этими отходами следует обращаться как с радиоактивными.

1.2. Хотя принципы [1] и требования безопасности [2] при обращении с любыми количествами радиоактивных отходов одинаковы, в организациях, осуществляющих деятельность, приводящую к образованию лишь небольших количеств отходов, ряд вопросов необходимо рассматривать особым образом. Это в частности относится к отработавшим и изъятым из употребления закрытым радиоактивным источникам¹. Для видов деятельности, связанных с образованием небольших количеств радиоактивных отходов и обращением с ними, типы соответствующих установок и меры по обращению с отходами оказываются существенно различными. Кроме того, виды радиоактивных отходов различаются от установки к установке. Поэтому вопросы безопасного обращения с небольшими количествами радиоактивных отходов следует рассматривать особо.

1.3. Радиоактивные отходы, образующиеся при осуществлении различных рассматриваемых видов деятельности, также существенно различаются по характеру. Они могут представлять собой дискретные закрытые или открытые источники излучения или технологические материалы или расходные материалы. Отходы возникают в результате осуществления многих видов деятельности, включая: диагностические, терапевтические и исследовательские применения в медицине; управление технологическими процессами и измерения в промышленности; и многочисленные виды использования радиоактивных материалов в сельском хозяйстве, геологической разведке, строительстве и других областях. Рассматриваемые радиоактивные отходы

¹ В некоторых государствах отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники не рассматриваются в качестве отходов, однако безопасное обращение с такими источниками достигается путем соблюдения требований в отношении радиоактивных отходов, и как таковые они включены в настоящее руководство по безопасности.

могут быть твердыми, жидкими или газообразными. Твердые отходы могут представлять собой: отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники; загрязненное оборудование, изделия из стекла, перчатки и бумагу; и туши и выделения животных и другие биологические отходы. К жидким отходам могут относиться: водные и органические растворы, образующиеся в результате осуществления исследований и производственных процессов; продукты жизнедеятельности; жидкости, остающиеся после дезактивации лабораторного оборудования или установок; и технологические жидкости систем измерения активности (таких, как системы, использующие жидкие сцинтилляционные счетчики). Газообразные отходы образуются на ряде установок в процессе производства и мечения радиоактивными изотопами химических соединений и организмов и при переработке твердых и жидких отходов. Более широкий общий обзор отходов, образующихся в этой области применений, представлен в Дополнении I.

1.4. Поскольку приходится сталкиваться с разнообразными диапазонами видов отходов и учитывая возможность изменения процессов образования отходов и обращения с ними, особое внимание следует уделять вопросам безопасности, которые могут возникать при обращении с ними и при регулирующем контроле. Следует обеспечивать, чтобы в режимах обращения и регулирующего контроля эти факторы учитывались и принимались во внимание.

1.5. На установках, где образуются лишь небольшие количества отходов, персонал может обладать лишь ограниченными знаниями вопросов безопасности, касающихся обращения с радиоактивными отходами. Вследствие этой ограниченности знаний и/или ввиду того, что эксплуатирующей организацией не уделяется должного внимания соответствующим вопросам, навыки культуры безопасности у персонала могут в недостаточной степени быть сосредоточены на обращении с радиоактивными отходами.

1.6. Образцовая эксплуатационная практика может обеспечивать значительное уменьшение количеств образующихся радиоактивных отходов, но, вообще говоря, полностью исключить образование таких отходов невозможно. Отходы, если не обеспечивается надлежащее обращение с ними, могут содержать количества радионуклидов, достаточные для возникновения потенциальных серьезных рисков для здоровья человека и окружающей среды. Как показал опыт, это в частности относится к отработавшим или изъятым из употребления закрытым источникам излучения. Неудовлетворительная практика использования таких источников в прошлом приводила к радиационному облучению как эксплуатационного персонала, так и лиц из населения, а иногда – к обширному

загрязнению окружающей среды. Имели место случаи, когда отсутствие контроля над такими источниками приводило к значительным экономическим убыткам, серьезным последствиям для здоровья людей вследствие радиационного облучения и даже к смерти [35].

1.7. В настоящем руководстве по безопасности приводятся рекомендации и руководящие материалы относительно выполнения требований безопасности, установленных в [2]. В нем рассмотрены роли и обязанности различных органов, занимающихся обращением с радиоактивными отходами перед их захоронением и манипулированием с радиоактивными материалами и их обработкой. В надлежащих случаях могут также применяться и другие нормы безопасности МАГАТЭ, в частности, руководство по безопасности «Обращение с радиоактивными отходами низкого и среднего уровня активности перед их захоронением» [6].

ЦЕЛЬ

1.8. Цель настоящего руководства по безопасности состоит в том, чтобы предоставить рекомендации и руководящие материалы по достижению целей и соблюдению принципов и требований, установленных в [1, 2] в отношении безопасности обращения с радиоактивными отходами для отходов, образующихся при использовании радиоактивных материалов в медицине, промышленности, исследованиях, сельском хозяйстве и образовании. Оно предназначено для организаций, где образуются радиоактивные отходы или осуществляется обращение с ними или где обращение с такими отходами осуществляется на централизованной основе, а также для регулирующих органов, ответственных за регулирование такой деятельности.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.9. Настоящее руководство по безопасности применимо ко всем видам деятельности, включающим радиоактивные отходы, в том числе отработавшие и изъятые из употребления закрытые источники, и связанным с использованием радиоактивных материалов в медицине, промышленности, исследованиях, сельском хозяйстве и образовании. В руководстве по безопасности рассматриваются отходы, образующиеся на установках от малых до средних масштабов, таких, как имеющиеся в отделениях ядерной медицины в лечебных учреждениях и исследовательских центрах, где отходы обычно не образуются в больших количествах. К ним относятся отходы, образующиеся при

использовании радиоактивных материалов, и отходы, образующиеся в организациях, выполняющих работы по снятию с эксплуатации на таких установках. В данном руководстве по безопасности рассмотрены управленческие, административные и технические меры, связанные с безопасным манипулированием и обращением с радиоактивными отходами, от их образования до приемки на установке для захоронения или в хранилище в ожидании появления подходящего варианта захоронения или освобождения от дальнейшего регулирующего контроля с использованием механизма освобождения от контроля. В него конкретно не включены подробные мероприятия по захоронению отходов. Требования к захоронению радиоактивных отходов на установках для приповерхностного захоронения приведены в [7].

1.10. Вопросам обращения с отработавшими и изъятыми из употребления закрытыми источниками уделяется в настоящем руководстве по безопасности особое внимание ввиду возможности возникновения аварий, имеющих серьезные последствия.

1.11. В настоящем руководстве по безопасности рассматривается безопасное обращение с радиоактивными отходами, образующимися на различных установках, связанных с медицинскими, промышленными и исследовательскими применениями, и на централизованных национальных и/или региональных установках, где сбор и обращение с радиоактивными отходами могут осуществляться в интересах ряда производителей отходов.

1.12. Настоящее руководство по безопасности применимо к обращению с ограниченными количествами отходов, содержащих природные радионуклиды и образующихся в результате промышленной и исследовательской деятельности (такой, как использование урана в университетских лабораториях или покрытие светящимся составом на основе радия). Рекомендации и руководящие материалы по обращению с большими количествами радиоактивных отходов, образующихся при добыче и обработке руд, приведены в [8].

1.13. Приводятся руководящие материалы по хранению небольших количеств радиоактивных отходов на различных стадиях обращения с ними. Дополнительные подробные сведения должны содержаться в руководстве по безопасности, посвященном безопасному хранению радиоактивных отходов.

1.14. В настоящем руководстве по безопасности приводятся руководящие материалы по перемещению радиоактивных отходов из места нахождения производителя отходов на централизованную установку по обращению с радиоактивными отходами. Требования в отношении перевозки радиоактивных

отходов установлены в [9], а соответствующие рекомендации и справочный материал содержатся в [10].

1.15. В настоящем руководстве по безопасности упоминается об освобождении от регулирующего контроля радиоактивных материалов и о контроле сбросов эфлюентов в окружающую среду. Дополнительные подробные сведения относительно таких сбросов приведены в [11].

1.16. В тех случаях, когда при снятии с эксплуатации образуются лишь небольшие количества отходов, актуальны руководящие материалы, содержащиеся в настоящем руководстве по безопасности. Рекомендации по обращению с отходами, возникающими при снятии с эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских установок, приведены в [12].

1.17. В настоящем руководстве по безопасности содержатся руководящие материалы по оценке безопасности в связи с обращением с радиоактивными отходами, на которые распространяется область его применения.

1.18. С радиоактивными отходами часто связывают опасности нерadiологического характера, связанные с присутствием других опасных материалов, таких, как патогены или тяжелые металлы. Здесь приводятся некоторые руководящие материалы по аспектам, требующим рассмотрения в связи с этими опасностями, в тех случаях, когда они связаны с радиационной безопасностью. В некоторых случаях эти опасности определяют выбор имеющихся вариантов обращения с отходами. Рекомендации в отношении нерadiологических опасностей выходят за рамки области применения настоящего руководства по безопасности.

1.19. Такие потребительские товары, как используемые в жилищах детекторы дыма, которые освобождены от требований Основных норм безопасности (ОНБ) [13], выходят за рамки области применения настоящего руководства по безопасности. Если такие товары собраны для переработки и захоронения в качестве радиоактивных отходов, то применимы изложенные здесь рекомендации и руководящие материалы.

СТРУКТУРА

1.20. В разделе 2 рассматриваются вопросы защиты здоровья человека и окружающей среды при обращении с отходами. В разделе 3 изложены роли и обязанности регулирующего органа, пользователей радиоактивного материала,

у которых образуются радиоактивные отходы (пользователей), и операторов установок по обращению с отходами (операторов). В разделе 4 рассмотрены общие соображения безопасности. В разделе 5 кратко изложены особые средства безопасности при проектировании и эксплуатации. В разделе 6 рассмотрены аспекты захоронения отходов. Разделы 7 и 8 посвящены системам учета, отчетности и управления. В Дополнении I приведено общее описание отходов, образующихся при производстве и использовании закрытых и открытых источников и содержится перечень основных радионуклидов, используемых в этой деятельности. В тех случаях, когда в связи с производством источников излучения образуются более значительные количества радиоактивных отходов, применяется документ [6]. В Дополнении II представлен подход к оценке безопасности в виде плана анализа недостатков. Дополнения III, IV и V представляют собой типичные блок-схемы операций по обращению с твердыми радиоактивными отходами, биологическими радиоактивными отходами и отработавшими и изъятыми из употребления закрытыми источниками, соответственно. В Дополнении VI приведены типичные примеры отработавших и изъятых из употребления закрытых источников и методов обращения с ними. В Дополнении VII представлена стратегия идентификации и определения местонахождения отработавших и изъятых из употребления закрытых источников.

2. ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Изложенные в разделе 2 документа [2] требования безопасности в отношении защиты здоровья человека и окружающей среды применимы к обращению с радиоактивными отходами, образующимися в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании и других маломасштабных видах использования. Обращение с радиоактивными отходами необходимо осуществлять таким образом, чтобы обеспечивалась защита здоровья человека и окружающей среды как в настоящем, так и в будущем, и без наложения чрезмерного бремени на будущие поколения [1, 2]. Необходимо, чтобы радиационное облучение работников, занимающихся обращением с радиоактивными отходами, соответствовало при нормальной эксплуатации системе ограничения доз, изложенной в ОНБ [13], и требуется обеспечивать контроль риска аварийного облучения работников. Требуется

осуществлять контроль над изъятием радиоактивного материала из контролируемой среды, над сбросами эфлюентов, содержащих радионуклиды, над деятельностью, которая может приводить к возникновению аварийных выбросов, и над перевозкой радиоактивных отходов в общественной сфере с целью обеспечения соблюдения требований системы ограничения и оптимизации доз излучения в отношении лиц из населения.

ОГРАНИЧЕНИЕ ДОЗ

2.2. Нормальное облучение отдельных лиц, как работников, так и лиц из населения требуется ограничивать таким образом, чтобы ни суммарная эффективная доза, ни суммарная эквивалентная доза, получаемые соответствующими органами или тканями в результате возможного сочетания облучений от разрешенной практической деятельности, включая обращение с отходами, рассматриваемое в настоящем руководстве по безопасности, не превышали любого из соответствующих пределов дозы, указанных в таблице II ОНБ [13].

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ И БЕЗОПАСНОСТИ

2.3. В отношении любого источника в рамках какой-либо практической деятельности требуется оптимизация защиты и безопасности таким образом, чтобы уровень индивидуальных доз, число людей, подвергающихся облучению, и вероятность облучения были оптимизированы с учетом экономических и социальных факторов, при том ограничении, что дозы, получаемые отдельными лицами от этого источника, обусловлены граничными дозами ([13], пункты 2.24–2.26). В частности, следует оптимизировать выбор конкретных вариантов обращения с отходами (в том числе переработку, минимизацию отходов, упаковку и кондиционирование) с учетом любого дополнительного облучения работников [6].

2.4. Процесс оптимизации защиты и безопасности может варьироваться в диапазоне от интуитивного качественного анализа до количественного анализа с использованием методов содействия принятию решений, но требуется, чтобы в этом процессе согласованно учитывались все соответствующие факторы таким образом, чтобы способствовать достижению следующих целей:

- (а) определять оптимальные в существующих обстоятельствах меры защиты и безопасности с учетом имеющихся вариантов обеспечения защиты и безопасности, а также характера, величины и вероятности облучения; и

- (b) на основе результатов такой оптимизации устанавливать критерии для ограничения величины облучения и его вероятности с помощью мер, направленных на предотвращение аварий и смягчение их последствий” ([13], пункт 2.25).

ГРАНИЧНЫЕ ДОЗЫ

2.5. Оптимизацию защиты и безопасности для любого конкретного источника или установки, рассматриваемых в настоящем руководстве по безопасности, следует выполнять систематически в отношении всей практической деятельности, а не просто в пределах какого-либо отдельного вида деятельности, и следует обеспечивать, чтобы она охватывала все виды деятельности, связанные с радиоактивными материалами, включая обращение с отходами. Следует продемонстрировать, что индивидуальные дозы будут оставаться ниже установленных граничных доз, для которых следует обеспечивать, чтобы они были утверждены регулирующим органом. При установлении граничных доз регулирующему органу следует принимать во внимание, что:

- (a) требуется оптимизация радиационной защиты любых лиц, подвергающихся облучению в результате деятельности по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением, при условии соблюдения граничных доз, а дозы, получаемые отдельными лицами от всех источников и видов деятельности, требуется сохранять в рамках указанных дозовых пределов ([6], пункт 2.2; [13], Раздел 2);
- (b) такие граничные дозы следует устанавливать с целью обеспечения того, чтобы накопленные дозы в результате радиоактивных выбросов от всей такой деятельности не превышали соответствующего предела эффективной дозы для доз, получаемых любым членом критической группы. Следует также принимать во внимание людей, находящихся на удалении от источника, и будущие поколения.

КОНТРОЛЬ СБРОСОВ И ОСВОБОЖДЕНИЕ ОТ КОНТРОЛЯ

Контроль сбросов радиоактивных эфлюентов в окружающую среду

2.6. Хотя для обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами требуется оптимизация выбросов, образующихся в ходе различных

процессов обращения с отходами, сбросы эфлюентов в окружающую среду в разрешенных пределах возможны в качестве законной практики [1].

2.7. В публикации категории основ безопасности “Принципы обращения с радиоактивными отходами” ([1], пункт 308) указывается:

“Предпочтительным подходом к обращению с радиоактивными отходами является концентрация и удержание радионуклидов, а не разбавление и рассеяние в окружающей среде. Однако как часть обращения с радиоактивными отходами, радиоактивные вещества могут в санкционированных пределах, как законный вид практики, выбрасываться в воздух, в воду и почву, а также выводиться посредством повторного использования материалов.”

Наиболее разумным вариантом может быть контролируемый сброс в окружающую среду эфлюентов, содержащих небольшие количества радиоактивного материала. В соответствии с руководящими материалами, приведенными в [11], регулирующему органу следует устанавливать ограничения для сбросов в окружающую среду таких эфлюентов.

2.8. В документе [11] содержатся рекомендации и руководящие материалы для регулирующего органа при установлении таких ограничений. Ограничения сбросов следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивалось непревышение индивидуальными дозами граничных доз, установленных регулирующим органом для соответствующей практической деятельности. Налагаемые ограничения следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивалось, что годовая доза, получаемая любым лицом из населения от любой одиночной установки, не превышает 300 мЗв в год. Если существует возможность того, что в одном том же районе действуют несколько пользователей радиоактивного материала или установок по обращению с отходами, то регулирующему органу, вероятно, придется рассмотреть меры по ужесточению ограничений на сбросы, с тем чтобы исключить возможность того, что суммарная доза, получаемая каким-либо лицом от нескольких источников, превысила соответствующий дозовый предел. Посредством радиологической оценки следует подтвердить, что предлагаемые сбросы не приведут к дозам для населения, превышающим эти уровни.

2.9. Для каждого отдельного случая могут быть установлены конкретные регулирующие ограничения на сбросы. В альтернативном варианте регулирующие ограничения на сбросы могут быть установлены на общей основе путем принятия консервативных допущений при моделировании.

Общие оценки могут приводить к завышению оценочных данных по радиологическим последствиям в индивидуальных ситуациях, однако они более просты для истолкования и выполнения пользователями и операторами и их легче выполнять. Регулирующий орган может оказывать пользователям и операторам помощь в проведении их собственных оценок. Однако для этого необходим гораздо более высокий уровень технической поддержки со стороны регулирующего органа, что во многих ситуациях не может быть гарантировано.

2.10. Пользователям и операторам следует продемонстрировать соблюдение регламентирующих требований для ограничений на сбросы посредством мониторинга выбросов и мониторинга в окружающей среде [11] или посредством расчетов. Процедуры и методы измерений для такого мониторинга или расчетов следует сделать подлежащими утверждению регулирующим органом. Регистрационные записи результатов такого мониторинга и расчетов следует сохранять.

Освобождение от контроля

2.11. Требования ОНБ гласят:

“Источники, включая вещества, материалы и предметы [включая отходы] в рамках практической деятельности, в отношении которой направлено уведомление, или разрешенной практической деятельности могут быть освобождены от дальнейшего действия требований [Основных] норм [безопасности], если они соответствуют уровням освобождения от контроля, утвержденным [регулирующим органом]. Такие уровни освобождения от контроля учитывают критерии изъятия, указанные в Приложении I [пункт I-3: эффективные дозы порядка 10 мЗв или менее в год; и либо не более чем ожидаемая коллективная эффективная доза 1 человеко-зиверт за год практической деятельности, либо оценка, которая показывает, 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 [регулирующим органом] не утверждено иное” ([13], пункт 2.19).

2.12. Пользователю или оператору следует иметь официально установленный механизм, позволяющий продемонстрировать соблюдение регламентирующих требований к освобождению от контроля (удалению материала из регулируемых областей). Кроме того, следует обеспечивать соблюдение других требований относительно освобождения из-под регулирующего контроля в

связи с любыми другими опасными аспектами отходов (например, инфекционными или токсическими свойствами).

2.13. Следует удалять любую радиационную маркировку с любого материала, к которому более не применяются меры регулирующего контроля. Подобным же образом следует удалять радиационную маркировку с контейнеров, содержащих материал, к которому более не применяются меры регулирующего контроля, и удалять или закрывать маркировку на контейнерах, из которых был удален материал, подпадающий под регулирующий контроль, или на пустых, чистых контейнерах, обычно используемых для переноски или хранения радиоактивного материала.

2.14. Информацию о материале, с которого был снят регулирующий контроль, следует регистрироваться и сохранять для изучения при необходимости регулирующим органом,.

ОСВОБОЖДЕНИЕ ОТ РЕГУЛИРУЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СООРУЖЕНИЙ И ПЛОЩАДОК

2.15. 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. Следует провести дезактивацию установок и площадок до уровней, требуемых регулирующим органом. Рекомендации и руководящие материалы содержатся в [12].

3. РОЛИ И ОБЯЗАННОСТИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Требуется, чтобы обращение со всеми радиоактивными отходами осуществлялось в рамках надлежащей национальной юридической инфраструктуры, обеспечивающей четкое распределение обязанностей [1] и эффективный регулирующий контроль за соответствующими установками и деятельностью ([14]; [2], пункты 3.53.9). Следует также обеспечивать, чтобы национальная юридическая инфраструктура способствовала соблюдению

других национальных и международных законов. Хотя законы обычно общеприменимы, в национальные юридические системы могут входить предназначенные для конкретных установок или относящиеся к специфическим условиям площадки регулирующие положения по обращению с отходами, образующимися в результате определенных видов деятельности. Требования относительно обязанностей по созданию такой инфраструктуры и обязанности регулирующего органа по обеспечению безопасности обращения с отходами изложены в [2, 14].

3.2. Национальную стратегию обращения с радиоактивными отходами следует разрабатывать в соответствии с целями и принципами безопасности [1]. Стратегия необходима для того, чтобы определить инфраструктуру и средства, принимаемые для обращения с радиоактивными отходами. Основным элементом стратегии является степень развития национальных или региональных установок по обращению с отходами, а не обращение с отходами в ряде мест нахождения, где они образуются. Использование специализированных национальных или региональных установок по обращению с отходами может приносить значительные выгоды в смысле безопасности. Однако решение следует принимать с учетом, в частности, количеств и видов образующихся отходов, а также имеющихся экспертных ресурсов и их распределения в данном регионе или государстве. При выборе площадки для национальной или региональной установки или установок по обращению с радиоактивными отходами может оказаться целесообразным воспользоваться установками, на которых осуществляется обращение с более значительными количествами радиоактивных отходов, такими как национальные лаборатории, располагающие необходимыми специальными знаниями.

3.3. Во многих ситуациях, рассматриваемых в настоящем руководстве по безопасности, используется стратегия, предусматривающая сочетание обращения на площадке и совокупного обращения с отходами на региональных или национальных установках. При этом обращение с отходами, содержащими короткоживущие радионуклиды, может осуществляться локально на площадке, где они образуются, а обращение с отходами, содержащими долгоживущие радионуклиды, может происходить на национальной и/или региональной установке.

3.4. Поэтому обращение с отходами может включать операции, выполняемые исключительно на площадке, где эти отходы образуются, или включать передачу радиоактивных отходов на некоторую определенную установку по обращению с отходами. Такая установка, в частности, установка по обращению

с изъятыми из употребления или отработавшими закрытыми источниками может находиться в другом государстве.

3.5. Следует обеспечивать, чтобы одной из целей обращения с радиоактивными отходами являлось сведение к минимуму образования отходов и получение отходов в форме, которая соответствует требованиям к последующему обращению, обработке, перевозке и хранению, или которая выполняет требования приемлемости для захоронения. Выбранный вариант обращения может также приводить к отходам или материалу, которые пригодны для возвращения изготовителю или поставщику радиоактивного материала с целью повторного использования или сброса в виде жидкости или газа в окружающую среду с разрешения регулирующего органа [11] или с целью освобождения от регулирующего контроля на индивидуальной основе.

3.6. Обращение с отходами перед захоронением может включать передачу радиоактивных отходов от одного оператора к другому или обработку отходов в другом государстве. Следует предусматривать, чтобы установленная юридическая инфраструктура [14] включала положения, гарантирующие четкое распределение обязанностей по обеспечению безопасности в течение всего процесса обращения с отходами перед захоронением, включая любую передачу между операторами. Следует также рассмотреть снятие с эксплуатации любой установки, на которой происходит обращение с отходами. Эту преемственность ответственности за обеспечение безопасности следует обеспечивать посредством соответствующих разрешений регулирующего органа (например, посредством лицензии или последовательности лицензий, в соответствии с национальной юридической инфраструктурой и соглашениями между государствами, участвующими в трансграничном перемещении отходов).

3.7. С целью обеспечения эффективного и строгого регулирующего контроля над различными стадиями обращения с отходами и над участвующими организациями следует четко определять и, насколько это возможно, функционально разграничивать обязанности в областях регулирования и эксплуатации в связи с обращением с радиоактивными отходами.

ОБЯЗАННОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

3.8. Общая роль регулирующего органа в отношении безопасности обращения с радиоактивными отходами заключается в установлении норм безопасности и обеспечении соблюдения этих норм. Требования по безопасности отходов, изложенные в [14], могут быть выполнены различным образом.

Регулирующему органу целесообразно выпустить национальные руководящие материалы о порядке их выполнения. Конкретными обязанностями, возлагаемыми на регулирующий орган в связи с обращением с отходами, являются:

- (a) рассмотрение и оценка поступающих от пользователей и операторов заявок на выдачу разрешений на осуществление деятельности по обращению с отходами и установление условий выдачи разрешений;
- (b) выдача, внесение изменений, приостановление действия или отзыв разрешений;
- (c) осуществление деятельности по обеспечению соблюдения требований, включая инспекции установок, на которых образуются отходы и производится обращение с ними;
- (d) обеспечение принятия корректирующих мер в случае обнаружения небезопасных или потенциально небезопасных условий;
- (e) принятие необходимых мер по применению санкций в случае нарушения регулирующих требований.

3.9. Дальнейшие возлагаемые на регулирующий орган конкретные обязанности [2, 14] включают:

- (a) разработку и обновление регулирующих положений, принципов безопасности и требований в области обращения с отходами;
- (b) предоставление консультаций по разработке, толкованию и применению законодательства;
- (c) обеспечение того, чтобы никакая деятельность, приводящая к образованию радиоактивных отходов, не начиналась без принятия мер по надлежащему обращению с отходами и чтобы имелись в наличии достаточные и отвечающие требованиям производственные мощности по хранению;
- (d) обеспечение того, чтобы была создана соответствующая схема классификации отходов с должным учетом национальных и международных норм безопасности;
- (e) обеспечение того, чтобы были установлены нормы и критерии, касающиеся безопасности установок, процессов и операций по обращению с радиоактивными отходами, включая манипулирование, обработку, перевозку, хранение и захоронение; следует обеспечить, чтобы в них были рассмотрены вопросы принятия упаковок с отходами для захоронения на существующих и запланированных установках;
- (f) обеспечение того, чтобы для соответствующих сторон, которые производят радиоактивные отходы или осуществляют обращение с ними, были определены обязанности по подготовке и сохранению надлежащих

документов и регистрационных записей, охватывающих все стадии обращения с отходами, чтобы надлежащим велась учетная документация и чтобы регистрационные записи сохранялись в течение соответствующего периода времени;

- (g) установление норм безопасности для снятия с эксплуатации установок, включая условия в отношении конечных стадий снятия с эксплуатации;
- (h) установление норм для удаления материала из установок или деятельности, охваченных регулирующим контролем, и предоставление руководящих материалов по санкционированным сбросам жидкостей и газов, содержащих радионуклиды, и получение соответствующих регулирующих разрешений;
- (i) обеспечение того, чтобы его собственный персонал и персонал пользователей и операторов обладали специальными знаниями и компетентностью, необходимыми для надлежащего выполнения их функций и, при необходимости, обеспечение надлежащей подготовки.

3.10. Регулирующему органу следует требовать от пользователя или оператора предоставления документации по безопасности в поддержку заявки на получение лицензии или другого вида разрешения на обращение с радиоактивными отходами. В документацию по безопасности следует включать отчет по оценке безопасности, соответствующий сложности установки и содержащий в связи с обращением с отходами следующие подробные сведения:

- (a) химические, физические и радиологические свойства образующихся отходов;
- (b) описание предлагаемой деятельности по обращению с радиоактивными отходами применительно к образованию отходов (ожидаемые количества отходов, минимизация отходов и контроль), обработке отходов (предварительная обработка, переработка, кондиционирование, хранение и перевозка) и описание установок и их комплектующих систем;
- (c) оценку безопасности установок и тем самым демонстрацию взаимного соответствия установки и соответствующих мер контроля над отходами;
- (d) меры по обеспечению хранения;
- (e) меры по освобождению от регулирующего контроля материала, деятельности и установок, если это разрешено в соответствии с национальными регулирующими положениями;
- (f) меры в отношении отходов, подлежащих удалению с площадки для хранения, переработки или захоронения на некоторой другой площадке;
- (g) предложения относительно сбросов (места и метод сбросов и соответствующие меры контроля);

- (h) программы мониторинга сбросов и окружающей среды и предложения в связи с оценкой безопасности;
- (i) планы и процедуры снятия с эксплуатации;
- (j) меры по обеспечению компетентности персонала и подготовки кадров;
- (k) план чрезвычайных мероприятий в случае аварии, связанной с радиоактивными отходами.

ОБЯЗАННОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, У КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТСЯ РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ, И ОПЕРАТОРОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ

3.11. Операторы установок, на которых производится манипулирование с радиоактивными материалами и на которых они используются или обрабатываются, несут основную ответственность за безопасное обращение с любыми соответствующими радиоактивными отходами. К таким операциям следует относить и захоронение, но в случаях, когда не имеется установок по захоронению, следует также рассматривать безопасное долгосрочное хранение. В следующих ниже пунктах приводятся рекомендации по выполнению требований, изложенных в [2, 14], а дополнительные подробные сведения может предоставлять регулирующий орган.

3.12. Требуется, чтобы до начала строительства или значительной модификации любой установки по обращению с отходами или до начала любой деятельности, в ходе которой могут образовываться радиоактивные отходы, ответственный оператор представил регулирующему органу заявку, содержащую информацию, изложенную в пункте 3.10 ([14], Раздел 5). В представляемых данных следует указать подлежащие выполнению стадии обращения с отходами, включая меры по обеспечению хранения и захоронения, следует подробно изложить предлагаемую практическую деятельность по проектированию и эксплуатации и дать разъяснение относительно того, каким образом будут выполняться требования безопасности (см. пункт 3.11 документа [6]).

3.13. Перед началом операций с радиоактивным материалом оператору следует провести требуемые регулирующим органом пусковые испытания, с тем чтобы продемонстрировать соблюдение проектных требований и требований безопасности.

3.14. Оператор может осуществлять обращение с отходами, их обработку, хранение и/или захоронение разрешенным образом, используя свои собственные

установки, или может передавать отходы оператору имеющей разрешение установки по обращению с радиоактивными отходами. При этом оператору следует обеспечивать, чтобы радиоактивные отходы передавались только в соответствии с критериями приемлемости отходов, установленными оператором установки по обращению с отходами, и чтобы грузы отходов сопровождалась необходимой информацией об инвентарном количестве отходов. Оператору следует обеспечивать, чтобы перевозка отходов осуществлялась в соответствии с Правилами безопасной перевозки радиоактивных материалов МАГАТЭ [9, 10] (Правилами перевозки). Операторам следует нести ответственность за безопасность всей деятельности по обращению даже в тех случаях, когда работа выполняется по контракту для третьей стороны, или до тех пор, пока ответственность в связи с отходами не будет возложена на оператора другой имеющей разрешение установки по обращению с отходами. Оператору следует также нести полную ответственность за обеспечение того, чтобы упаковки с отходами соответствовали требованиям приемлемости для любого долгосрочного хранения или захоронения или требованиям, утвержденным или установленным регулирующим органом.

3.15. На начальной стадии планирования операций оператору следует подготовить общие планы деятельности по снятию с эксплуатации.

3.16. Оператору следует вести учет всех образующихся и хранящихся отходов и всех отходов, захороненных или переданных под ответственность другого оператора. Регулирующему органу следует определить период времени, в течение которого требуется сохранять регистрационные записи.

3.17. В рамках выполнения своих общих обязанностей по обращению с радиоактивными отходами пользователям и операторам следует обеспечивать наличие достаточных ресурсов, в том числе кадровых и финансовых ресурсов, в течение всего срока службы установки.

3.18. В обязанности оператора следует включать:

- (a) обеспечение того, чтобы образование радиоактивных отходов сохранялось на минимальном практически достижимом уровне;
- (b) создание и осуществление надлежащей программы по обращению с отходами с соответствующей системой управления, обеспечивающей соблюдение условий выдачи разрешений;
- (c) обеспечение обращения с радиоактивными отходами посредством надлежащей организации сбора, сортировки, определения характеристик, классификации, переработки, кондиционирования, хранения и

захоронения отходов, включая своевременную передачу отходов с одной стадии обращения на другую;

- (d) обеспечение наличия оборудования и средств для безопасного выполнения деятельности по обращению с радиоактивными отходами;
- (e) обеспечение надлежащей подготовки соответствующего персонала и наличия эксплуатационных процедур, позволяющих ему безопасно выполнять свои обязанности;
- (f) поддержание информированности о практической деятельности в области обращения с отходами и обеспечение учета соответствующего опыта эксплуатации;
- (g) проведение оценки безопасности, соответствующей сложности установки и ее потенциальному воздействию на здоровье людей и окружающую среду;
- (h) организация и ведение учета информации об образовании, обработке, хранении и захоронении радиоактивных отходов, включая ведение обновляемого инвентарного перечня хранящихся радиоактивных отходов;
- (i) обеспечение мониторинга, регистрации и предоставления регулирующему органу достаточно детальной и точной отчетности о сбросах, позволяющей продемонстрировать соблюдение требований любого разрешения на сбросы;
- (j) незамедлительное информирование регулирующего органа о любых сбросах или выбросах, превышающих разрешенные уровни;
- (k) предоставление регулирующему органу с такой периодичностью, в такой форме и с такой детализацией, как может потребовать регулирующий орган, сведений об инвентарном количестве имеющихся радиоактивных отходов, о произведенных сбросах и о радиоактивном материале, удаленном из охваченных регулированием установок и деятельности;
- (l) оценка взаимного соответствия установок и мер по контролю отходов с целью обеспечения их отказоустойчивости;
- (m) разработка планов чрезвычайных мер и аварийных процедур;
- (n) уведомление регулирующего органа о событиях и авариях;
- (o) предоставление любой другой информации о радиоактивных отходах по требованию регулирующего органа.

3.19. Оператору следует назначить обладающего соответствующей квалификацией специалиста, несущего общую ответственность за повседневный контроль над обращением с радиоактивными отходами. В зависимости от масштабов и сложности эксплуатирующей организации этот специалист может также быть лицом, ответственным за радиационную защиту. Следует также возложить на назначенного специалиста конкретную обязанность консультировать административное руководство по всем вопросам,

касающимся безопасного обращения с радиоактивными отходами. Следует предусмотреть для назначенного специалиста соответствующие полномочия и ресурсы, обеспечивающие выполнение обязательств оператора, изложенных в пункте 3.18.

4. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ БЕЗОПАСНОСТИ

СТРАТЕГИЯ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Выбор предпочтительных вариантов

4.1. Обращение с радиоактивными отходами может осуществляться локально (на площадке, где они образуются), на национальной и/или региональной установке по обращению с отходами, или путем сочетания этих вариантов. Решение относительно обращения с отходами на площадке или на национальной и/или региональной установке по обращению с отходами следует принимать в качестве части национальной стратегии обращения с отходами.

4.2. То, в какой степени пользователи или операторы производят обработку отходов на площадке, будет зависеть от доступных вариантов в смысле национальной стратегии обращения с отходами, инфраструктуры оператора и имеющейся технической компетенции в области обращения с образующимися отходами. Обращение с отходами на площадке может включать полный диапазон операций, таких как минимизацию, предварительную обработку (в том числе разделение, определение характеристик, регулирование химического состава), переработку, кондиционирование и хранение отходов. Однако, как минимум, минимизацию, разделение, определение основных характеристик и связанное с этим хранение отходов следует осуществлять на площадке. Как пользователям, так и операторам следует обеспечивать, чтобы передача любых отходов на установку по захоронению или другую установку по обращению с радиоактивными отходами выполнялась в соответствии с требованиями к приемлемости отходов.

4.3. Хотя эти и последующие соображения в отношении обращения с отходами на площадке применимы к пользователям, они в равной мере

применимы в случае национальной или региональной установки по обращению с отходами.

Контроль за образованием отходов

4.4. В качестве первоочередной задачи оператору следует принимать любые доступные меры, с тем чтобы избежать образования радиоактивных отходов, например, посредством надлежащего проектирования и эксплуатации установок и путем использования, когда это возможно, относительно короткоживущих радионуклидов, активность которых за короткое время снижается до незначительных уровней. В качестве второй приоритетной задачи оператору следует рассмотреть рециклирование и повторное использование радиоактивных материалов и оборудования, с тем чтобы сократить объем радиоактивных отходов, подлежащих обращению и захоронению. Минимизация отходов является важным шагом при обращении с отходами и контроле потенциального риска. Последствия минимизации образования отходов следует оценивать в рамках оценки безопасности.

4.5. По соображениям безопасности не следует вводить в зоны радиологического контроля материал, присутствие которого в них не является необходимым, например, упаковки оборудования. Тем самым снижается возможность образования радиоактивных отходов и распространения радиоактивного загрязнения и минимизируются объемы отходов.

4.6. Еще одним существенно важным аспектом минимизации отходов является использование минимального количества радиоактивного материала, обеспечивающего достижение цели применения. Следует надлежащим образом рассмотреть варианты, позволяющие ограничить количество радиоактивного материала, используемого в любом конкретном виде деятельности.

4.7. Когда это возможно, при закупках закрытых источников следует предусматривать, чтобы условия контракта разрешали возврат источников изготовителю или заранее определенному субъекту, осуществляющему обращение с отходами после использования. Это особенно важно в случае высокоактивных источников, которые могут быть освобождены из-под регулирующего контроля только после многих лет хранения с целью обеспечения распада, или для источников, содержащих долгоживущие радионуклиды.

4.8. Если позволяют обстоятельства, то в качестве альтернативы захоронению следует рассмотреть возможность повторного использования и/или рециклирования радиоактивного материала. До начала операций следует

оценить безопасность повторного использования и/или рециклирования, и в тех случаях, когда вне рамок разрешенных работ могут возникать риски, следует получить требуемые разрешения от регулирующего органа. Рециклирование и повторное использование могут включать следующие виды деятельности:

- (a) повторное использование закрытых источников владельцем или новым владельцем с применением соответствующих юридических положений;
- (b) рециклирование закрытых источников изготовителем;
- (c) деактивация и/или повторное использование материала, такого как оборудование и защитная одежда;
- (d) рециклирование и повторное использование материала, в отношении которого выполняются определенные регулирующим органом условия освобождения материала из-под контроля.

4.9. Следует также сводить к минимуму нерадиологические опасности, создаваемые отходами. Если возможно, следует избегать смешивания радиоактивных отходов с токсичными или опасными материалами. Например, для измерения температуры предпочтительно использовать термопару, а не ртутный стеклянный термометр, с тем чтобы избежать возможного образования потока отходов, содержащих загрязненную ртуть.

Характеризация и классификация отходов

4.10. Основопологающими элементами на всех стадиях обращения с отходами от образования отходов и до их захоронения являются характеристика и классификация отходов. Характеризацию можно использовать в различных целях, например, для определения потенциальных опасностей, связанных с конкретными видами отходов, установления приемлемости отходов для хранения с целью распада или определения конкретного варианта обработки, хранения или захоронения и планирования и проектирования установок по обращению с отходами. Классификация делает возможным выбор наиболее подходящего варианта обращения с отходами и на нее зачастую оказывает значительное влияние период радиоактивного полураспада. Отходы, содержащие радионуклиды с короткими периодами радиоактивного полураспада, обращение с которыми может осуществляться посредством их безопасного хранения с целью распада до незначительных уровней активности, следует отделять в первую очередь. В данном контексте надлежащее внимание следует уделять примесям с большими радиологическими периодами полураспада, которые не всегда удастся обнаружить при первоначальной характеристике короткоживущих отходов. Руководящие материалы по классификации отходов приведены в [15]. Данные по процессам

характеризации следует регистрировать, а регистрационные записи следует сохранять в течение соответствующего периода времени.

Взаимозависимости между стадиями обращения с радиоактивными отходами

4.11. Следует учитывать взаимозависимости между различными стадиями обращения с радиоактивными отходами, поскольку метод обращения с отходами или их переработки на одной стадии может оказывать значительное влияние на последующие стадии. Если этого не сделать, может возникнуть форма отходов, не соответствующая техническим условиям для обеспечения безопасности при хранении или захоронении, и переработка в форму, соответствующую требованиям, может оказаться технически трудной и дорогостоящей или же может привести к излишнему радиационному облучению. Например, обработка радиоактивных отходов без учета последующих требований приемлемости отходов для захоронения может приводить к необходимости дополнительного кондиционирования.

УСТАНОВКИ, НА КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТСЯ РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ, И УСТАНОВКИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Система управления

4.12. Образцовое управление является необходимым условием обеспечения безопасности обращения с радиоактивными отходами и защиты здоровья человека и окружающей среды [2]. В видах деятельности, рассматриваемых в настоящем руководстве по безопасности, в которых использование радиоактивного материала и обращение с радиоактивными отходами могут не являться одним из основных видов деятельности, применению образцовой практики управления к обращению с радиоактивными отходами следует уделять особое внимание. Образцового управления и демонстрации качества в программе обращения с отходами следует добиваться путем создания и поддержания официальной системы управления. Следует предусматривать, чтобы усилия, затраченные на достижение и обеспечение безопасности отходов в рамках системы управления, соответствовали сложности выполняемой деятельности, образующимся отходам и программе обращения с отходами. В программе следует рассмотреть вопросы, касающиеся структуры управления, обязанностей и потребностей в подготовке кадров, мер контроля, стандартов качества работы и методов оценки.

4.13. Следует обеспечивать создание и применение систем управления пользователями, операторами и регулирующим органом.

4.14. К важным элементам систем управления относятся, наряду с прочими, следующие:

- (a) определение структуры и обязанностей управления;
- (b) разработка официальных рабочих процедур;
- (c) подготовка и аттестация персонала;
- (d) контроль проектирования;
- (e) закупки материалов и услуг;
- (f) контроль документации и регистрационные записи;
- (g) инспекции, испытания и техническое обслуживание;
- (h) контроль несоответствия и корректирующие меры;
- (i) оценка (эффективности системы управления внутренний и внешний аудит).

Культура безопасности

4.15. Требуется направлять усилия на обеспечение того, чтобы во всех организациях, связанных с использованием радиоактивного материала и образованием радиоактивных отходов и обращением с ними, а также с их регулирующим контролем, существовала соответствующая культура безопасности. При этом следует стремиться к достижению требуемой информированности о необходимости надлежащего обращения с радиоактивными отходами на всех уровнях в рамках различных организаций и следуют исключать самоуспокоенность в отношении любого аспекта соответствующих операций ([1]; [13], пункт 2.28; [16]).

4.16. Всем заинтересованным сторонам следует постоянно критически оценивать адекватность и эффективность программ обращения с радиоактивными отходами и всегда стремиться к усовершенствованию мер, касающихся безопасности.

Финансовые и кадровые ресурсы

4.17. Пользователям и операторам следует предусматривать предоставление достаточных финансовых и кадровых ресурсов, с тем чтобы обеспечивалось выполнение программ обращения с радиоактивными отходами безопасным образом и в соответствии с условиями выдачи разрешений.

4.18. Следует обеспечивать соответствующий уровень квалификации и опыта персонала, несущего ответственность за обращение с радиоактивными отходами, с тем чтобы он компетентно выполнял свои обязанности. Следует обеспечивать, чтобы он располагал соответствующими научными и/или техническими знаниями.

Радиационная защита

4.19. Требуется, чтобы имелась программа радиационной защиты, надлежащим образом обеспечивающая радиационную безопасность и контроль доступа к зонам, в которых производится обращение с радиоактивными отходами.

4.20. Следует обеспечивать, чтобы действовали все необходимые положения, направленные на сохранение доз облучения на уровнях ниже установленных пределов и на оптимизацию защиты и безопасности с учетом экономических и социальных факторов [13], и, в той степени, в которой это оправдано сложностью эксплуатационной деятельности, на выполнение рекомендаций соответствующих руководств по безопасности относительно радиационной защиты при эксплуатации [17–19].

4.21. Следует проводить соответствующий радиационный мониторинг зон, в которых производится обращение с отходами, и следует обеспечивать дозиметрический контроль работников, которые могут подвергнуться облучению при выполнении работ по обращению с радиоактивными отходами. Следует проводить надлежащий мониторинг материала, подлежащего удалению из контролируемых зон.

Мониторинг окружающей среды

4.22. Следует предусматривать, чтобы мониторинг окружающей среды являлся условием для выдачи разрешения [13] для любой большой установки или установок по обращению с отходами, где образуются радиоактивные отходы, но на меньших, менее сложных установках проведение мониторинга окружающей среды может не являться необходимым условием. Необходимость мониторинга следует тесно увязывать с возможностью получения населением значительных доз облучения. Однако иногда для того, чтобы снять обеспокоенность населения, может требоваться мониторинг в ограниченных масштабах.

4.23. В случае необходимости следует разработать программы мониторинга окружающей среды в соответствии с потенциальными рисками, создаваемыми установкой по обращению с отходами, и экологическими

характеристиками прилегающей местности. Следует предусмотреть, чтобы эта программа включала отбор проб окружающей среды (например, проб подземных вод, воздуха и пыли) и измерение уровней радиации и загрязнения. Если рекомендован мониторинг окружающей среды, то следует провести предэксплуатационный мониторинг, с тем чтобы установить локальный фоновый уровень излучения и концентрации радионуклидов в экологических материалах, которые могут варьироваться от одного места к другому.

Аварийная готовность

4.24. Требуется, чтобы у пользователя или оператора имелся план аварийных мероприятий на случай радиационной аварийной ситуации. Следует обеспечивать соответствие этого плана потенциальной серьезности аварийной ситуации, которая может возникнуть на установке, где образуются отходы или происходит обращение с ними. Следует предусмотреть, чтобы план аварийных мероприятий включал как минимум подготовку кадров с целью получения навыков обнаружения аварийных ситуаций и реагирования на них, распределение обязанностей различных участвующих сторон, и надлежащие меры и оборудование, обеспечивающие защиту аварийных работников. Требования к аварийной готовности и реагированию изложены в [20].

Физическая безопасность

4.25. На установках, на которых образуются радиоактивные отходы или производится обращение с ними, следует предусматривать меры физической безопасности, с тем чтобы исключить возможность случайного или преднамеренного изъятия отходов из надлежащего места нахождения без официального разрешения. Особое внимание следует уделять материалу или оборудованию, представляющему действительную ценность, или такому материалу и оборудованию, которые могут создавать серьезную угрозу здоровью человека или окружающей среде в случае утраты контроля над ними [13].

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

4.26. С целью подтверждения того, что могут быть достигнуты планируемые рабочие характеристики установки по обращению с отходами и используемых процессов и что система в целом является приемлемой для лицензирования или

выдачи разрешения, требуется провести оценку безопасности ([2], пункт 5.3). Следует обеспечивать, чтобы результаты оценки безопасности включали прогнозируемые последствия для работников, населения и окружающей среды. Следует определить и документировать количества и концентрации радиоактивных материалов или других опасных материалов, которые могут безопасно сбрасываться из установки. Объем оценки безопасности зависит от склонности к возникновению риска (тяжести ущерба, который может явиться результатом опасности, и вероятности ущерба) для рабочей силы, населения и окружающей среды в результате предлагаемых операций.

4.27. Следует продемонстрировать систематический и структурированный подход к оценке с учетом всех стадий процесса обращения с отходами как в качестве индивидуальных стадий, так и в качестве части комплексной системы обращения с отходами. В процесс оценки следует включать взаимозависимости между стадиями обращения с отходами и между участвующими организациями. Следует рассмотреть нормальные и аномальные эксплуатационные условия и следует предложить меры по снижению выявленных рисков до приемлемого уровня в соответствии с требованиями регулирующего органа.

4.28. Для большинства небольших пользователей и операторов может оказаться достаточным упрощенный подход к оценке. Пример плана анализа недостатков для такой оценки приведен в Дополнении II. Назначение плана анализа недостатков состоит в том, чтобы определить опасности для операторов и предложить меры инженерно-технического, административного и чрезвычайного контроля, приводящие к приемлемым рискам. Риски следует подразделить на категории в радиологическом и нерадиологическом плане.

4.29. Для более простых и маломасштабных операций комплексная система обращения с отходами может быть достаточно несложной и может быть описана в общих чертах. Основное внимание при оценке безопасности для пользователей и операторов, осуществляющих обращение с небольшими количествами отходов, следует уделять демонстрации соблюдения регламентирующих требований.

4.30. Результаты оценки безопасности следует представить в качестве доклада. В этом докладе следует рассмотреть радиологические и нерадиологические риски, которые могут возникнуть в нормальных и аномальных условиях, и меры, которые необходимо принимать с целью снижения этих рисков до приемлемых уровней. Следует предусмотреть, чтобы организация таких мер, включающая контрольные уровни, условия, и практические и

административные процедуры, составляла основу эксплуатационной документации, которую следует подготавливать пользователям и операторам.

4.31. Оценка нерадиологического воздействия на окружающую среду обычно выполняется в соответствии с законами об охране окружающей среды и выходит за рамки области применения настоящего руководства по безопасности.

5. ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением включает ряд видов деятельности по обработке, охватывающих предварительную обработку, переработку и кондиционирование. Сюда также входят различные операции по хранению и манипулированию и перевозка на централизованную установку по обращению с отходами и/или на установку для захоронения. Обращение с меньшими количествами отходов может производиться на площадке, где они образуются (такой, как лечебное учреждение, лаборатория или исследовательский центр) и/или на централизованной установке по обращению с отходами.

ОБРАБОТКА ОТХОДОВ

5.2. Обработка радиоактивных отходов может включать стадии предварительной обработки, переработки и кондиционирования, которые могут предусматривать ряд операций, изменяющих характеристики отходов. Обработка может требоваться по причинам, связанным с безопасностью и техническими или финансовыми аспектами. Обработка необходима для того, чтобы исключить или уменьшить связанные с отходами опасности (например, радиологические, физические, химические и биологические опасности).

5.3. Отходы следует подвергать обработке после точного определения их характеристик. Следует выбирать такой метод обработки, чтобы обеспечивалось выполнение требований приемлемости отходов для последующего

хранения, захоронения и перевозки, или освобождения из-под регулирующего контроля с одобрения регулирующего органа.

5.4. Методы обработки следует выбирать, исходя из характеристик отходов. Радиоактивные отходы, образовавшиеся при использовании радиоактивных материалов, можно обычно подразделить на следующие основные группы: твердые отходы, жидкие отходы и газообразные отходы. Отходы в группах могут состоять из отходов, содержащих радионуклиды, которые различаются по виду активности (альфа-, бета-, гамма-излучатели и излучатели нейтронов) периоду полураспада и физическим, химическим и биологическим свойствам матрицы отходов.

5.5. При выборе метода обработки следует всегда учитывать образование вторичных радиоактивных отходов. При оценке безопасности и воздействия на окружающую среду следует принимать во внимание последствия образования вторичных отходов. Это особенно важно в случае таких операций, как дезактивация, распиливание или резка, измельчение и дробление твердых отходов для целей уменьшения объема.

5.6. При выборе метода обработки радиоактивных отходов требуется надлежащим образом рассмотреть вопросы облучения работников при нормальной эксплуатации и в условиях возможных аварий, определенных для каждого метода обработки.

Предварительная обработка отходов

5.7. Предварительная обработка радиоактивных отходов является начальной стадией обращения с ними после их образования. Деятельность по предварительной обработке отходов включает сбор, сортировку, регулирование химического состава и дезактивацию. На этой начальной стадии потоки отходов следует разделять в месте расположения источника, из которого они образуются и, в качестве предварительного условия, следует провести, согласно имеющейся схеме классификации, надлежащую идентификацию и классификацию отходов. Оператору установки по обращению с отходами, принимающей радиоактивные отходы, следует проверить характеристики отходов посредством регламентных или выборочных измерений или другими средствами, с тем чтобы подтвердить информацию, представленную пользователями, и облегчить выбор подходящих методов переработки и кондиционирования. В рамках системы управления следует вести обновляемую регистрацию характеристик отходов.

5.8. В целом сбор и разделение разных видов радиоактивных отходов следует проводить на основе определенной стратегии и имеющейся инфраструктуры обращения с отходами или требований приемлемости на установке по обращению с радиоактивными отходами. Цель разделения отходов состоит в том, чтобы свести к минимуму объем, затраты, сложность и риски, связанные с последующими стадиями обращения с отходами. Особое внимание следует уделять разделению более высокоактивных отходов, особенно в процессе снятия с эксплуатации. Это облегчает рециклирование в рамках технологического процесса или захоронение в качестве нерадиоактивных отходов, когда количества радионуклидов в отходах достаточно невелики, что позволяет удалять их из охваченных регулированием установки или вида деятельности.

5.9. Следует предусматривать, чтобы контейнеры, используемые при сборе и разделении радиоактивных отходов, были физически и химически совместимы с отходами и обеспечивали надлежащее удерживание материала и защиту работников от химических, биологических, физических или других опасностей (таких, как нанесение ранений загрязненными острыми предметами). Следует обеспечивать надежность используемых материалов и в соответствующих случаях, таких, как при работе с биологическими радиоактивными отходами, следует использовать двойную упаковку или соответствующий внешний контейнер. Контейнеры следует снабжать соответствующей идентификацией и маркировкой, и размещать на тех рабочих местах, где, как ожидается, будут образовываться радиоактивные отходы. Следует рассмотреть вопрос о безопасном манипулировании с контейнерами для отходов (например, предусмотрев контейнеры для твердых отходов с педалями ножного управления) и об их использовании на следующих стадиях обращения с отходами. Сразу же, как только начнется накопление радиоактивных отходов, пользователю следует организовать регистрацию информации о характере собираемых отходов. Для каждого контейнера с отходами следует регистрировать указанную ниже информацию:

- (a) идентификационный номер;
- (b) радионуклидный состав;
- (c) активность (измеренная или расчетная) и дата измерения;
- (d) происхождение (например, помещение и лаборатория);
- (e) фактические и/или потенциальные опасности (например, химические опасности и инфекционные опасности);
- (f) мощность дозы на поверхности и дата измерения;
- (g) количество (масса или объем);
- (h) ответственное лицо.

5.10. Разделение радиоактивных отходов следует проводить с учетом прежде всего таких факторов:

- (а) активности и радионуклидного состава;
- (б) периода полураспада присутствующих радионуклидов: короткоживущих радионуклидов (например, с периодом полураспада, не превышающим 100 дней), пригодных для хранения с целью распада, или долгоживущих радионуклидов (например, с периодом полураспада, превышающим 30 лет);
- (с) физической и химической формы отходов, такой, как водной, органической, горючей или негорючей, сжимаемой или несжимаемой, однородной или неоднородной (содержащей шлам или взвешенные твердые частицы);
- (д) нерадбиологических опасностей (токсических, патогенных, инфекционных, генно-токсических, биологических, фармацевтических или смешанных свойств);
- (е) дальнейшей деятельности по обработке, хранению или захоронению.

5.11. Дезактивацию следует проводить только в том случае, если было обеспечено проведение оценки следующих аспектов:

- (а) наличия подлежащего удалению слоя;
- (б) степени и характера поверхностного радиоактивного загрязнения;
- (с) расчетных объемов, активности и характеристик образующихся радиоактивных отходов;
- (д) потенциальных опасностей, связанных с используемым методом дезактивации.

5.12. Оператору следует проводить систематический сбор и регистрацию информации, касающейся безопасности следующей стадии обращения с отходами. Перед передачей контейнера с радиоактивными отходами для дальнейшего обращения следует принять соответствующие меры предосторожности (например, провести радиологический мониторинг и дезактивацию).

Переработка отходов

5.13. Переработка радиоактивных отходов включает операции, направленные на обеспечение безопасности или экономичности посредством изменения характеристик отходов. Основными применяемыми видами переработки являются уменьшение объема, удаление радионуклидов и изменение состава.

5.14. Существуют различные варианты переработки твердых отходов (см. Дополнение III). В целом, за исключением кондиционирования, они не применяются в отношении отработавших и изъятых из употребления закрытых источников. Ниже перечислены потенциальные варианты переработки твердых отходов и основные соображения, касающиеся безопасности:

- (a) Компактирование следует проводить только в тех случаях, когда обеспечено нижеследующее:
 - отсутствуют отходы, которые могли бы повредить упаковку отходов;
 - исключены (или дезинфицированы) опасные (такие, как инфицирующие) отходы, с тем чтобы избежать опасных выбросов (таких, как выбросы микроорганизмов);
 - исключены находящиеся под давлением контейнеры, с тем чтобы избежать неконтролируемых выбросов газа или радиоактивного загрязнения;
 - исключены жидкости, с тем чтобы избежать течей из упаковки во время компактирования;
 - исключены изъятые из употребления закрытые источники, с тем чтобы избежать высоких рисков загрязнения и облучения;
 - исключены неупакованные, активные порошки, с тем чтобы избежать рисков загрязнения;
 - исключены химически активные материалы, с тем чтобы избежать неконтролируемых реакций.
- (b) Сжигание следует проводить только в тех случаях, когда обеспечено нижеследующее:
 - исключены изъятые из употребления источники, с тем чтобы избежать высоких рисков загрязнения;
 - исключены находящиеся под давлением контейнеры, с тем чтобы избежать неконтролируемых выбросов газа и/или загрязнителей;
 - исключены летучие токсичные материалы, если установка для сжигания отходов не предназначена для их использования;
 - материалы с высокой влажностью контролируются с целью обеспечения их полного сгорания;
 - предусматривается последующее обращение с радиоактивной золой;
 - замороженные материалы контролируются с целью обеспечения их полного сгорания;
 - применяется контроль биологически агрессивной пыли, особенно пыли, образующейся при манипуляциях с золой;

— осуществляются переработка и контроль образующихся отходящих газов, а сбросы газообразных эфлюентов находятся в рамках разрешенных пределов сбросов.

Жидкие радиоактивные отходы

5.15. Существуют различные варианты переработки жидких радиоактивных отходов. Выбор оптимального технологического процесса переработки жидкостей определяется соображениями безопасности, а также техническими и финансовыми соображениями. Переработка жидкостей также зависит от водородного показателя pH и содержания твердых частиц, солей и кислот и возможности и легкости их удаления. Процесс переработки следует проводить в соответствии с критериями, сформулированными на основе оценки безопасности и осуществляемыми посредством официально утвержденных эксплуатационных инструкций. Следует также обеспечивать надлежащий мониторинг безопасности.

5.16. Потоки жидких радиоактивных отходов следует разделять, если они значительно различаются по химическому или радионуклидному составу. Например, растворы с различными химическими свойствами следует хранить раздельно, если невозможен немедленный сброс. Следует предотвращать неконтролируемые химические реакции, в результате которых могут образовываться тепловая энергия, аэрозоли или осадки. Например, необходимо отделять кислотные растворы от щелочных растворов, так как изменение водородного показателя pH или условий окислительно-восстановительного процесса может приводить, в частности, к высвобождению летучих радионуклидов, таких, как йод.

5.17. Объединение потоков жидкостей следует проводить только в случае, если в ходе оценки безопасности была продемонстрирована приемлемость этой процедуры и если она документирована в соответствии с утвержденными эксплуатационными инструкциями. В целом следует избегать смешивания разнородных потоков отходов (такие, как водные и органические отходы и отходы, содержащие короткоживущие и долгоживущие радионуклиды), если не ставится какой-либо конкретной цели (такой, как нейтрализация). Таким образом минимизируются сложность и потенциальные опасности потоков отходов.

5.18. Для переработки потоков водных и органических отходов могут применяться различные технологические процессы. В случае небольших количеств водных радиоактивных отходов регулирующим органом могут быть разрешены прямые сбросы в обычную канализационную сеть или

непосредственно в водоем для сбросов. Дополнительные руководящие материалы приведены в разделе 2. Для других видов водных отходов используются технологические процессы химического осаждения, испарения, ионного обмена и ультрафильтрации.

5.19. При использовании химического осаждения следует рассмотреть образование вторичных отходов, возможность возникновения гетерогенных потоков отходов и необходимость последующего кондиционирования активного осадка. В случае процесса выпаривания следует рассмотреть следующие факторы: образование вторичных отходов; целостность установки для выпаривания (в смысле коррозионной стойкости); потенциальную пожароопасность, в случае присутствия летучих органических материалов; и удерживание радиоактивных аэрозолей, а также последующее кондиционирование активных концентратов. При использовании ионообменного процесса необходимо уделить внимание образованию вторичных отходов, требующих специального кондиционирования, реактивности смол с сильными окислителями (такими, как концентрированная азотная кислота), радиолитической деградации смол и образованию отработавших смол, нуждающихся в специальном кондиционировании. Использование ультрафильтрации требует рассмотрения утечек из систем высокого давления, возможно приводящих к непреднамеренному рассеянию жидких отходов, и последующей необходимости кондиционирования радиоактивных твердых частиц или ила.

5.20. Для органических отходов могут применяться процессы сжигания (за исключением материалов с низкой температурой вспышки или летучих токсичных материалов), иммобилизации и абсорбции. Если используется сжигание, то следует рассмотреть, как минимум, возможные экологические последствия сбросов как газообразных, так и состоящих из твердых частиц веществ и радиоактивную и нерадиоактивную компоненты. Подобным же образом следует рассмотреть вопрос о минимизации образования на установке, на которой образуются отходы, аэрозольного радиоактивного материала, особенно при манипулировании с золой, а также о последующем обращении с загрязненной золой. Что касается процессов иммобилизации и абсорбционных процессов, то следует оценить долгосрочную стабильность конечной формы отходов.

5.21. Концентраты, образующиеся в результате переработки жидких радиоактивных отходов (вторичные отходы), следует подвергать иммобилизации с целью получения стабильной формы твердых отходов. Следует обеспечивать соответствие производимых форм отходов критериям, установленным на основе

оценки безопасности, при которой необходимо учитывать требования в отношении перевозки, хранения и окончательного захоронения.

Аэрозольные сбросы

5.22. При небольших количествах газообразных эффлюентов обычно возможны прямые сбросы в атмосферу с соблюдением установленных при лицензировании условий. В таких случаях дополнительная переработка газообразных выбросов вряд ли потребуется. Такая ситуация типична для медицинских и небольших научно-исследовательских лабораторий, где количества используемых радионуклидов невелики и эти радионуклиды зачастую имеют короткий период полураспада.

5.23. Потоки аэрозольных сбросов, содержащие диспергированный радиоактивный материал, перед сбросом в атмосферу следует при необходимости подвергать очистке с помощью фильтров или других средств. Фильтры или другие средства очистки, если только они не загрязнены исключительно короткоживущими радионуклидами, следует рассматривать в качестве твердых радиоактивных отходов. Если на фильтре или другом средстве очистки осажжены только короткоживущие радионуклиды, можно дожидаться их распада без необходимости дальнейшей переработки и затем их можно освободить от регулирующего контроля.

Биологические радиоактивные отходы

5.24. При обращении с радиоактивными отходами биологического характера следует учитывать соответствующие радиологические и нерадиологические опасности (биологическую и/или инфекционную опасность; физическую, химическую огнеопасность и/или взрывоопасность). В случае инфекционных биологических радиоактивных отходов медицинских применений следует проводить их предварительную обработку, с тем чтобы уничтожить всех возбудителей инфекции до того, как отходы попадут на хранение и/или захоронение. Блок-схема, иллюстрирующая обращение с биологическими отходами, приведена в Дополнении IV.

5.25. Практические методы обращения с радиоактивными отходами обычно не пригодны или не достаточны для контроля биологических опасностей. В то же время биологические радиоактивные отходы не всегда можно обрабатывать с использованием тех же методов, что и в случае нерадиоактивных биологических отходов. В действительности существует ряд вариантов обработки биологических радиоактивных отходов, включая стерилизацию

паром, химическую дезинфекцию, сухую термообработку и стерилизацию облучением. Для того чтобы разрушить органику и микроорганизмы, присутствующие в отходах, используются прежде всего термические процессы, такие, как сжигание, обработка в паровом автоклаве, обработка в микроволновой печи и сухая термообработка. Для очистки биологических отходов от загрязнений путем дезинфекции используются химические процессы.

Кондиционирование радиоактивных отходов

5.26. Кондиционирование радиоактивных отходов включает те операции, в ходе которых обработанные отходы преобразуются в форму, удобную для манипулирования, перевозки, хранения и захоронения. К таким операциям могут относиться иммобилизация отходов в матрице, помещение отходов в контейнер и обеспечение для них дополнительной упаковки. Во многих случаях операции предварительной обработки, переработки и кондиционирования тесно связаны между собой. При кондиционировании радиоактивных отходов следует обеспечивать максимальную совместимость между отходами, матрицей и контейнером; максимальную однородность формы отходов; минимальное свободное пространство в контейнере; и низкую выщелачиваемость, а также контроль над комплексообразующими реагентами и органическими соединениями. Операции могут включать иммобилизацию отходов в матрице. Следует обеспечить, чтобы соответствующие требования приемлемости и критерии приемлемости были одобрены регулирующим органом.

5.27. При оценке безопасности следует рассмотреть материалы, которые предполагается кондиционировать, и соответствующие требования приемлемости и/или критерии приемлемости для хранения и захоронения отходов. Следует обеспечивать, чтобы хранение и захоронение отходов были разрешены регулирующим органом.

5.28. При проведении оценки полезно рассматривать упаковку с радиоактивными отходами как состоящую из двух основных компонентов, то есть формы отходов и контейнера. Характер формы отходов в контейнере существенно влияет на свойства всей упаковки с отходами и может повлиять на соответствие характеристик упаковки надлежащим критериям приемлемости.

5.29. На каждой упаковке с отходами следует предусмотреть прочную этикетку с идентификационным номером, а в системе управления следует сохранять надлежащую регистрационную запись о каждой упаковке с отходами. Все регистрационные записи следует надежно сохранять, так чтобы они были легкодоступными и допускали возможность поиска по истечении длительного

периода времени. Следует обеспечивать, чтобы для каждой отдельной упаковки имелась как минимум нижеуказанная информация:

- (a) происхождение отходов;
- (b) идентификационный номер упаковки;
- (c) тип и детали конструкции упаковки и документация по выгрузке;
- (d) вес упаковки;
- (e) внешние размеры и/или объем упаковки;
- (f) максимальная мощность дозы на поверхности и на расстоянии 1 м (транспортный индекс) и дата измерения;
- (g) результаты измерения поверхностного радиоактивного загрязнения;
- (h) радионуклидный состав и активность;
- (i) содержание делящегося материала (такого, как ^{239}Pu -Be источники);
- (j) физический характер;
- (k) присутствие потенциальных патогенных, химических и других опасностей.

МАНИПУЛИРОВАНИЕ НА ПЛОЩАДКЕ

5.30. Манипулирование с радиоактивными отходами на площадке включает все операции по передаче (перемещению) отходов от источника, где они образуются, к месту их обработки, хранения и/или захоронения. Сюда могут входить физическое манипулирование, перевозка в рамках технологического процесса или перевозка в пределах площадки (в том числе загрузка и выгрузка упаковок из перевозочных средств). Манипулирование следует выполнять:

- (a) в контейнерах или с транспортными пакетами, которые легко дезактивируются;
- (b) в условиях надлежащего эксплуатационного контроля радиационной защиты;
- (c) с обеспечением соответствующей маркировки упаковок с радиоактивными отходами и транспортных средств;
- (d) в соответствии с программой радиационной защиты на площадке, процедурами обеспечения физической безопасности, планированием безопасной перевозки и аварийным планированием, а также нормами, установленными в соответствии с национальным законодательством.

5.31. Перед выполнением манипуляций с упаковкой следует провести радиационный контроль нефиксированного поверхностного радиоактивного загрязнения. Это делается для того, чтобы защитить работников, выполняющих

операции по манипулированию с упаковками, помогает предотвращать аварийное распространение радиоактивного загрязнения и обеспечивает независимую проверку системы ведения документации. Кроме того, в качестве части требований приемлемости упаковки для хранения следует также определить максимальную допустимую мощность дозы излучения на поверхности каждой упаковки с радиоактивными отходами или на указанном расстоянии от ее поверхности.

5.32. Неожданное присутствие радиоактивного загрязнения на упаковке с радиоактивными отходами может указывать на то, что сама эта упаковка или одна из соседних упаковок были нарушены или физически повреждены. Следует предусмотреть на этот случай заранее спланированные и документально оформленные процедуры, которые следует осуществлять при таком событии. Как минимум следует ограничить зону вокруг подозрительных упаковок, уведомить лицо, ответственное за безопасность отходов, и осуществить процедуры, направленные на определение источника радиоактивного загрязнения и обеспечение его локализации. Самым простым способом локализации источника радиоактивного загрязнения является его помещение во вторичный контейнер транспортного пакета, если это возможно.

ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

5.33. Хранение радиоактивных отходов может быть необходимым:

- (a) для осуществления процесса распада перед освобождением от регулирующего контроля;
- (b) перед предварительной обработкой, переработкой и кондиционированием;
- (c) перед захоронением или передачей на другую имеющую разрешение установку.

5.34. Радиоактивные отходы следует хранить таким образом, чтобы обеспечивалась их изоляция и защита работников, населения и окружающей среды, чтобы было возможно их последующее перемещение, обращение с ними, их перевозка или захоронение. Следует обеспечивать возможность полного отслеживания упаковок с отходами на различных стадиях хранения посредством ведения регистрационных записей и надлежащей маркировки.

5.35. При осуществлении любой деятельности по обращению с радиоактивными отходами следует обеспечивать безопасность мер по хранению.

Хранение на площадке может использоваться с целью осуществления процесса распада до уровней, при которых материал может быть освобожден из-под контроля. Хранение может требоваться по эксплуатационным причинам (например, хранение некондиционированных радиоактивных отходов перед последующим кондиционированием или передачей за пределы площадки). В целом период хранения на площадке следует делать настолько коротким, насколько это практически осуществимо, с тем чтобы обеспечить долгосрочную безопасность отходов. Сказанное особенно актуально в случае, когда отходы должны передаваться в центральное хранилище радиоактивных отходов и когда на установке, где образуются отходы, может не иметься оптимальных возможностей долгосрочного хранения. Хранилища могут требоваться для непереработанных, переработанных и кондиционированных радиоактивных отходов. С целью ограничения любых утечек из упаковок особое внимание следует уделять хранению некондиционированных радиоактивных отходов.

5.36. При рассмотрении мер по хранению радиоактивных отходов следует провести детальную оценку:

- (a) вида и характеристик радиоактивных отходов;
- (b) первоначальной целостности упаковок с отходами и потенциальных уровней поверхностного радиоактивного загрязнения;
- (c) закрытия и/или герметизации упаковок и их непрерывной целостности в условиях хранения;
- (d) предусматриваемого срока хранения и возможности его дальнейшего продления;
- (e) возможности выполнения требований в отношении манипулирования, хранения и физической безопасности;
- (f) необходимости и типа мониторинга, например, аэрозольных радиоактивных веществ на установке по хранению;
- (g) возможности определения потенциального ущерба для упаковок с отходами и облегчения корректирующих мер.

Хранение радиоактивных отходов перед их сбросом или освобождением из-под регулирующего контроля

5.37. Периоды полураспада многих радионуклидов, в частности тех, которые используются в исследовательских и медицинских применениях, варьируются в диапазоне от нескольких часов до нескольких месяцев. Хранение с целью обеспечения распада в течение срока, равного десяти периодам полураспада, приводит к снижению активности до уровня менее одной тысячной

первоначальной активности. Практический опыт показывает, что хранение с целью обеспечения распада обычно приемлемо для всех видов радиоактивных твердых, жидких и газообразных отходов, содержащих радионуклиды с периодами полураспада не более чем приблизительно 100 дней. Тем не менее возможно также безопасное хранение отходов с более продолжительными периодами полураспада с целью обеспечения их распада до незначительных уровней активности, и вопрос о хранении таких отходов следует рассматривать на индивидуальной основе.

5.38. Хранение с целью обеспечения распада в соответствующих случаях является предпочтительным вариантом обращения по соображениям безопасности и по техническим и экономическим причинам. Следует проводить сбор загрязненных короткоживущими радионуклидами радиоактивных отходов подходящей активности или концентрации активности и обеспечивать их безопасное хранение в течение достаточного времени до тех пор, пока эти отходы не будут соответствовать регулирующим критериям удаления материала из подлежащих регулированию установок и деятельности или разрешенного сброса. Возможны определенные исключения, как например, загрязненные туши животных, которые, вероятно, придется подвергать захоронению в связи с обеспокоенностью по поводу патологических или инфекционных опасностей.

5.39. При хранении радиоактивных отходов с целью обеспечения распада и последующего освобождения из-под регулирующего контроля необходимы строгие меры административного контроля. Следует тщательно измерять активность, и проводить разделение отходов как сразу же после их образования, так и в конце срока хранения с целью обеспечения распада. Перед освобождением каждой партии из-под контроля следует проводить репрезентативные измерения или отбор и анализ проб. При отборе проб следует учитывать необходимость защиты персонала от радиологических и нерадиологических опасностей.

Хранение радиоактивных отходов перед обработкой

5.40. Следует отслеживать каждую упаковку, находящуюся на хранении, с тем чтобы облегчить ее поиск для дальнейшей обработки. Следует предусмотреть надлежащие меры контроля радиологической защиты и физической безопасности и следует ограничивать срок хранения некондиционированных отходов, поскольку некондиционированные радиоактивные отходы могут быть источником неожиданных опасностей. Отходы следует хранить таким образом, чтобы обеспечивались:

- (a) хранение упаковок в специально определенных зонах, помещениях или на специально сооруженных установках (на площадке или на централизованных установках);
- (b) соблюдение критериев приемлемости для хранения отходов;
- (c) проверка упаковок при получении (такая, как проверка целостности упаковки с отходами, поверхностного радиоактивного загрязнения и соответствия сопровождающей документации);
- (d) раздельное хранение различных видов отходов (в том числе смешанных отходов) в случае присутствия патогенных, органических, токсичных или других отходов;
- (e) надежная маркировка упаковок;
- (f) отслеживание текущего состояния отходов и наличие сопровождающей документации.

Хранение радиоактивных отходов перед их захоронением

5.41. Переработанные и кондиционированные радиоактивные отходы следует хранить отдельно от некондиционированных отходов, неактивного сырья и материалов для технического обслуживания. Упаковки следует хранить, например, в накопителях, стойках, на поддонах или стеллажах. Места хранения следует планировать таким образом, чтобы свести к минимуму манипулирование и перевозку.

5.42. Следует обеспечивать безопасное и надежное хранение кондиционированных радиоактивных отходов после обработки и перед передачей на установку для захоронения.

5.43. При оценке безопасности и оценке воздействия на окружающую среду следует учитывать предложения в отношении хранения, с тем чтобы продемонстрировать приемлемость предлагаемого проекта и эксплуатационных мер. Цели безопасности в течение периода хранения следует определять таким образом, чтобы обеспечивалось постоянное надлежащее удержание хранящихся отходов, достаточное экранирование излучения хранящихся отходов и чтобы не происходило деградации хранящихся упаковок и не возникало проблем при манипулировании и захоронении.

5.44. В некоторых случаях может еще не иметься специализированных хранилищ или установок для окончательного захоронения. Хотя потребность в радиотерапии и другой медицинской, промышленной и исследовательской деятельности сохраняется, окончательная утилизация соответствующих отходов все еще не возможна. В этих случаях может оказаться, что при

осуществлении таких операций не могут быть соблюдены в полной мере все изложенные в настоящем разделе рекомендации. Цель данных руководящих материалов заключается в том, чтобы оказать ответственным за безопасность лицам помощь в разработке программы обращения с радиоактивными отходами, предусматривающей, насколько это возможно, охрану здоровья людей и окружающей среды.

УСТАНОВКИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ ПЕРЕД ИХ ЗАХОРОНЕНИЕМ

5.45. Безопасность установок по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением следует обеспечивать посредством использования образцовой инженерно-технической и управленческой практики. В частности, следует применять принцип глубокоэшелонированной защиты, предусматривающий ряд уровней защиты от отказов по техническим причинам или из-за ошибок человека. При этом следует применять:

- (a) многобарьерные системы, предусматривающие нескольких физических барьеров на пути миграции радионуклидов в окружающую среду;
- (b) технические и организационные средства для защиты целостности и эффективности барьеров;
- (c) меры по защите населения и окружающей среды в случае отказа или повреждения барьеров.

5.46. На всех стадиях жизненного цикла установок по обращению с радиоактивными отходами (выбор площадки, проектирование, ввод в эксплуатацию, эксплуатация и закрытие или снятие с эксплуатации) следует предусматривать технические и организационные средства для применения принципа глубокоэшелонированной защиты в отношении следующих трех аспектов:

- (a) мер по предотвращению отклонений от нормальной эксплуатации;
- (b) мер по предотвращению аварий и смягчению их последствий;
- (c) мер по аварийному планированию.

Проектирование установок для обработки и хранения отходов

5.47. При проектировании установок для обработки радиоактивных отходов следует уделять внимание:

- (a) отделению систем обработки радиоактивных отходов от других систем, а также от помещений и установок, где хранятся другие потенциально опасные материалы;
- (b) обеспечению наличия вспомогательных систем, например для отбора проб или дезактивации;
- (c) обеспечению радиологического контроля на всех стадиях, включая контроль над получением отходов и элементами, влияющими на защиту персонала и защиту рабочей среды;
- (d) обеспечению достаточного удержания (например, посредством вытяжных шкафов, поддонов для сбора протечек, герметизированных и заглубленных рабочих столов) и биологической защиты (например, с помощью свинцовых или бетонных блоков);
- (e) обеспечению разграничения рабочих помещений согласно их соответствующей классификации (например, с помощью ярлыков, веревочных или других барьеров) по зонам и персоналу;
- (f) обеспечению дозиметрического контроля (измерения мощностей дозы и поверхностного радиоактивного загрязнения);
- (g) обеспечению технологического контроля, такого как регистрация характеристик необработанных отходов и контроль характеристик конечного продукта (формы радиоактивных отходов);
- (h) организации мест размещения и компоновки оборудования и систем таким образом, чтобы обеспечивалась легкость доступа при нормальной эксплуатации, техническом обслуживании и контроле;
- (i) обеспечению безопасного манипулирования с отходами посредством применения соответствующего оборудования для манипулирования и выбора коротких и несложных маршрутов;
- (j) применению легко дезактивируемых поверхностей;
- (k) обеспечению надлежащих дренажных и вентиляционных систем (например, посредством очистки воздуха, использования разницы давлений воздуха и учета потоков);
- (l) обеспечению штатного и аварийного энергоснабжения;
- (m) обеспечению помещений для аварийного оборудования;
- (n) обеспечению противопожарных систем;
- (o) обеспечению физической безопасности.

5.48. В зависимости от количеств радиоактивных отходов, подлежащих обработке и/или хранению, меры по обеспечению безопасности могут варьироваться в диапазоне от хранения в защищенном шкафу до использования специализированных отдельных помещений или установок. Конкретные меры в значительной мере зависят от активности и других химических и физических характеристик радиоактивных отходов и от количеств обрабатываемых отходов,

а также от имеющихся технологий. Требование оптимизации радиационной защиты и желательность поддержания рабочих зон свободными от радиоактивных отходов с большими периодами полураспада означают, что следует рассмотреть вопрос о выделении отдельного небольшого помещения, где отходы могут храниться надлежащим способом. Однако в тех случаях, когда за многие дни работы образуются лишь весьма небольшие количества радиоактивных отходов, может оказаться предпочтительным использование локального склада или шкафа рядом с рабочим местом.

5.49. В целом следует обеспечивать, чтобы контейнеры были пригодными для безопасного обращения с конкретными отходами, и их следует выбирать в соответствии с химическими и радиологическими характеристиками отходов, их объемом и техническими требованиями к обращению с отходами и их хранению. Следует избегать возникновения в контейнерах внутреннего давления вследствие расширения жидкостей и образования газов и паров (происходящего главным образом при манипулировании с органическими жидкостями).

5.50. Следует обеспечивать, чтобы конструкция установок для хранения предусматривала проведение регулярных инспекций, включая дозиметрический контроль (мощность дозы и поверхностное радиоактивное загрязнение) и наружного осмотра упаковок с отходами с целью выявления на ранней стадии любого ухудшения физических характеристик или утечек. Следует обеспечивать, чтобы срок службы строительных материалов соответствовал предусматриваемому сроку хранения и чтобы условия хранения способствовали сохранению характеристик упаковок с отходами в течение проектного срока хранения. Следует обеспечивать, чтобы в проекте хранилища предусматривалась возможность удаления радиоактивных отходов из установки для последующей обработки или захоронения и возможность расширения установки в будущем в случае необходимости.

Снятие с эксплуатации установок для обработки и хранения отходов

5.51. Оператору следует рассмотреть аспекты снятия с эксплуатации установки на каждой стадии срока службы установки. Это особенно относится к проектированию и любой последующей модификации установки. Кроме того, в начале операций по снятию с эксплуатации следует обеспечивать сохранение необходимых мер административного и управленческого контроля или их изменение с учетом новых обстоятельств. В принципе, к демонтажу установок по обработке или хранилищ следует приступать только после того, как:

- (a) были удалены радиоактивные отходы и другие потенциально опасные материалы;
- (b) была проведена дезактивация подлежащих демонтажу систем и элементов.

Однако для случаев, когда не все отходы были удалены перед дезактивацией и демонтажом, могут быть предусмотрены приемлемые обоснования безопасности.

5.52. В мероприятиях по снятию с эксплуатации следует рассматривать четыре стадии:

- стадия 1: обоснование и технико-экономическое исследование для определения цели снятия с эксплуатации и того, предусматривается ли удаление всего радиоактивного материала;
- стадия 2: удаление источников, включая удаление содержащихся в контейнерах радиоактивных отходов и источников радиоактивного материала;
- стадия 3: дезактивация, включая удаление или снижение радиоактивного загрязнения материалов, предметов, сооружений и зон установки;
- стадия 4: демонтаж, существенное уменьшение размеров объектов и компонентов установки с целью облегчения обращения с ними (дезактивации, манипулирования) и последующего удаления с площадки;
- стадия 5: заключительное дозиметрическое обследование, систематическое дозиметрическое обследование снятой с эксплуатации установки с целью проверки выполнения всех задач радиационной защиты;
- стадия 6: в зависимости от цели снятия с эксплуатации, установка может быть оставлена либо для использования без ограничений, либо для использования с применением ограничений и/или требований по надзору.

5.53. Следует иметь в виду, что может возникнуть необходимость долгосрочного хранения отходов, образующихся от работ по снятию с эксплуатации. Работы по снятию с эксплуатации могут быть объединены в зависимости от типа и масштабов установки по обработке или хранилища, вида радиоактивных отходов и от национальной стратегии и наличия централизованных хранилищ и установок по захоронению. Рекомендации и руководящие материалы содержатся в [12].

ПЕРЕВОЗКА ОТХОДОВ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПЛОЩАДКИ

5.54. Перевозка радиоактивных отходов осуществляется в соответствии с национальными регулирующими положениями и Правилами перевозки МАГАТЭ [9, 10].

5.55. Перед перевозкой упаковок с радиоактивными отходами с площадок, где эти отходы образовались, следует получить необходимое подтверждение того, что отходы будут приняты в пункте назначения. Оператору установки, на которую транспортируются отходы, следует четко указать пользователю связанную с безопасностью информацию и официальную документацию, требуемую для их принятия.

5.56. Следует обеспечивать, чтобы информация, подлежащая предоставлению при передаче отходов, включала для каждой отдельной упаковки как минимум такие сведения:

- (a) полную идентификацию пользователя;
- (b) идентификационный номер упаковки;
- (c) тип и подробные сведения о конструкции упаковки и документацию по выгрузке;
- (d) информацию о массе упаковок;
- (e) данные о внешних размерах и/или объеме упаковки;
- (f) максимальную мощность дозы на поверхности и на расстоянии 1 м (транспортный индекс) и дату измерения;
- (g) результаты измерений поверхностного радиоактивного загрязнения;
- (h) радионуклидный состав и активность;
- (i) содержание делящегося материала (такого, как ^{239}Pu -Be источники), если это применимо;
- (j) физический характер;
- (k) происхождение отходов;
- (l) потенциальные патогенные, химические и другие опасности;
- (m) общее количество тарных бочек или контейнеров в грузе;
- (n) общая масса груза.

5.57. Перед перевозкой всю документацию, сопровождающую упаковку с отходами, следует подвергнуть проверке, проводимой назначенным лицом с целью обеспечения соблюдения требований приемлемости отходов и Правил перевозки МАГАТЭ [9, 10] и любых национальных правил перевозки.

5.58. В случае закрытых источников, биологическая защита обычно является неотъемлемой частью первоначальной упаковки для хранения и/или транспортировки. Размеры и тип биологической защиты зависят от активности и состава транспортируемых радионуклидов. Если возможно, при транспортировке отработавшего или изъятого из употребления закрытого источника следует использовать упаковочный комплект первоначального изготовителя. Однако следует рассмотреть вопрос о том, соответствует ли конструкция упаковочного комплекта оригинала Правилам перевозки МАГАТЭ и продолжает ли упаковка соответствовать проектным нормам. Если первоначальная упаковка отсутствует, то отработавший или изъятый из употребления закрытый источник следует повторно упаковать в соответствии с Правилами перевозки МАГАТЭ [9, 10].

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Отработавшие и изъятые из употребления закрытые источники

5.59. Активность закрытых радиоактивных источников может варьироваться в широком диапазоне в зависимости от их первоначального предполагаемого использования: от нескольких мегабеккерелей для калибровочных источников до многих терабеккерелей для медицинских источников, применяемых при телетерапии. Хотя на отработавшие или изъятые из употребления закрытые источники может приходиться лишь небольшая доля объема радиоактивных отходов, образующихся у конкретного оператора, они могут доминировать в смысле активности образующихся радиоактивных отходов. Чрезвычайно важно отметить, что хотя интенсивность излучения источников для телетерапии и других мощных изъятых из употребления источников излучения, возможно, упала ниже полезных уровней для их первоначальных целей, возможность радиационного поражения при облучении такими источниками остается значительной. Следует отметить, что источники для телетерапии на основе ^{137}Cs могут содержать соединения цезия в дисперсивной форме и что они могут представлять весьма значительную опасность в случае нарушения их первичной защитной оболочки.

5.60. Следует рассмотреть изложенные ниже аспекты, относящиеся к безопасному обращению с отработавшими и изъятыми из употребления закрытыми источниками (см. также Дополнение V):

- (а) дальнейшее санкционированное использование изъятого из употребления источника некоторой другой уполномоченной организацией;

- (b) возвращение источника поставщику;
- (c) временное хранение в его первоначальной биологической защите (например, для радионуклидов с периодами полураспада менее 100 дней);
- (d) кондиционирование (например, помещение в наружную упаковку);
- (e) долгосрочное хранение (такое, как в специализированном хранилище);
- (f) захоронение.

5.61. Наиболее устойчивым вариантом обращения с изъятыми из употребления закрытыми источниками является их рециклирование для дальнейшего использования. Если это не представляется возможным, то предпочтительным вариантом обращения для изъятых из употребления закрытых источников и всегда для отработавших источников является возвращение источника его поставщику. Однако этот вариант не всегда возможен в отношении многих старых источников, поскольку первоначальный поставщик может не быть известен или может больше не существовать. Для отработавших и изъятых из употребления закрытых источников высокой активности с короткими периодами полураспада, не превышающими приблизительно 100 дней (например, источников на основе ^{192}Ir , используемых в медицинских применениях и в гамма-радиографии), предпочтительным вариантом может быть надежное хранение с целью обеспечения распада.

5.62. Все отработавшие и изъятые из употребления закрытые источники следует кондиционировать, если только период полураспада содержащихся в них радионуклидов не настолько короток, что можно разрешить освободить их из-под регулирующего контроля приблизительно через два три года). Долгоживущие источники обычно кондиционируют посредством заключения в сварные стальные капсулы, с тем чтобы облегчить обращение с ними в будущем. Следует обеспечивать, чтобы методы кондиционирования были утверждены регулирующим органом.

5.63. В тех случаях, когда у оператора не имеется ни средств, ни экспертных ресурсов для кондиционирования отработавших и изъятых из употребления закрытых источников посредством заключения их в оболочку, ни надлежащих хранилищ, следует принять меры, с тем чтобы передать эти источники другой обладающей лицензией организации, располагающей надлежащими и отвечающими требованиям установками. Следует создать централизованные установки для безопасного долгосрочного хранения отработавших и изъятых из употребления закрытых источников, содержащих ^{226}Ra , ^{241}Am и другие долгоживущие радионуклиды.

5.64. При обращении с изъятыми из употребления закрытыми источниками могут возникать потенциально серьезные опасности. Закрытые источники не следует подвергать компактированию, измельчению или сжиганию. В качестве общего принципа, первостепенная необходимость обеспечения безопасности означает, что закрытые источники не следует удалять из их первичных контейнеров и не следует подвергать контейнер физической модификации. Периферийные компоненты крупного облучательного оборудования (не связанные непосредственно с источником) следуют соответствующим образом удалять, контролировать и утилизировать. Перед выполнением любых операций следует проводить оценку безопасности и оценку воздействия на окружающую среду. При манипулировании с источниками (такими, как отработавшие радиевые источники), потенциально подверженными утечкам, и их хранении следует также принимать конкретные радиологические меры предосторожности. Особое внимание следует уделять мониторингу поверхностного и аэрозольного загрязнения. Эти источники следует хранить в специально выделенной зоне, снабженной соответствующей вентиляцией и оборудованием (см. Дополнение VI).

5.65. Наиболее важным соображением при обращении с закрытыми источниками по окончании их полезного срока службы является поддержание непрерывности контроля. Оператору и регулирующему органу следует предусмотреть меры по сохранению и периодическому рассмотрению состояния контроля над такими устройствами и материалами.

Бесхозные источники

5.66. Имели место многочисленные случаи приобретения закрытых источников для специфических целей (таких, как управление производственным процессом) и последующей их утери ввиду прекращения работы с ними эксплуатирующей организации и утраты контроля над этими источниками. Многие переносные устройства для радиографии содержат ценные тяжелые металлы и становятся привлекательными как источник металлолома. Таковы некоторые из причин утраты регулирующего контроля над отработавшими и/или изъятыми из употребления закрытыми источниками. Государствам следует разрабатывать и осуществлять соответствующие стратегии для этих 'бесхозных' источников. Пример стратегии идентификации и определения места нахождения отработавших и/или изъятых из употребления закрытых источников представлен в Дополнении VII.

5.67. Следует предусматривать, чтобы во всех случаях стратегия обеспечивала принятие соответствующих мер по возвращению бесхозного источника всякий

раз, когда он выявляется. В эти меры следует включать определение ответственных организаций и финансирование государством операций по возвращению источника, манипулирования с ним, его кондиционирования, хранения и, в случае необходимости, утилизации.

Образование радиоактивных отходов в результате аварии

5.68. Потеря и использование не по назначению радиоактивного материала (такого, как закрытые источники) могут приводить к возникновению аварий, сопровождающихся радиационным облучением работников и лиц из населения и радиоактивным загрязнением рабочих помещений и территории. Это может приводить к незапланированному и аварийному образованию радиоактивных отходов. Как пользователям, так и операторам следуют принимать меры, направленные на обеспечение наличия технических и организационных средств, включая необходимые меры на случай чрезвычайных обстоятельств, для обработки и хранения любых таких радиоактивных отходов, образовавшихся в результате аварии.

6. ПРИНЯТИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА УСТАНОВКАХ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ

6.1. Радиоактивные отходы следует подвергать захоронению только на установках, имеющих лицензию на принятие соответствующего вида отходов. Национальные установки по захоронению радиоактивных отходов следует определить в качестве части национальной стратегии обращения с радиоактивными отходами.

6.2. Оператору установки по захоронению отходов следует установить для различных видов радиоактивных отходов и упаковок конкретные требования приемлемости и процедуры принятия, подлежащие утверждению регулирующим органом, и следует сделать их доступными пользователям. Следует обеспечивать соответствие радиоактивных отходов требованиям приемлемости отходов, устанавливающим:

- (a) степень обработки отходов (устойчивая форма и прочность контейнера);
- (b) максимальное содержание жидкости (обычно до 1 % суммарного объема радиоактивных отходов);

- (с) механическую, химическую, структурную, радиологическую и биологическую стабильность формы отходов;
- (d) ограничения в отношении активности (например, активность упаковки);
- (е) отсутствие потенциальной возможности возникновения критичности;
- (f) степень непирофорности, невзрывоопасности или нереакционно-способности отходов;
- (g) возможность образования токсичных газов;
- (h) ограничение тепловыделения.

6.3. Оператору установки по захоронению следует также четко определять документацию, подлежащую представлению поставщиком отходов, а также соответствующие регистрационные записи упаковок с отходами. По поступлении на установку по обращению с радиоактивными отходами упаковки с отходами следует надлежащим образом инспектировать. При приемке всех упаковок следует проявлять осторожность, поскольку они могут не соответствовать согласованным спецификациям и сопровождающей документации. При инспектировании следует проводить проверку:

- (a) числа упаковок и их идентификации;
- (b) физической целостности упаковки;
- (с) уровней поверхностного загрязнения;
- (d) мощности внешней дозы для упаковки;
- (е) полноты документации.

6.4. При получении следует провести полное подтверждение содержимого упаковки, не нарушая целостности упаковки. Следует регистрировать информацию, полученную от пользователя, и данные, полученных в рамках контроля поступлений,.

7. ВЕДЕНИЕ УЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ОТЧЕТНОСТЬ

7.1. Для деятельности по обращению с радиоактивными отходами следует разработать надлежащую и всеобъемлющую систему регистрации. Информацию об инвентарных перечнях отходов следует должным образом регистрировать, обновлять (например, вносить данные об изменении характеристик отходов в ходе обработки), передавать (между стадиями обращения с отходами или другой ответственной организации) и сохранять, с

тем чтобы при необходимости в будущем был обеспечен доступ к соответствующей информации. Пользователю или оператору, ответственному за безопасность обращения с радиоактивными отходами, следует на регулярной основе рассматривать правильность функционирования системы регистрации данных. В инвентарный перечень следует включать связанные с безопасностью подробные ретроспективные сведения об изъятых из употребления закрытых источниках, рассматриваемых в качестве отходов. Следует обеспечивать, чтобы система регистрации данных позволяла отслеживать сведения об отходах с момента их сбора и вплоть до долгосрочного хранения и/или захоронения.

7.2. Пользователям и операторам следует обеспечивать надлежащее сохранение записей указанных ниже данных, касающихся основных характеристик радиоактивных отходов:

- (a) источник происхождения;
- (b) количество (объем и/или масса);
- (c) радиологические свойства;
- (d) физические и химические свойства;
- (e) классификация согласно национальной системе классификации отходов;
- (f) тепловые свойства, если применимо;
- (g) любые химические, патогенные или другие нерадиологические опасности, связанные с отходами, и концентрации опасных материалов.

Операторам следует предусматривать средства для сохранения планов площадки, технологических чертежей, спецификации и описаний технологических процессов, а также эксплуатационных процедур и связанных с безопасностью эксплуатационных инструкций и обеспечивать при необходимости их сохранение. Следует также надлежащим образом документировать результаты деятельности по программе обращения с отходами, предусматривающей и обеспечивающей системы безопасности, а также эксплуатационной деятельности.

7.3. Пользователю и оператору следует также регистрировать информацию, касающуюся безопасности установки по обращению с радиоактивными отходами перед их захоронением в течение ввода в эксплуатацию, эксплуатации, модернизации или снятия с эксплуатации.

7.4. Регулирующий орган может требовать регулярного представления отчетности. Отчеты могут включать:

- (a) подробные сведения о материале, освобожденном из-под регулирующего контроля, или о сбросах материала в окружающую среду;
- (b) подробные сведения об отработавших и/или изъятых из употребления источниках излучения, возвращенных поставщикам;
- (c) данные о текущем инвентарном количестве радиоактивных отходов, включая данные об идентификации, происхождении, месте нахождения, физических и химических характеристиках и, при необходимости, зарегистрированные данные о радиоактивных отходах, удаленных из установки;
- (d) сведения об используемых методах оценки безопасности;
- (e) результаты оценок безопасности;
- (f) результаты мониторинга эфлюентов и мониторинга окружающей среды;
- (g) результаты внутренних ревизий и другие выявленные данные, касающиеся безопасности обращения с радиоактивными отходами;
- (h) сведения об аварийных ситуациях, если таковые были, возникших во время обработки отходов, о принятых методах их устранения и об извлеченных уроках.

7.5. Если какие-либо радиоактивные отходы были утеряны или похищены или отсутствуют, или если был произведен сброс эфлюента с превышением установленных пределов, то пользователю и/или оператору следует незамедлительно проинформировать об этом регулирующий орган и представить в письменной форме доклад по данному вопросу и по принятым мерам.

7.6. Регулирующий орган может также требовать от пользователя или оператора представления на регулярной основе сводных данных о положении дел в отношении образования отходов и обращения с ними. Соответствующие требования изложены в [2, 14].

8. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

8.1. Пользователям и операторам следует создать и ввести в действие систему управления, обеспечивающую:

- (a) эффективную организацию всех видов деятельности, связанных с обращением с радиоактивными отходами и эксплуатацией, техническим обслуживанием и контролем систем согласно проектным характеристикам;

- (b) ведение документации и контроль и учет документации, касающейся обращения с радиоактивными отходами и связанных установок;
- (c) контроль над деятельностью по обращению с отходами в смысле соблюдения требований радиационной защиты и безопасности;
- (d) выработку и осуществление внутренних процедур, инструкций и программ по обращению с радиоактивными отходами с целью обеспечения соблюдения требований радиационной защиты и безопасности.

8.2. Управление и демонстрация качества обеспечиваются путем создания и внедрения формализованной системы управления с соответствующими связанными требованиями по обеспечению качества, одобренными регулирующим органом. Следует обеспечивать соответствие требований по обеспечению качества сложности осуществляемой деятельности и программе обращения с отходами. В них следует определить структуру управления и соответствующие обязанности, необходимую подготовку кадров, меры контроля, стандарты качества работы и методы оценки. Следует предусматривать, чтобы система управления обеспечивала соответствие деятельности по обращению с радиоактивными отходами условиям получения разрешения и способствовала предоставлению информации регулирующему органу.

8.3. Руководящие материалы по детальным компонентам систем управления приведены в [21]².

8.4. Пользователям и операторам следует на регулярной основе проводить аудиторскую проверку осуществления системы управления в своих

² МАГАТЭ в настоящее время проводит пересмотр норм безопасности в области управления качеством, выпущенных в Серии изданий по безопасности, № 50-C/SG-Q (1996). Пересмотренная Публикация по требованиям безопасности охватит системы управления для защиты и безопасности на всех установках и во всех видах деятельности. В пересмотренных публикациях был принят термин 'система управления'. Это отражает эволюцию подхода к обеспечению качества и охватывает все аспекты управления установками. Тем самым цели безопасности, охраны здоровья, охраны окружающей среды, физической безопасности, качественные и экономические цели сводятся в единую последовательную систему. Публикация по требованиям безопасности будет дополняться рядом Руководств по безопасности, включая руководства, содержащие тематические руководящие материалы для систем управления, систем управления для обеспечения безопасности переработки, манипулирования и хранения радиоактивных отходов, и систем управления для обеспечения безопасности захоронения радиоактивных отходов.

организациях. В случае выявления отклонений следует предлагать, принимать и документально регистрировать соответствующие корректирующие меры.

8.5. Следует предусмотреть, чтобы аудиторская проверка включала пересмотр процедур с целью устранения любых необоснованных сложных процедур, которые не способствуют обеспечению безопасности в рамках лицензированной активности.

Дополнение I

ТИПИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ИССЛЕДОВАНИЯХ И ОБРАЗОВАНИИ, И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Источники ионизирующего излучения производятся для широкого диапазона областей применения в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях, образовании и других областях. При первоначальном производстве радиоактивного материала и его разнообразном использовании образуются радиоактивные отходы в различных формах. В целом к таким отходам относятся отслуживший радиоактивный материал, который поэтому рассматривается в качестве отходов, загрязненные предметы, такие как бумага, пластмассовые перчатки и покрытия, газоразрядные счетчики, стеклянная посуда, промывочные жидкости и выделения пациентов, в организм которых вводились радионуклиды. Помимо таких обычных отходов, отходы различного состава могут также образовываться в результате инцидентов или аварий, связанных с радиоактивным материалом. Риски, связанные с отходами, и тем самым меры предосторожности, которые следует принимать, оказываются самыми различными в зависимости от применения, видов радионуклидов и их количеств.

I.2. Радиоактивный материал используется в двух различных формах. Закрытые источники используются в форме, для которой вероятность рассеяния радиоактивного содержимого весьма низка. Открытые источники подвержены рассеиванию, хотя материал в них объединен с химической средой. В таблицах 1 и 2 представлена информация об основных типах закрытых и открытых источников, используемых в промышленности и исследованиях.

ПРОИЗВОДСТВО РАДИОНУКЛИДОВ

I.3. Для производства радионуклидов используются ускорители заряженных частиц и ядерные реакторы, что приводит к образованию отходов. Радионуклиды, получаемые в ускорителях заряженных частиц и реакторах, производятся в мишенях и капсулах, которые извлекаются из установок для

обработки и очистки. Образуются небольшие объемы жидких отходов с относительно высокой активностью и более значительные объемы сухих, низкоактивных твердых отходов.

МЕДИЦИНСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

I.4. Радиоактивный материал применяется в медицине для диагностики, лечения и научных исследований, в том числе для:

- (a) радиоанализа *in vitro* для клинической диагностики и исследований с использованием открытых источников, содержащих радионуклиды;
- (b) использования *in vivo* радиофармпрепаратов для клинической диагностики, лечения и медицинских исследований с использованием открытых источников, содержащих радионуклиды;
- (c) радиотерапии с использованием закрытых источников, которые либо имплантируются пациенту, либо применяются во внешнем устройстве.

I.5. Коммерчески доступные наборы, содержащие количества радионуклидов порядка всего лишь нескольких килобеккерелей, используются для радиоанализа *in vitro*. Основным применяемым радионуклидом является ^{125}I , причем для каждого анализа обычно требуется весьма небольшая активность. После завершения каждого индивидуального анализа и по истечении срока действия набора, радиоактивный материал и радиоактивно загрязненные предметы обычно рассматриваются в качестве отходов.

I.6. Для основных применений *in vivo*, тип используемого радиофармпрепарата и его количество, вводимое пациенту, определяются конкретным органом, который необходимо исследовать или подвергнуть лечению. Из радионуклидов, используемых для визуализации, наиболее распространен $^{99\text{m}}\text{Tc}$, период радиоактивного полураспада которого составляет 6 часов. Обычно его получают элюированием в стерильной среде из коммерчески поставляемого генератора, центральная часть которого представляет собой ^{99}Mo . Поскольку период полураспада ^{99}Mo составляет 66 часов, генераторы необходимо заменять приблизительно каждую неделю. Отходы, образующиеся при подготовке активных веществ, меченных $^{99\text{m}}\text{Tc}$, такие, как использованные пробы, шприцы и тампоны, могут быть загрязнены радионуклидом. Однако вследствие короткого периода полураспада радиоактивность быстро снижается и поэтому такие отходы могут быть освобождены из-под регулирующего контроля и утилизированы как нерадиоактивные.

I.7. Такие радионуклиды, как ^{131}I , ^{32}P , ^{90}Y и ^{89}Sr , с активностью в диапазоне от 200 МБк до 11 ГБк вводятся пациентам с терапевтическими целями. В терапевтических применениях следует уделять надлежащее внимание радиоактивным загрязнителям, содержащимся в связанных с пациентами отходах, таких, как выделения и грязное белье.

I.8. Закрытые источники, содержащие другие радионуклиды, такие как ^{60}Co , ^{192}Ir и ^{137}Cs , используются для лечения пациентов: в качестве временных имплантатов, для терапии с наружным облучением и для облучения препаратов крови.

ТАБЛИЦА 1. ТИПИЧНЫЕ ОТКРЫТЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Радио- нуклид	Период полурас- пада	Основное применение	Типичная активность в применении	Характеристики отходов
^3H	12,3 г.	Радиомечение, биологические исследования, органический	До 50 ГБк	Растворители, твердые, жидкие
^{11}C	20,4 мес.	Позитронно-эмиссионная томография, исследования легочной вентиляции	До 2 ГБк	Твердые, жидкие
^{14}C	5730 лет	Медицинская диагностика	Менее 1 МБк	(Выдыхаемый CO_2)
		Биологические исследования	До 50 ГБк	Твердые, жидкие Растворитель
		Мечение изотопами	До 50 ГБк	
^{15}O	122 с	Позитронно-эмиссионная томография, исследования легочной вентиляции	До 2 ГБк	Твердые, жидкие
^{18}F	1,8 ч	Позитронно-эмиссионная томография	До 500 МБк	Твердые, жидкие
^{24}Na	15,0 ч	Биологические исследования	До 5 ГБк	Жидкие
^{32}P	14,3 сут	Терапевтическая ядерная медицина	До 200 МБк	Твердые, жидкие
^{33}P	25,4 сут	Биологические исследования	До 50 МБк	

ТАБЛИЦА 1. ТИПИЧНЫЕ ОТКРЫТЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Радио- нуклид	Период полурас- пада	Основное применение	Типичная активность в применении	Характеристики отходов
³⁵ S	87,4 сут	Медицинские и биологические исследования	До 5 ГБк	Твердые, жидкие
³⁶ Cl	3,01 x 10 ⁵ лет	Биологические исследования	До 5 МБк	Газообразные, твердые, жидкие
⁴⁵ Ca	163 сут	Биологические исследования	До 100 МБк	В основном твердые, немного жидких
⁴⁶ Sc	83,8 сут	Медицинские и биологические исследования	До 500 МБк	Твердые, жидкие
⁵¹ Cr	27,7 сут	Диагностическая ядерная медицина, биологические исследования	До 5 МБк До 100 МБк	Твердые В основном жидкие сбросы
⁵⁷ Co	271,7 сут	Диагностическая ядерная медицина, биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, жидкие
⁵⁸ Co	70,8 сут	Диагностическая ядерная медицина, биологические исследования	—	сбросы
⁵⁹ Fe	44,5 сут	Диагностическая ядерная медицина, биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, в основном жидкие
⁶⁷ Ga	3,3 сут	Диагностическая ядерная медицина	До 200 МБк	Твердые, жидкие
⁶⁸ Ga	68,2 мес.	Позитронно-эмиссионная томография	До 2 ГБк	Твердые, жидкие
⁷⁵ Se	120 сут	Диагностическая ядерная медицина	До 10 МБк	Твердые, жидкие
^{81m} Kr	13,3 с	Исследования легочной вентиляции	До 6 ГБк	Газообразные
⁸⁵ Sr	64,8 сут	Биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, жидкие
⁸⁶ Rb	18,7 сут	Медицинские и биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, жидкие
^{82m} Rb	6,2 ч	Диагностическая ядерная медицина	До 50 МБк	Твердые, жидкие
⁸⁹ Sr	50.5 сут	Терапевтическая ядерная медицина	До 300 МБк	Твердые, жидкие

ТАБЛИЦА 1. ТИПИЧНЫЕ ОТКРЫТЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Радио- нуклид	Период полурас- пада	Основное применение	Типичная активность в применении	Характеристики отходов
⁹⁰ Y	2,7 сут	Терапевтическая ядерная медицина, медицинские и биологические исследования	До 300 МБк	Твердые, жидкие
⁹⁵ Nb	35,0 сут	Медицинские и биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, жидкие
^{99m} Tc	6,0 ч	Диагностическая ядерная медицина, биологические исследования, генераторы нуклидов	До 100 ГБк	Твердые, жидкие
¹¹¹ In	2,8 сут	Клинические измерения, биологические исследования	До 50 МБк	Твердые, жидкие
¹²³ I	13,2 ч	Медицинские и биологические исследования, диагностическая ядерная медицина	До 500 МБк	Твердые, жидкие, иногда парообразные
¹²⁵ I	60,1 сут			
¹³¹ I	8,0 сут	Терапевтическая ядерная медицина	До 11 ГБк	
¹¹³ Sn	155,0 сут	Медицинские и биологические исследования	До 50 ГБк	Твердые, жидкие
¹³³ Xe	5,3 сут	Диагностическая ядерная медицина	До 400 МБк	Газообразные, твердые
¹⁵³ Sm	1,9 сут	Терапевтическая ядерная медицина	До 8 ГБк	Твердые, жидкие
¹⁶⁹ Er	9,3 сут	Терапевтическая ядерная медицина, диагностическая ядерная медицина	До 500 МБк	Твердые, жидкие
¹⁹⁸ Au	2,7 сут	Терапевтическая ядерная медицина, диагностическая ядерная медицина	До 500 МБк	Твердые, жидкие
²⁰¹ Tl	3,0 сут	Диагностическая ядерная медицина	До 200 МБк	Твердые, жидкие
²⁰³ Hg	46,6 сут	Биологические исследования	До 5 МБк	Твердые, жидкие

ТАБЛИЦА 2. ЗАКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЯХ

Применение	Радионуклид	Период полураспада	Активность источника излучения	Примечания
Денситометрия костных тканей	²⁴¹ Am	433,0 г.	110 ГБк	Подвижные установки
	¹⁵³ Gd	244,0 сут	140 ГБк	
	¹²⁵ I	60,1 сут	110 ГБк	
	²³⁹ Pu–Be	2,41 x 10 ⁴ лет		
Брахитерапия с ручным введением источника	¹⁹⁸ Au	2,7 сут	50–500 МБк	Небольшие переносные источники; использование прекращается
	¹³⁷ Cs	30,0 лет	30–300 МБк	
	²²⁶ Ra	1600 лет	50–500 МБк	
	³² P	14,3 сут		
	⁶⁰ Co	5,3 года	50–1500 МБк	
	⁹⁰ Sr	29,1 лет	50–1500 МБк	
	¹⁰³ Pd	17,0 лет	50–1500 МБк	
	¹²⁵ I	60,1 сут	200–1500 МБк	
	¹⁹² Ir	74,0 сут		
	¹⁰⁶ Ru	1,01 года		
Дистанционная брахитерапия с последова- тельным введением облучателя	¹³⁷ Cs	30,0 лет	0.03–10 МБк	Подвижные установки
	¹⁹² Ir	74,0 сут	200 ТБк	
Телетерапия	⁶⁰ Co	5,3 г.	50-1000 ТБк	Стационарные установки; использование постепенно прекращается, но некоторые установки хранятся в ожидании захоронения
	¹³⁷ Cs	30,0 лет	500 ТБк	
Облучение всей крови	⁶⁰ Co	5,3 г.	50-1000 ТБк	Стационарные установки
	¹³⁷ Cs	30,0 лет	2-100 ТБк	
Исследования	⁶⁰ Co	5,3 г.	До 750 ТБк	Стационарные установки
	¹³⁷ Cs	30,0 лет	До 13 ТБк	
Стерилизация	⁶⁰ Co	5,3 г.	До 40 ПБк	Стационарные установки

ТАБЛИЦА 2. ЗАКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МЕДИЦИНЕ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЯХ

Применение	Радионуклид	Период полураспада	Активность источника излучения	Примечания
Калибровочные источники,	^{63}Ni	100 лет	<4МБк	Стационарные установки в приборах или мобильных источниках
анатомические маркеры,	^{137}Cs	30,0 лет	<4МБк	
источники,	^{57}Co	271,7 сут	До 400 МБк	
используемые в качестве	^{226}Ra	1600 сут	<10 МБк	
эталонов в приборах	^{147}Pm	2,62 г.	<4 МБк	
	^{36}Cl	$3,01 \times 10^5$ лет	<4 МБк	
	^{129}I	$1,57 \times 10^7$ лет	<4 МБк	
Толщиномеры,	^{22}Na	2,6 г.		Передвижное оборудование
плотномеры,	^{55}Fe	2,6 г.	До 5 ГБк	
каротаж,	^{85}Kr	10,7 лет	До 100 ГБк	
детекторы	^{90}Sr	28,1 лет	До 10 ГБк	
влажности,	^{109}Cd	1,27 г.		
рентгеновская флюоресценция	^{134}Cs	2,1 г.	До 20 ГБк	
	^{137}Cs	30,0 лет	До 10 ГБк	Установлены в оборудовании
	^{147}Pm	2,62 г.	До 2 ГБк	
	$^{241}\text{Am}-\text{Be}$	433 г.	До 500 ГБк	
	^{238}Pu	87,7 лет	До 5 ГБк	
	^{252}Cf	2,6 г.	До 10 ГБк	
Нейтрали-затормозные статического электричества	^{210}Po	138 сут	До 20 ГБк	Передвижное оборудование
Электронно- захватные	^3H	12,3 лет	До 10 ТБк	Передвижное оборудование
детекторы	^{63}Ni	100 лет	До 50 ГБк	
Промышленная радиография	^{169}Yb	32 дня	До 1 ТБк	Передвижное оборудование
	^{160}Tm	128,6 сут	До 1 ТБк	
	^{60}Co	5,3 г.	До 15 ТБк	
	^{75}Se	120 сут	До 2 ТБк	
	^{192}Ir	74,0 дня	До 5 ТБк	

ПРИМЕНЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И ОБРАЗОВАНИИ

I.9. Исследования, в которых используются радионуклиды, могут включать следующие виды деятельности:

- (a) Производство и мечение радиоизотопами соединений, приводящие к образованию отходов таких радионуклидов, как ^3H , ^{125}I , ^{14}C или ^{32}P , с активностью порядка мегабеккерелей. Диапазон радионуклидов обычно довольно ограничен, а активность меченных радиоизотопами соединений низка.
- (b) Исследования метаболических, токсикологических или экологических путей распространения, связанных с широким диапазоном соединений, таких, как лекарственные средства, пестициды, удобрения и минералы. Работа может быть связана с такими областями, как изготовление новых лекарственных средств, растениеводство и исследования окружающей среды. Могут также использоваться животные, что приведет к появлению отходов в виде радиоактивных выделений, тел животных и подстилки для скота. Радионуклидами, наиболее часто используемыми при токсикологических исследованиях многих химических соединений и связанных с ними метаболических путей распространения, являются ^{14}C и тритий, поскольку они могут легко вводиться в состав сложных молекул, в то время как ^{33}P широко используется в качестве радиоиндикатора в генетике.
- (c) Разработку клинических процессов и применений готовых соединений (таких, как фармацевтические препараты) для проведения работ с участием людей, а также животных.
- (d) Исследования, связанные с ядерным топливным циклом, которые не выполняются на установке ядерного топливного цикла. Эти исследования обычно проводят в лабораториях с использованием небольшого количества делящегося материала (урана и плутония) и относительно долгоживущих продуктов деления, главным образом ^{137}Cs и ^{90}Sr . Образующиеся отходы включают твердые материалы и жидкости, содержащие продукты деления и делящийся материал.
- (e) Фундаментальные исследования в областях физики, материаловедения и биологии.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ДРУГИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

I.10. Закрытые источники излучения широко используются в различных промышленных применениях, включая неразрушающие испытания

(радиография и измерения) и стерилизация пищевых и других продуктов. Закрытые источники используются также при управлении технологическими процессами и для калибровки лабораторного оборудования. Основным радионуклидом присутствует в весьма концентрированной форме; суммарная активность зависит от применения и характера излучения источника. Закрытые источники рассматриваются в качестве отходов, если их активность снижается до такой степени, что они более не пригодны для использования в первоначальных целях, если устройство, в котором они размещены, устаревает или если в ходе регламентных испытаний были обнаружены утечки из источника.

I.11. Примером промышленного использования открытых источников в качестве радиоиндикаторов может быть оценка износа и коррозии ключевых компонентов установок и оборудования, например, износа деталей двигателей, облицовки печей и металлических поверхностей. Открытые источники могут также применяться при мониторинге работы станций по очистке сточных вод и изучении функционирования площадок для захоронения бытового мусора, движения подземных вод и дисперсии и разбавления охлаждающей воды или газообразных эфлюентов. В большинстве случаев используются короткоживущие радиоактивные индикаторы. Промышленные применения методов радиоизотопных радиоиндикаторов обычно имеют более значительные масштабы, чем лабораторные применения.

I.12. Закрытые и открытые источники используются также при обучении и инструктаже для целей аварийного планирования и гражданской обороны. Во всех этих применениях обычно образуются отходы весьма низкой активности.

ВИДЫ ОТХОДОВ

I.13. Радиоактивные отходы могут быть твердыми, жидкими или газообразными. Жидкие отходы могут быть далее подразделены на водные и органические, а твердые отходы на сжимаемые или несжимаемые и горючие или негорючие.

Водные радиоактивные отходы

I.14. В установках по производству радиоизотопов водные отходы образуются в результате химической обработки, главным образом травления и растворения материалов мишеней. Отходы малого объема обычно загрязнены

радионуклидными примесями. В зависимости от используемых химических процессов водные отходы могут иметь весьма высокую химическую активность.

I.15. Характер водных отходов, образующихся в лечебных учреждениях, определяется методами, используемыми в терапевтической и диагностической ядерной медицине. Большинство используемых в диагностике радионуклидов являются весьма короткоживущими (период полураспада менее 10 суток).

I.16. В лабораторных исследованиях метаболических путей могут использоваться животные. Животные могут использоваться на различных стадиях исследований, причем отходами являются радиоактивные выделения, кровь, туши животных и материалы подстилки. Некоторые из этих материалов могут стать частью потока водных отходов, создавая потенциальную биологическую опасность. В некоторых случаях для мечения микросфер, используемых в таких исследованиях, применяются более долгоживущие радионуклиды. Эти микросферы являются твердотельными образованиями, но они могут легко образовывать взвеси в жидких отходах. Тушки небольших животных могут также размачиваться до жидкого состояния и могут сбрасываться в качестве водосодержащих отходов.

I.17. Водные отходы также образуются при проведении радиохимического нейтронно-активационного анализа. Химический состав этих отходов может быть самым разным, но радионуклиды оказываются в основном относительно короткоживущими. В небольших ядерных исследовательских центрах жидкие отходы могут быть загрязнены короткоживущими радионуклидами и более долгоживущими радионуклидами, такими как ^{14}C и тритий. Объемы жидких отходов, образующихся у индивидуальных пользователей, как правило, невелики. Однако отходы процессов мечения радиоактивными изотопами могут иметь относительно высокую концентрацию активности и обычно их следует хранить отдельно от промывочных растворов более низкой активности. Использование альфа-излучающих радионуклидов (кроме соединений урана и тория) или относительно долгоживущих гамма-излучателей, таких как ^{137}Cs и ^{60}Co , представляется маловероятным.

I.18. Независимо от того, в какой области проводятся работы, может возникать необходимость очистки, дезактивации и/или дезинфекции загрязненного оборудования и установок, что приводит к образованию радиоактивных водных отходов, с которыми могут быть связаны биологические опасности. Эти отходы могут содержать большие количества комплексообразующих реагентов, используемых для растворения радиоактивных загрязнителей.

Жидкие органические радиоактивные отходы

I.19. Типичными жидкими органическими радиоактивными отходами являются масла для вакуумных насосов, смазочные масла и жидкости гидросистем, сцинтиллирующие растворы из аналитических лабораторий, растворители, остающиеся после проведения исследований по экстракции растворителем и аффинажу урана, и различные органические растворители. Большинство отходов этих типов образуется в результате проведения работ в ядерных исследовательских центрах. В зависимости от происхождения отходы содержат относительно небольшие количества бета- и гамма-излучающих радионуклидов. Объемы жидких органических отходов, образующихся в результате ядерных применений радионуклидов, обычно невелики по сравнению с количествами радиоактивных отходов других классов.

I.20. Отходы в виде органических сцинтиллирующих жидкостей обычно образуются при измерениях бета- и гамма-излучателей низкой энергии в материалах, состоящих из ароматических органических соединений и изучаемых проб. Наиболее распространенными радионуклидами, содержащимися в отходах, являются тритий и ^{14}C , а ^{125}I и ^{35}S встречаются менее часто.

I.21. В ходе различных операций может образовываться ряд неводорастворимых органических растворителей, в том числе четыреххлористый углерод, трихлорэтан и перхлорэтилен. При использовании небольших количеств смешиваемых с водой органических растворителей (таких как ацетон или спирт) их обычно рассматривают в качестве водных отходов.

I.22. В ядерных исследовательских центрах наиболее распространенным растворителем для экстракции урана и плутония является трибутилфосфат. В процессе экстракции трибутилфосфат разбавляют, обычно такой жидкостью, как керосин. Для экстракции тяжелых металлов могут использоваться другие органические соединения, включая три- и третичные аминосоединения, хотя их объемы обычно оказываются весьма небольшими по сравнению с объемом трибутилфосфата.

Твердые радиоактивные отходы

I.23. Большинство твердых отходов, образующихся в медицинских и научно-исследовательских лабораториях, относится к категории горючих отходов. В эту группу входят ткани, тампоны, бумага, картон, пластиковые массы, резиновые перчатки, защитная одежда и респираторы, туши животных и биологический материал.

I.24. К негорючим отходам относятся стеклянная посуда, металлолом и отходы, образующиеся при снятии с эксплуатации установок, на которых использовались радионуклиды.

I.25. Следует отметить, что эти категории не являются взаимно исключаящими. Данная классификация, которой следует пользоваться при разделении твердых отходов, базируется на ожидаемой степени уменьшения объема при компактировании или сжигании. Отходы, образовавшиеся в медицинской, промышленной, исследовательской и учебной деятельности, являются преимущественно горючими и могут также быть отнесены к категории допускающих прессование при условии отсутствия биологической опасности.

I.26. Мусор в составе твердых отходов представляет собой защитную одежду, пластиковые чехлы и мешки, резиновые перчатки и маты, чехлы для обуви, протирочные тряпки и полотенца. Большая часть этих материалов загрязнена лишь незначительно. Эти материалы возможно не имеют никакого поддающегося измерению радиоактивного загрязнения, но они первоначально классифицируются как радиоактивные отходы просто потому, что находились в контролируемых зонах. Допускается возможность очистки этого материала и его захоронения в качестве промышленных отходов [11]. Однако некоторые являющиеся отходами предметы могут быть значительно загрязнены, особенно если они непосредственно использовались в процедурах или экспериментах, связанных с открытыми радиоактивными источниками высокой активности.

I.27. Активность изъятых из употребления закрытых источников может быть самой различной в зависимости от их первоначального использования: она варьируется от нескольких килобеккерелей в случае контрольных источников до многих терабеккерелей в случае источников, используемых в телетерапии. Хотя на изъятые из употребления закрытые источники обычно приходится лишь небольшая доля объема радиоактивных отходов, образующихся у конкретного оператора, их активность может доминировать в общей активности образующихся отходов. Следует отметить, что хотя интенсивность излучения источников для телетерапии и других мощных источников может упасть ниже полезных уровней, возможность радиационного поражения излучением таких источников остается существенной. Следует отметить в частности, что источники ^{137}Cs для телетерапии обычно содержат соединения цезия в дисперсивной форме и представляют серьезную опасность в случае нарушения целостности их первичной защитной оболочки.

I.28. Отходы в виде загрязненных материалов и оборудования может образовываться в ходе медицинской или исследовательской деятельности и могут представлять собой компоненты демонтированных экспериментальных устройств или хирургические имплантаты. Они могут быть изготовлены из стекла, металла или пластмасс, а их активность может быть самой различной в зависимости от использования (см. таблицы I и II).

I.29. К активированным материалам могут относиться экранирующие материалы и оболочки для изотопов, используемые при производстве изотопов или испытаниях материалов в исследовательских реакторах. Их активность, как можно ожидать, будет определяться активностью ^{60}Co и других активированных примесей в стали. В случае производства с использованием циклотронов доминирующим нуклидом будет ^{65}Zn , получаемый из меди. Активность является функцией как облучения, так и периода распада. Такие предметы вряд ли будут либо горючими, либо допускающими прессование.

I.30. Концентрации активности в телах животных различны для разных видов животных и процедур проведения экспериментов. Эти тела могут представить биологическую и химическую опасность, если перед захоронением они подверглись разложению. Загрязненные долгоживущими радионуклидами туши животных требуют особенно тщательного рассмотрения, особенно когда сжигание не предусматривается в качестве варианта захоронения.

I.31. Снятие с эксплуатации установок по обращению с отходами перед их захоронением может приводить к образованию твердых отходов, представляющих собой строительные материалы, компоненты оборудования и почву. Основные типичными особенностями отходов, образующихся в процессе снятия с эксплуатации, являются относительно большие размеры предметов, представляющих собой отходы, и присутствие долгоживущих радионуклидов.

Газообразные или аэрозольные радиоактивные отходы

I.32. Газообразные или аэрозольные радиоактивные отходы могут образовываться в результате разнообразных ядерных применений. Конкретное медицинское применение связано с использованием в исследованиях вентиляции легких таких радиоактивных газов, как ^{133}Xe или $^{81\text{m}}\text{Kr}$ или $^{99\text{m}}\text{Tc}$, и короткоживущих излучателей позитронов, подобных ^{18}F и ^{11}C .

Дополнение II

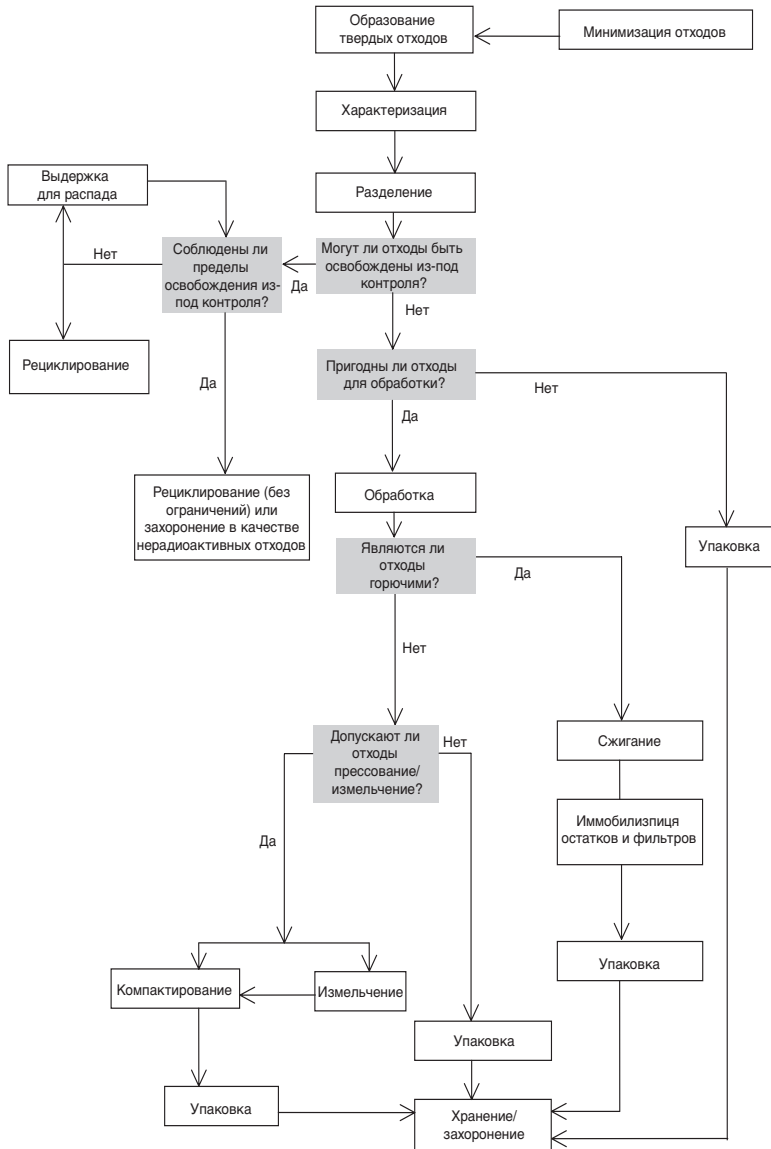
ПЛАН АНАЛИЗА НЕДОСТАТКОВ ДЛЯ ОЦЕНОК БЕЗОПАСНОСТИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ТАБЛИЦА 3. ПЛАН АНАЛИЗА НЕДОСТАТКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ
УПРОЩЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКЕ
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Стадии технологического процесса	Составить список всех этапов и интерфейсов процесса обращения с отходами
Опасность	Определить опасности для каждого этапа и интерфейс для нормальных и аномальных условий
Меры контроля	
Инженерно- технического	Предоставить информацию о мерах инженерно-технического контроля. Например, это могут быть, наряду с прочим, сведения об: устройствах защиты, удержании, экранировании, термо- и/или электроизоляции, устройствах и/или системах физической безопасности
Администра- тивного	Предоставить информацию о мерах административного контроля. Например, это могут быть, наряду с прочим, сведения об: эксплуатационных инструкциях, процедурах, пределах условиях, требованиях
Уменьшенный риск	Дать количественную оценку уменьшенного (контролируемого) риска для каждого этапа при нормальных и аномальных условиях после учета мер контроля
Чрезвычайные меры	Предоставить информацию о чрезвычайных мерах. Например, это могут быть, наряду с прочим, сведения об: оборудовании для радиационной и индивидуальной защиты, устройствах для отключения электропитания, внешних мероприятиях по обеспечению безопасности

Дополнение III

БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ



Дополнение IV

БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

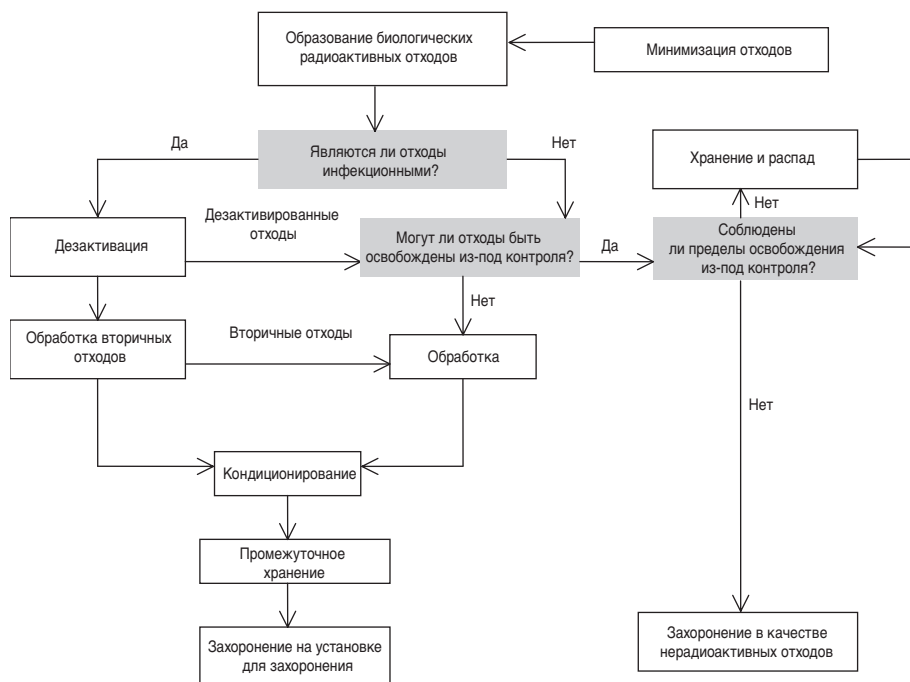


РИС. 2. Блок-схема иллюстрирующая основные стадии обращения с биологическими радиоактивными отходами

Дополнение V

БЛОК-СХЕМА ОПЕРАЦИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ИЗЪЯТЫМИ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ИЗЛУЧЕНИЯ

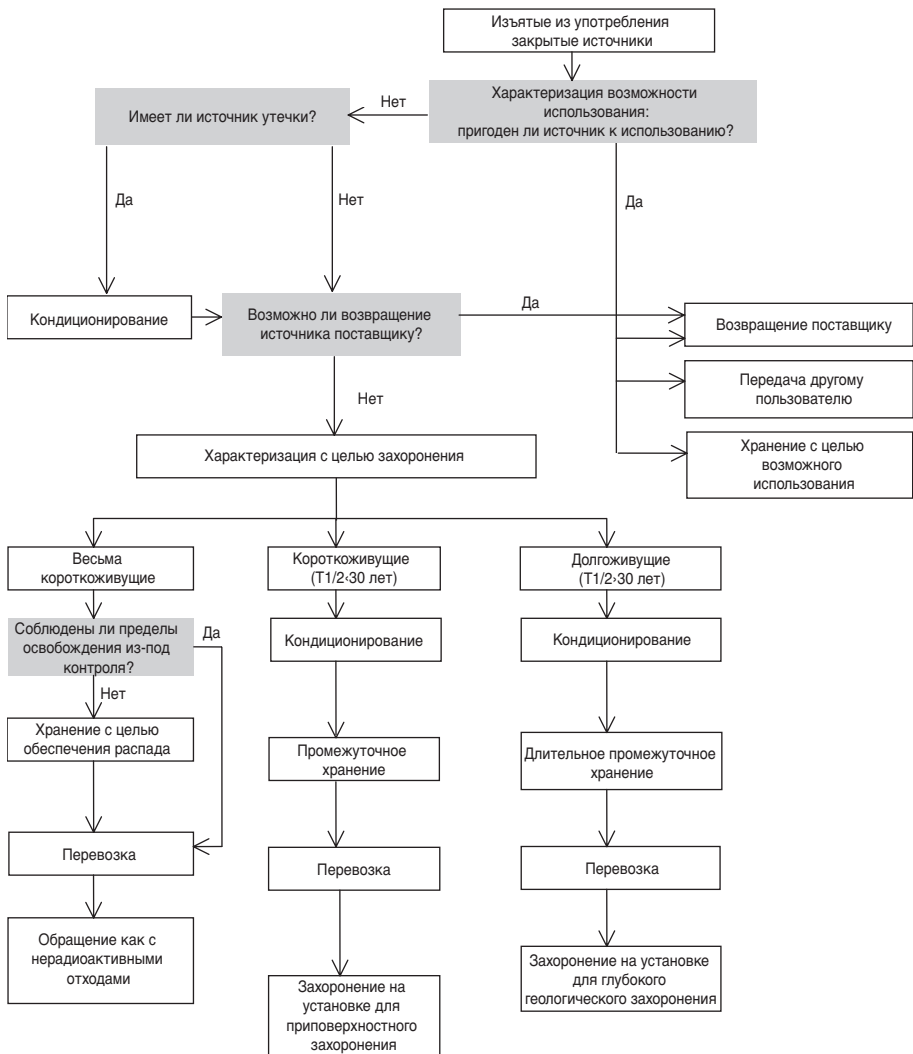


РИС. 3. Блок-схема, иллюстрирующая основные стадии обращения с изъятыми из употребления закрытыми источниками излучения

Дополнение VI

ИЗЪЯТЫЕ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ И ОТРАБОТАВШИЕ ИСТОЧНИКИ
ИЗЛУЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

Источники			Изотопы	Период распада	Категории	Применения		Оборудование для манипулирования		Мониторинг	Упаковка	Контейнер для хранения
α	Низко-активные	^{241}Am	432.2 г.	Детекторы дыма	Молниеотводы	Нейтрализаторы статич. электричества	Перчаточный бокс	Латексные перчатки	Обнаружение α излучения	Бочка с внутренней облицовкой из нержавеющей стали	Бочка с бетоном	
β, γ	Низко-активные	^{210}Po	138.38 сут	Нейтрализаторы статич. электричества				Латексные перчатки				
β, γ	Низко-активные	^{238}Pu	87.74 г.	Анализаторы рентгеновской флуоресценции			Перчаточный бокс		Обнаружение α излучения	Плотно закрытый контейнер	Бочка с бетоном	
β, γ	Низко-активные	^{239}Pu	24 181 г.	Детекторы дыма			Перчаточный бокс			Плотно закрытый контейнер		

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

Категории		Оборудование для манипулирования		Мониторинг		Упаковка		Контейнер для хранения	
Источники		Применения							
Изоотопы	Период распада								
^{241}Am	432,2 г.	Средства измерения	Анализаторы рентгеновской флюоресценции	Денситометрия костных тканей	Клещи	Бочка с внутренней облицовкой из нержавеющей стали	Бочка с бетоном		
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	28,2 г.	Средства измерения	Брахитерапия		Резиновые перчатки				
^{147}Pm	2,6 г.	Средства измерения			Резиновые перчатки				
^{63}Ni	100 г.	Электронно-захватные детекторы			Резиновые перчатки				
^{109}Cd	462,6 дня	Анализаторы рентгеновской флюоресценции			Резиновые перчатки				
^{60}Co	5,3 г.	Средства измерения	Калибровка	Защитный экран	Клещи	Обнаружение β , γ -излучения	Емкость со свинцовой защитой	Бочка с бетоном и свинцом	

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

Источники			Изотопы	Период распада	Категории	Применения		Оборудование для манипулирования	Мониторинг	Упаковка	Контейнер для хранения
β, γ	Высоко-активные	Коротко-живущие	¹³⁷ Cs	30,2 г.	Средства измерения	Калибровка	Защитный экран	Клещи	Емкость со свинцовой защитой	Бочка с бетоном и свинцом	
			¹⁹² Ir	73,8 дня	Гаммаграфия	Горячая камера со свинцовой защитой	Манипуляторы	Обнаружение β, γ излучения	Емкость со свинцовой защитой	Бочка с бетоном	
			¹⁷⁰ Tm	134 дня	Гаммаграфия	Защитный экран	Клещи	Контейнер из нержавеющей стали			
			¹⁶⁹ Yb	32 дня	Гаммаграфия	Защитный экран	Клещи				
β, γ	Высоко-активные	Долго-живущие	⁷⁵ Se	120 суток	Гаммаграфия	Защитный экран	Клещи				
			⁶⁰ Co	5,3 г.	Гаммаграфия	Горячая камера со свинцовой защитой	Манипуляторы	Обнаружение β, γ излучения	Свинцовый контейнер	400 L drum with concrete	

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

Категории			Оборудование для манипулирования		Мониторинг	Упаковка	Контейнер для хранения
Источники	Изотопы	Период распада	Применения				
Специальные	^{60}Co	5,3 г.	Телегерация	Горячая камера со свинцовой защитой	Манипуляторы	Свинцовый контейнер	от concrete container
	^{60}Co	5,3 г.	Облучатели	Горячая камера со свинцовой защитой	Манипуляторы	Специальный, подлежит определению	Специальный, подлежит определению
	^{137}Cs	30,2 г.	Облучатели	Горячая камера со свинцовой защитой	Манипуляторы	Специальный, подлежит определению	Специальный, подлежит определению

	^{226}Ra	1600 лет	Молниеотводы	Нейтрализаторы статического электричества	Клещи	Обнаружение γ излучения	Плотно закрытый контейнер
	^{85}Kr	10,7 лет	Средства измерения	Молниеотводы	Клещи	Контроль воздуха	Контейнер со свинцовой защитой

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

Источники		Изотопы	Период распада	Категории	Применения		Оборудование для манипулирования		Мониторинг	Упаковка	Контейнер для хранения
		^3H	12,3 г.	Электронно-захватные детекторы	Анализаторы рентгеновской флюоресценции	Перчаточный бокс	Клещи	Контроль ^3H	Бочка с внутренней облицовкой из нержавеющей стали	Бочка с бетоном	
Нейтронные											
Нейтронные		$^{241}\text{Am}/\text{Be}$	432,2 г.	Детекторы влажности	Каротаж нефтяных скважин		Нейтронная защита	Детектор нейтронов		Нейтронная защита	
Нейтронные		^{252}Cf	2,65 г.	Детекторы влажности	Каротаж нефтяных скважин	Брахитерапия	Нейтронная защита				
Нейтронные		$^{226}\text{Ra}/\text{Be}$	1600 г.	Детекторы влажности	Каротаж нефтяных скважин		Нейтронная защита				
Нейтронные		$^{238}\text{Pu}/\text{Be}$	87,74 г.	Детекторы влажности	Калибровочный прибор		Нейтронная защита				

Дополнение VII

СТРАТЕГИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ НАХОЖДЕНИЯ ОТРАБОТАВШИХ И/ЛИ ИЗЪЯТЫХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

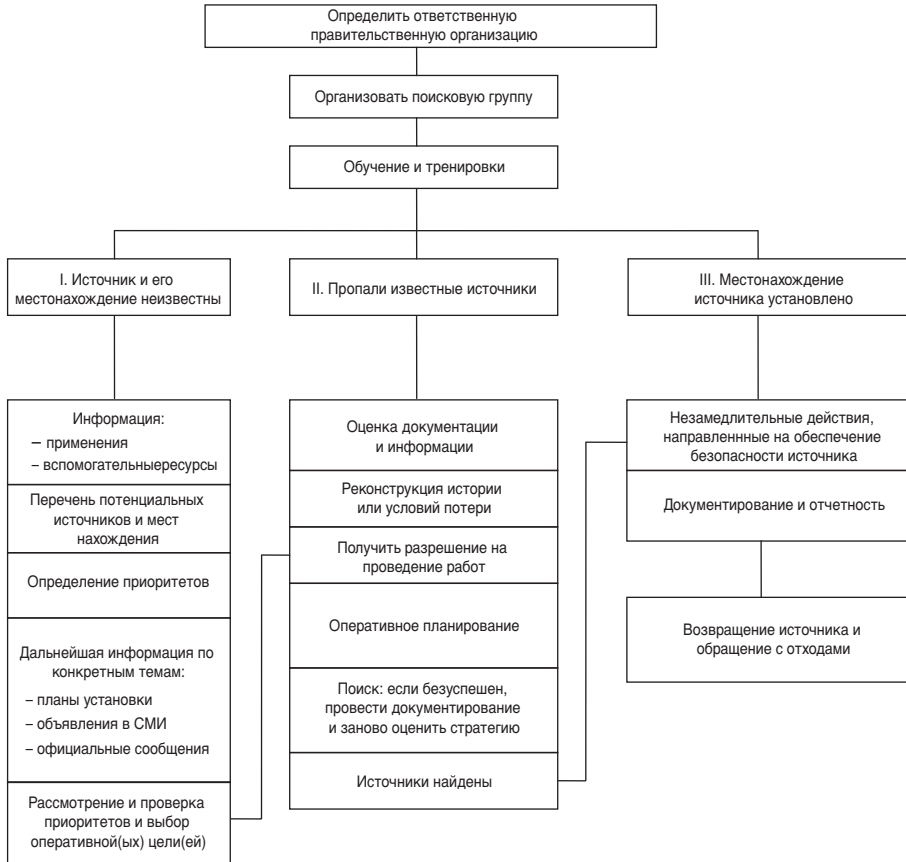


РИС. 4. Пример стратегии идентификации и определения мест нахождения отработавших и/или изъятых из употребления закрытых источников излучения

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности, № 111F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № WS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Tammiku, IAEA, Vienna (1998).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Радиационная авария в Гоянии, МАГАТЭ, Вена (1990).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Irradiation Facilities, IAEA, Vienna (1996).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Low and Intermediate Level Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.5, IAEA, Vienna (2003).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № WS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов (издание 1996 года, с внесенными в него изменениями 2003 года), Серия норм безопасности МАГАТЭ № TS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.1 (ST-2), IAEA, Vienna (2002).
- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Регулирующий контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Вывод из эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских установок, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № WS-G-2.2, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [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] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Культура безопасности, Серия ИНСАГ № 4, МАГАТЭ, Вена, (1991).
- [17] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Радиационная защита при профессиональном облучении, Серия норм МАГАТЭ по безопасности № RS-G-1.1, Вена (1999).
- [18] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, Оценка профессионального облучения вследствие поступления радионуклидов, Серия норм МАГАТЭ по безопасности No. RS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, Оценка профессионального облучения от внешних источников ионизирующего излучения, Серия норм МАГАТЭ по безопасности №. RS-G-1.3, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [20] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И РАЗВИТИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Готовность и реагирование в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации, Серия изданий МАГАТЭ по безопасности № GS-R-2, , (2004).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок, Свод положений и руководства по безопасности, Q1Q14, Серия изданий по безопасности, № 50C/SG-Q, МАГАТЭ, Вена (1998).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Abe, M.	Научно-исследовательский институт по атомной энергии Японии, Япония
Batandjieva, B.	Международное агентство по атомной энергии
Burcl, R.	Международное агентство по атомной энергии
Carlsson, S.	Uddevalla Hospital, Швеция
Conlon, P.	Совет по контролю за использованием атомной энергии, Канада
De Pahissa, M.	Comisión Nacional de Energía Atómica, Аргентина
El-Sourougy, M.	Управление по атомной энергии, Египет
Fitzpatrick, B.	Международное агентство по атомной энергии
Griffiths, H.	Royal Hallamshire Hospital, Соединенное Королевство
Holub, J.	Institute for Research, Production and Application of Radioisotopes, Чешская Республика
Linsley, G.	Международное агентство по атомной энергии
Martens, B.R.	Bundesamt für Strahlenschutz, Германия
Metcalf, P.	Международное агентство по атомной энергии
Miaw, S. T. W.	Международное агентство по атомной энергии
Ожован, М.	Научно-промышленное объединение 'Радон', Российская Федерация
Piccione, J.M.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки
Risoluti, P.	Agency for New Technologies, Energy and Environment, Италия
Roberts, P.	AEA Technology plc, Соединенное Королевство
Sjžebloom, K.L	Международное агентство по атомной энергии
Цыпленков, В.С.	Международное агентство по атомной энергии
Weedon, C.J.	Агентство по охране окружающей среды, Соединенное Королевство

ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

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.*

Комиссия по нормам безопасности

Аргентина: Oliveira, A.; Австралия: Loy, J.; Бразилия: Souza de Assis, A.; Канада: Pereira, J.K.; Китай: Li, G.; Чешская Республика: Drabova, D.; Дания: Ulbak, K.; Египет: Abdel-Hamid, S.B.; Франция: Lacoste, A.-C.; Германия: Majer, D.; Индия: Sukhatme, S.P.; Япония: Abe, K.; Корея, Республика: Eun, Y.-S.; Пакистан: Hashimi, J.; Российская Федерация: Малышев, А.Б.; Испания: Azuaga, J.A.; Швеция: Holm, L.-E.; Швейцария: Schmocker, U.; Соединенное Королевство: Williams, L.G. (председатель); Соединенные Штаты Америки: Virgilio, M.; МАГАТЭ: Karbassioun, A.; Европейская комиссия: Waeterloos, C.; Международная комиссия по радиологической защите: Holm, L.-E.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Shimomura, K.

Комитет по нормам ядерной безопасности

*Аргентина: Sajaroff, P.; Австралия: MacNab, D.; *Беларусь: Судаков, И.; Бельгия: Govaerts, P.; Бразилия: Salati de Almeida, I.P.; Болгария: Гантчев, Т.; Канада: Hawley, P.; Китай: Wang, J.; Чешская Республика: Buchm, K.; *Египет: Hassib, G.; Финляндия: Reiman, L. (председатель); Франция: Saint Raymond, P.; Германия: Feige, G.; Венгрия: Vircs, L.; Индия: Kushwaha, H.S.; Ирландия: Hone, C.; Израиль: Hirshfeld, H.; Япония: Yamamoto, T.; Корея, Республика: Lee, J.-I.; Литва: Демченко, М.; *Мексика: Delgado Guardado, J.L.; Нидерланды: de Munk, P.; *Пакистан: Hashimi, J.A.; *Перу: Ramnrez Quijada, R.; Российская Федерация: Баклушин, Р.П.; Южная Африка: Bester, P.J.; Испания: Mellado, I.; Швеция: Jende, E.; Швейцария: Aeberli, W.; *Тайланд: Tanipanichskul, P.; Турция: Alten, S.; Соединенное Королевство: Hall, A.; Соединенные Штаты Америки: Mayfield, M.E.; Европейская комиссия: Schwartz, J.-C.; 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: Melbourne, A.; *Беларусь: Рыдлевский, Л.; Бельгия: Smeesters, P.; Бразилия: Amaral, E.; Канада: Bundy, K.; Куба: Betancourt Hernandez, A.; 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: Colgan, T.; Израиль: Laichter, Y.; Италия:*

Sgrilli, E.; Япония: Yamaguchi, J.; 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: Uslu, I.; Украина: Лихтарев, И.А.; Соединенное Королевство: Robinson, I. (председатель); Соединенные Штаты Америки: Paperiello, C.; Европейская комиссия: Janssens, A.; МАГАТЭ: Boal, T. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международное бюро труда: Niu, S.; Международная ассоциация радиационной защиты: Webb, G.; Международная организация по стандартизации: Perrin, M.; Международная ассоциация радиационной защиты: Webb, G.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Lazo, T.; Панамериканская организация здравоохранения: Jimenez, P.; Научный комитет ООН по действию атомной радиации: Gentner, N.; Всемирная организация здравоохранения: Carr, Z.

Комитет по нормам безопасности перевозки

Аргентина: Lypetz Vietri, J.; Австралия: Colgan, P.; *Беларусь: Зайцев, С.; Бельгия: Cottens, E.; Бразилия: Mezrahi, A.; 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: Sbför, J.; Индия: Nandakumar, A.N.; Ирландия: Duffy, J.; Израиль: Koch, J.; Италия: Trivelloni, S.; Япония: Saito, T.; Корея, Республика: Kwon, S.-G.; Нидерланды: Van Halem, H.; Норвегия: Hornkjul, S.; *Перу: Regalado Campaca, 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: Kuksal, M.E.; Соединенное Королевство: Young, C.N. (председатель); Соединенные Штаты Америки: Brach, W.E.; McGuire, R.; Европейская комиссия: Rossi, L.; Международная ассоциация воздушного транспорта: Abouchaar, J.; МАГАТЭ: Wangler, M.E. (координатор); 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: Siraky, 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: Ihleneschlaeger, 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: Song, W.;

**Мадагаскар: Andriambolona, R.; Мексика: Aguirre GÚmez, J.; Нидерланды: Selling, H.; Норвегия: Sorlie, A.; Пакистан: Hussain, M.; *Перу: Gutierrez, M.; Российская Федерация: Полуэктов, П.П.; Словацкая Республика: Konecny, L.; Южная Африка: Pather, T.; Испания: Lypez de la Higuera, Ruiz Lypez, C.; Швеция: Wingefors, S.; Швейцария: Zurkinden, A.; *Таиланд: Wangcharoenroong, B.; Турция: Osmanlioglu, A.; Соединенное Королевство: Wilson, C.; Соединенные Штаты Америки: Greeves, J.; Wallo, A.; Европейская комиссия: Taylor, D.; МАГАТЭ: Hioki, K. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация по стандартизации: Hutson, G.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Riotte, H.*

Обеспечение безопасности посредством международных норм

“Нормы МАГАТЭ стали ключевым элементом глобального режима обеспечения безопасности полезного применения ядерных и радиационных технологий.

Нормы безопасности МАГАТЭ применяются при производстве ядерной энергии, а также в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании с целью обеспечения надлежащей защиты людей и охраны окружающей среды”.

Мохамед ЭльБарадей
Генеральный директор МАГАТЭ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА

ISBN 92-0-400806-7

ISSN 1020-5845