

Нормы МАГАТЭ по безопасности

для защиты людей и охраны окружающей среды

Хранение радиоактивных отходов

Руководство по безопасности

№ WS-G-6.1



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ, № WS-G-6.1

ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2008 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

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

Группа продажи и рекламы
Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
1400 Vienna, Austria
факс: +43 1 2600 29302
тел.: +43 1 2600 22417
эл. почта: sales.publications@iaea.org
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2008
Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Май 2008

ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2008
STI/PUB 1254
ISBN 978-92-0-404608-3
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 свод регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении стал ключевым элементом глобального режима безопасности.

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

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

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

ядерной и радиационной безопасности в энергетике, медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании.

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

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.6)	1
	Цель (1.7)	3
	Область применения (1.8–1.12)	3
	Структура (1.13)	4
2.	ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ...	5
3.	ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ	6
	Общие соображения (3.1–3.3)	6
	Обязанности правительства (3.4–3.5)	7
	Обязанности регулирующего органа (3.6–3.10)	7
	Обязанности операторов (3.11–3.20)	8
	Система управления (3.21–3.22)	10
4.	ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНИЛИЩ ОТХОДОВ (4.1–4.19)	11
5.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕБОЛЬШИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ.	15
	Общие соображения (5.1–5.9)	15
	Хранение с целью снижения уровня радиоактивности (5.10–5.13)	17
	Аварийная готовность (5.14)	18
	Упаковка отходов (5.15–5.18)	18
	Проектирование небольших хранилищ радиоактивных отходов (5.19–5.30)	19
	Эксплуатация небольших хранилищ радиоактивных отходов (5.31–5.38)	22
6.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КРУПНЫХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ.	24
	Общие положения (6.1–6.3)	24
	Аварийная готовность (6.4)	25

Разработка документации по безопасности (6.5)	25
Определение характеристик и критерии приемлемости радиоактивных отходов (6.6–6.9).	26
Форма отходов и упаковки с отходами (6.10–6.20)	27
Проектирование хранилищ радиоактивных отходов (6.21–6.62)	30
Ввод в эксплуатацию хранилищ радиоактивных отходов (6.63–6.64).	39
Эксплуатация хранилищ радиоактивных отходов (6.65–6.83)	39
Снятие с эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов (6.84–6.85).	44
Долгосрочное хранение радиоактивных отходов (6.86–6.90)	44
 ДОБАВЛЕНИЕ: ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ	47
 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	53
 СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	57
 ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ	59

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы образуются в рамках широкого спектра видов деятельности, в которых применяются самые различные радиоактивные материалы, связанные, например, с эксплуатацией ядерных установок, использованием закрытых радиоактивных источников в промышленности, использованием антропогенных радионуклидов в больницах и лабораториях, а также снятием таких установок с эксплуатации. Физические, химические и радиологические характеристики отходов, образующихся в результате осуществления этих видов деятельности, имеют широкие различия.

1.2. Принципы и требования безопасного обращения с радиоактивными отходами с целью защиты здоровья человека и окружающей среды установлены в разработанных МАГАТЭ нормах безопасности: "Основополагающие принципы безопасности" [1], "Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки" [2], "Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации" [3] и "Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения" (ОНБ) [4]. В настоящем Руководстве по безопасности и нескольких связанных с ним руководствах по безопасности [5–7] предоставляются рекомендации по применению этих принципов путем выполнения этих требований в отношении хранения радиоактивных отходов.

1.3. После того, как они образовались, необработанные радиоактивные отходы перед захоронением могут быть подвергнуты ряду процессов обращения с отходами, таких как манипулирование, обработка и кондиционирование. На некоторых этапах этих процессов радиоактивные отходы могут подлежать хранению. Таким образом, радиоактивные отходы будут храниться в обработанной и необработанной формах и в течение различных периодов времени.

1.4. Существует много причин, по которым радиоактивные отходы необходимо хранить в течение различных периодов времени. Можно привести следующие примеры:

- (a) обеспечить возможность распада короткоживущих радионуклидов до такого уровня, на котором радиоактивные отходы могут быть освобождены от регулирующего контроля (освобождение) или разрешены для утилизации или рециклирования и повторного использования;
- (b) собрать и накопить достаточное количество радиоактивных отходов до их передачи на другую установку для обработки и кондиционирования;
- (c) собрать и накопить достаточное количество радиоактивных отходов до их захоронения;
- (d) уменьшить коэффициент тепловыделения высокоактивных радиоактивных отходов до их захоронения и, в некоторых случаях, до принятия мер по обращению с ними перед захоронением;
- (e) обеспечить возможность долгосрочного хранения радиоактивных отходов в тех государствах, которые не имеют подходящей установки для захоронения.

Примеры a), b) и c) обычно встречаются в небольших хранилищах радиоактивных отходов, где хранение является второстепенным по отношению к главной цели установки. Примеры d) и e) обычно ассоциируются с более крупными установками, где осуществляются обработка и хранение отходов с установок ядерного топливного цикла, а также с централизованных установок, на которых собираются и обрабатываются отходы, поступающие от многих мелких пользователей радиоактивных источников.

1.5. Срок хранения может быть весьма различным и составлять лишь несколько дней, недель или месяцев в случае хранения с целью распада или хранения до передачи отходов на другую установку. Длительные сроки хранения в течение многих лет в случае высокоактивных отходов могут быть необходимы для охлаждения или для долгосрочного хранения радиоактивных отходов, для которых еще отсутствует какой-либо вариант захоронения.

1.6. Хранилище может быть расположено на установке, где образуются отходы, такой как АЭС, больница или лаборатория, или может представлять собой отдельный объект, такой как централизованная установка или национальная установка для обработки и хранения. Виды хранилищ могут варьироваться от надежных сейфов и шкафов в лабораториях до крупных хранилищ, построенных для обслуживания АЭС.

ЦЕЛЬ

1.7. Целью настоящего Руководства по безопасности является обеспечение регулирующих органов и операторов, в результате деятельности которых образуются радиоактивные отходы или которые осуществляют обращение с такими отходами, рекомендациями по выполнению требований, установленных в справочном материале [3] по безопасному хранению радиоактивных отходов. Предоставляемые рекомендации применимы ко всем хранилищам, хотя небольшим и крупным хранилищам посвящены отдельные разделы. "Хранение" означает содержание радиоактивных отходов в установке, которая обеспечивает их изоляцию, с намерением их последующего извлечения.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.8. Настоящее Руководство по безопасности применяется к хранению твердых, жидких и газообразных радиоактивных отходов на самых различных установках, в том числе на тех, где отходы образуются, обрабатываются и кондиционируются. Виды хранилищ могут варьироваться, начиная от надежных сейфов и шкафов в лабораториях, включая более крупные, специально выделенные зоны, такие как помещения или здания, и заканчивая большими площадками, конкретно предназначенными для хранения радиоактивных отходов.

1.9. В настоящем Руководстве по безопасности не рассматривается:

- (a) хранение отходов, образующихся в результате добычи и обработки урановых и ториевых руд и полезных ископаемых;
- (b) хранение других отходов, содержащих повышенные концентрации радионуклидов природного происхождения, а также отходов, образующихся в результате деятельности по обработке полезных ископаемых;
- (c) мокрое или сухое хранение отработавшего ядерного топлива, которое рассматривается в справочных материалах [6, 8–10].

1.10. В практической деятельности можно столкнуться с широким разнообразием типов отходов и потребностей в хранении с точки зрения, например, длительности хранения, инвентарного количества радиоактивных материалов, периодов полураспада радионуклидов и связанных с ними радиологических рисков. Поэтому ожидается, что предоставляемый руководящий материал будет применяться в соответствии с конкретными

требованиями безопасности для каждой ситуации хранения. При дифференцированном подходе к применению требований безопасности [11, 12] осуществление мер безопасности должно быть соразмерным характеру и уровню риска, связанного с типами отходов и инвентарным количеством радионуклидов. Регулирующему органу следует предоставить рекомендации относительно степени актуальности и пригодности различных аспектов настоящего Руководства по безопасности для конкретного хранилища.

1.11. Настоящее Руководство по безопасности предназначается для применения к новым установкам, но может также применяться и к существующим установкам. В зависимости от соответствующего риска, следует проводить рассмотрение вопросов безопасности существующих установок с целью определения необходимости принятия мер по ее повышению.

1.12. Могут существовать значительные нерадиологические риски, связанные с хранением радиоактивных отходов. В настоящем Руководстве по безопасности даются ограниченные рекомендации относительно мер, которые следует принимать в этом отношении. Если нерадиологические свойства, такие как коррозионность, воспламеняемость, взрывчатость, токсичность и патогенность могут влиять на безопасное управление радиологическим риском, то их следует принимать во внимание при проведении оценки безопасности. У соответствующего регулирующего органа следует запрашивать рекомендации относительно нерадиологических рисков в таких областях, как гигиена труда и техника безопасности на производстве и охрана окружающей среды.

СТРУКТУРА

1.13. В настоящем Руководстве по безопасности предлагаются конкретные рекомендации для небольших и крупных хранилищ, а также общие рекомендации как для небольших, так и крупных установок. В разделах 2 и 3 рассматриваются, соответственно, защита здоровья человека и охрана окружающей среды, а также функции и обязанности. В разделе 4 кратко излагаются общие соображения безопасности хранения радиоактивных отходов, которые относятся как к небольшим, так и крупным хранилищам. В разделах 5 и 6 предлагаются рекомендации относительно учета вопросов безопасности при проектировании и эксплуатации небольших и крупных хранилищ, соответственно. В Добавлении содержится информация о применении оценки безопасности к хранению радиоактивных отходов.

2. ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1. Требования в отношении радиационной защиты установлены в ОНБ [4]. В частности требуется, чтобы радиационная защита любых лиц, подвергающихся облучению вследствие хранения радиоактивных отходов, была оптимизирована (см. пункты 2.24 и 2.25 ОНБ [4]) с должным учетом граничных доз, а облучения отдельных лиц удерживались в конкретно установленных пределах дозы.

2.2. При хранении радиоактивных отходов следует обеспечивать защиту здоровья человека и охрану окружающей среды, как в настоящее время, так и в будущем, без наложения чрезмерного бремени на будущие поколения [1]. Требования безопасности, установленные в разделе 2 справочного материала [3] в отношении защиты здоровья человека и охраны окружающей среды, применимы к хранению радиоактивных отходов.

2.3. При проектировании и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов требуется обеспечить защиту работников, населения и окружающей среды в соответствии с требованиями и принципами справочных материалов [1, 4], с тем чтобы:

- (а) дозы облучения, получаемые работниками и населением вследствие деятельности по хранению отходов, не превышали соответствующих пределов, установленных в ОНБ;
- (б) хранилища проектировались и эксплуатировались таким образом, чтобы радиационная защита работников и населения была оптимизирована в соответствии с требованиями ОНБ;
- (с) последствия любой прогнозируемой ошибки или аварийной ситуации были бы такими, чтобы защитные действия носили оптимизированный характер в соответствии с ОНБ.

2.4. Сбросы с хранилищ в окружающую среду следует контролировать в соответствии с рекомендациями, предоставленными в справочном материале [13], и любыми условиями, предъявляемыми регулирующим органом в отношении конкретной установки.

2.5. Надлежащий характер мер контроля, принимаемых для ограничения облучения работников, следует проверять посредством индивидуального дозиметрического контроля и дозиметрического контроля территории.

2.6. При образовании и хранении отходов, а также на последующих этапах обращения, следует воспитывать и поддерживать культуру безопасности с целью поощрения критического и конструктивного отношения к защите и безопасности и исключения самоуспокоенности [4, 14].

3. ФУНКЦИИ И ОБЯЗАННОСТИ

ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

3.1. Хранение отходов следует осуществлять в рамках соответствующей национальной правовой базы, которая обеспечивает четкое распределение обязанностей [2] и эффективный регулирующий контроль за установками и видами деятельности [3]. Следует, чтобы национальная правовая база обеспечивала также выполнение других соответствующих национальных и международных обязательств. Требования к созданию национальной базы и определению обязанностей регулирующего органа в отношении обеспечения безопасности, в том числе безопасности хранения радиоактивных отходов, установлены в справочном материале [2]. Применимые международные обязательства установлены в Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами [15].

3.2. Обращение с радиоактивными отходами может повлечь передачу отходов от одного оператора другому. Следует, чтобы правовая база включала положения, обеспечивающие четкое распределение ответственности за обеспечение безопасности в течение всего процесса обращения перед захоронением, в особенности, в отношении хранения и, в том числе, любой передачи между операторами. Непрерывность ответственности за обеспечение безопасности следует обеспечивать посредством выдачи разрешений регулирующим органом. На передачи между государствами следует получить разрешения от каждого соответствующего национального регулирующего органа.

3.3. Регулирующие и эксплуатационные обязанности по обращению с радиоактивными отходами следует четко определить и функционально разграничить. На одну и ту же организацию не следует возлагать как

эксплуатационную, так и регулирующую обязанность по обращению с отходами.

ОБЯЗАННОСТИ ПРАВИТЕЛЬСТВА

3.4. Правительство несет ответственность за разработку национальной политики и стратегии обращения с радиоактивными отходами и обеспечение правовой базы, требующейся для осуществления этой политики и стратегии. При осуществлении политики и стратегии обращения с радиоактивными отходами следует учитывать типы хранилищ, которые подходят для национального инвентарного количества отходов.

3.5. Правительству следует проводить с заинтересованными сторонами (т.е. теми, которые принимают участие в деятельности по обращению с отходами или затрагиваются ею) консультации по вопросам, связанным с разработкой политики и стратегии, оказывающих воздействие на безопасность крупных хранилищ радиоактивных отходов.

ОБЯЗАННОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

3.6. Регулирующему органу следует предоставлять операторам рекомендации относительно требований, предъявляемых к хранению радиоактивных отходов и освобождению материала (т.е. выведению из-под какого-либо дальнейшего регулирующего контроля). Круг обязанностей может включать содействие техническому вкладу в определение политики, принципов безопасности и связанных с ними критериев, а также установление регулирующих положений или условий с целью их использования в качестве основы регулирующих действий (см. справочный материал [3], пункты 3.1 и 3.2). При выполнении своих обязанностей регулирующему органу следует осуществлять соответствующие функции, определенные в справочном материале [2].

3.7. С учетом широкого диапазона потенциальных рисков, в зависимости от характера установки, следует применять дифференцированный регулирующий подход, соразмерный уровню риска. Для проведения многих операций в небольших хранилищах может быть достаточным выдавать разрешения в форме регистрации; разрешение небольшому хранилищу следует покрывать разрешением, выданным установке, на которой используются источники излучений. Для крупных хранилищ, вероятно, понадобится лицензирование с целью обеспечения требуемого уровня контроля.

3.8. Общие рекомендации по рассмотрению и оценке безопасности ядерных установок, в том числе хранилищ радиоактивных отходов, регулирующим органом содержатся в справочном материале [16]. Рекомендации по документированию процесса регулирования ядерных установок содержатся в справочном материале [17]. Рекомендации, касающиеся элементов национальной регулирующей инфраструктуры, необходимой для достижения надлежащего уровня защиты и безопасности источников излучений, которые используются в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании, содержатся в справочном материале [18].

3.9. Поскольку отходы могут храниться в течение длительных сроков до захоронения, регулирующему органу следует подтвердить, что оператор обеспечивает необходимые кадровые, технические и финансовые ресурсы на время всего жизненного цикла хранилища, в той степени, в какой такое подтверждение относится к его уставным обязанностям.

3.10. Регулирующему органу следует периодически проверять приемлемость ключевых аспектов эксплуатации хранилища, таких как ведение учетных документов, составление инвентарных списков и подготовка отчетов о передачах материала; соблюдение критериев приемлемости упаковок для хранения; техническое обслуживание установки; а также наблюдение и контроль. Это может осуществляться, например, путем проведения обычных инспекций хранилища и формальной ревизии документации оператора. Регулирующему органу следует подтвердить, что необходимые учетные документы подготовлены и хранятся в течение надлежащего периода времени. Перечень необходимых учетных документов приводится в справочном материале [17].

ОБЯЗАННОСТИ ОПЕРАТОРОВ

3.11. Оператор несет ответственность за безопасность всех видов деятельности в хранилище радиоактивных отходов, а также за осуществление программ и процедур, необходимых для обеспечения безопасности. В соответствии с дифференцированным подходом, программы и процедуры, необходимые для обеспечения безопасности, в целом будут менее масштабными для оператора небольшой установки.

3.12. Обязанности оператора крупного хранилища радиоактивных отходов обычно включают:

- (a) представление регулирующему органу заявления о выборе площадки для хранилища отходов, его строительстве, эксплуатации, модификации или снятии с эксплуатации;
- (b) проведение соответствующих экологических оценок и оценок безопасности в поддержку заявления о предоставлении лицензии;
- (c) эксплуатацию установки в соответствии с условиями лицензии и применимыми регулирующими положениями;
- (d) разработку и применение критериев приемлемости хранилища радиоактивных отходов;
- (e) предоставление регулирующему органу периодических отчетов о безопасности установки (например, об имеющемся на данный момент инвентарном количестве и расчетном будущем инвентарном количестве, а также о передаче отходов в хранилище и из него).

Не все из перечисленных здесь пунктов могут применяться к мелким операторам. Например, нельзя ожидать, что мелкий оператор будет проходить через процесс выбора площадки.

3.13. Перед получением разрешения для хранилища радиоактивных отходов оператору следует предоставить регулирующему органу планы долгосрочного обращения с хранящимися радиоактивными отходами. Об этих планах следует информировать население, в особенности жителей районов, прилегающих к хранилищу.

3.14. Оператору следует продемонстрировать безопасность установки путем проведения оценки безопасности, соизмеримой прогнозируемым рискам. Для меньших и более простых установок регулирующий орган может установить общие пределы инвентарного количества вместо требования провести полную оценку безопасности. Рекомендации относительно подготовки оценки безопасности установок для обращения с радиоактивными отходами перед захоронением содержатся в справочных материалах [5–7]. В Добавлении содержится дополнительная информация о проведении оценки безопасности хранилища радиоактивных отходов.

3.15. Оператору хранилища радиоактивных отходов следует использовать оценку безопасности с целью предложения эксплуатационных пределов и условий для конкретной установки. Оператор, с тем чтобы остаться в рамках утвержденных эксплуатационных пределов и условий, может пожелать установить минимально допустимый административный запас ниже эксплуатационных пределов, одобренных регулирующим органом в качестве эксплуатационной цели.

3.16. Оператору следует определить максимальные количества и концентрации радиоактивных материалов или других опасных веществ, которые могут быть безопасно сброшены в окружающую среду, а также следует документировать такие сбросы.

3.17. На ранней стадии жизненного цикла хранилища отходов оператору установки следует подготовить планы ее снятия с эксплуатации в конечном итоге. Для новых установок снятие с эксплуатации следует учесть на стадии проектирования. Рекомендации относительно снятия с эксплуатации содержатся в справочных материалах [19, 20].

3.18. Оператору крупного хранилища радиоактивных отходов следует проводить предэксплуатационные и приемосдаточные испытания с целью демонстрации выполнения требований безопасности, установленных регулирующим органом.

3.19. С учетом рисков, связанных с хранилищем отходов, оператору установки следует готовить планы и осуществлять программы дозиметрического контроля персонала, территории и окружающей среды, а также готовности и реагирования в случае аварийных ситуаций.

3.20. Оператору хранилища отходов следует создать надлежащие механизмы, обеспечивающие наличие достаточных финансовых ресурсов для решения всех необходимых задач в течение всего жизненного цикла хранилища, в том числе во время его снятия с эксплуатации [2].

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

3.21. Оператору следует создать, использовать, оценивать и постоянно совершенствовать систему управления [11], которую следует применять на всех этапах хранения радиоактивных отходов, имеющих значение с точки зрения безопасности. Она приводится в соответствие с задачами организации и способствует их достижению. Следует, чтобы сфера применения системы управления включала выбор площадки, проектирование, эксплуатацию и техническое обслуживание хранилища радиоактивных отходов. Систему управления следует разработать таким образом, чтобы обеспечивалась уверенность в безопасности хранящихся отходов и самой установки, а также сохранялось качество учетных документов и дополнительной информации, такой как маркировки и этикетки упаковок с отходами. Следует, чтобы система

управления содержала также положение, обеспечивающее возможность демонстрации достижения ее целей.

3.22. Систему управления следует применять к обработке отходов с целью обеспечения уверенности в том, что все требования приемлемости отходов выполняются в отношении хранения и, по возможности, захоронения. Общие рекомендации относительно систем управления на каждой стадии жизненного цикла хранилища радиоактивных отходов содержатся в справочном материале [11].

4. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНИЛИЩ ОТХОДОВ

4.1. Хранилище радиоактивных отходов следует проектировать и эксплуатировать таким образом, чтобы обеспечить уверенность в том, что радиационная защита работников и населения оптимизирована в соответствии с требованиями ОНБ, а также гарантировать изоляцию отходов и облегчить их последующее извлечение.

4.2. Насколько это представляется практически возможным, радиоактивные отходы следует хранить в соответствии с рекомендациями относительно обеспечения пассивной безопасности, включая следующее:

- (a) радиоактивный материал следует иммобилизовать;
- (b) следует, чтобы форма отходов и их контейнеры были физически и химически стабильными;
- (c) из формы отходов следует удалить энергию;
- (d) для обеспечения удержания следует применить многобарьерный подход;
- (e) следует, чтобы форма отходов и их контейнеры были устойчивыми к деградации;
- (f) следует, чтобы среда хранилища отходов оптимизировала жизненный цикл упаковки с отходами;
- (g) необходимость наличия активных систем безопасности для обеспечения безопасности следует свести к минимуму;
- (h) необходимость дозиметрического контроля и технического обслуживания для обеспечения безопасности следует свести к минимуму;

- (i) необходимость вмешательства человека для обеспечения безопасности следует свести к минимуму;
- (j) следует, чтобы здание хранилища отходов было устойчивым к прогнозируемым рискам;
- (k) следует обеспечить доступ в здание хранилища отходов с целью реагирования на инциденты;
- (l) не должно быть никакой необходимости оперативного принятия корректирующих мер в случае инцидента;
- (m) следует обеспечить возможность инспектирования упаковок с отходами;
- (n) следует, чтобы упаковки с отходами были извлекаемыми для инспектирования или переработки;
- (o) следует, чтобы жизненный цикл здания хранилища отходов соответствовал сроку хранения отходов до их захоронения;
- (p) в хранилище отходов следует обеспечить возможность их извлечения;
- (q) следует, чтобы упаковка с отходами была приемлемой для окончательного захоронения отходов.

4.3. Для хранения радиоактивных отходов следует составлять, вести и сохранять различные учетные документы в соответствии с системой управления (см. пункты 3.21, 3.22). Сфера охвата и степень подробности этих учетных документов будут зависеть от риска, связанного с установкой, а также от сложности операций и видов деятельности.

4.4. Следует, чтобы сфера охвата и степень подробности документации по безопасности соответствовали риску, инвентарному количеству радиоактивных материалов и характеристикам отходов. Насколько это применимо, в пункте 6.5 содержатся рекомендации относительно документации по безопасности.

4.5. Оценка безопасности включает анализ аспектов проектирования и эксплуатации хранилища радиоактивных отходов с целью обеспечения защиты работников и населения, а также охраны окружающей среды в нормальных условиях и аварийных ситуациях. Оценку безопасности следует периодически проводить повторно и, при необходимости, пересматривать с целью учета изменений условий, установок или процедур.

4.6. Планирование хранения отходов следует осуществлять на основе документированной информации (т.е. прогнозов отходов) о количествах и типах отходов, которые могут образоваться.

4.7. При проектировании хранилищ и упаковок для отходов следует предусматривать безопасное хранение отходов с учетом их формы (т.е. твердые,

жидкие или газообразные), содержания и периодов полураспада радионуклидов, концентраций активности, общего инвентарного количества радиоактивных материалов, нерадиологических характеристик и расчетной продолжительности хранения. Следует, чтобы проектные характеристики и операции, осуществляемые в хранилище, обеспечивали получение, обработку, хранение и извлечение отходов без чрезмерного облучения персонала и населения или воздействия на окружающую среду.

4.8. Хранилища отходов следует проектировать и эксплуатировать таким образом, чтобы сводить к минимуму вероятность и последствия инцидентов и аварий.

4.9. Нерадиологические риски, обусловленные физическими, химическими и патогенными характеристиками отходов, следует также учитывать при проектировании и эксплуатации хранилищ, поскольку взаимодействие отходов может иметь последствия для здоровья человека и окружающей среды. Такое взаимодействие может включать образование ядовитых газов в результате биологических процессов и разъедающих веществ в результате химических процессов.

4.10. В проекте хранилища отходов следует сделать упор на их изоляции; например, на целостности конструкций и оборудования установки, а также на целостности форм и контейнеров отходов в течение расчетной продолжительности хранения. Следует уделить внимание взаимодействию между отходами, контейнерами и их средой (например, коррозионным процессам, вызванным химическими или гальваническими реакциями). В отношении определенных типов отходов (например, коррозионных жидких отходов) следует принять особые меры предосторожности, такие как использование контейнеров с двойными стенками, защитных оболочек и непроницаемых прокладок.

4.11. Следует разработать и использовать систему отслеживания упаковок с отходами. В этой системе следует предусмотреть идентификацию упаковок с отходами и их мест нахождения, а также инвентарного количества хранящихся отходов. Сложность требуемой системы отслеживания отходов (например, этикетирование и штрихкодирование) будет зависеть от числа упаковок с отходами, прогнозируемой продолжительности хранения и связанных с этим рисков.

4.12. Требуется разработать средства обеспечения физической безопасности и контроля доступа с целью предотвращения несанкционированного доступа лиц

и несанкционированного изъятия радиоактивных материалов. Требуемый уровень физической безопасности и контроля доступа в хранилище отходов должен быть соразмерным радиологическим рискам и характеру отходов.

4.13. Потребности в подготовке и аттестации кадров будут различными в зависимости от размеров установки, инвентарного количества радиоактивных материалов, сложности и диапазона осуществляемой деятельности и связанных с этим рисков. Оператору следует обеспечить уверенность в том, что весь персонал понимает характер отходов, связанные с ними риски и соответствующие эксплуатационные процедуры и меры безопасности. Руководящему персоналу следует быть компетентным для осуществления своих обязанностей, и поэтому он должен отбираться, готовиться, аттестовываться и получать полномочия для этой цели. В необходимых случаях следует назначать сотрудника по радиационной защите для контроля применения требований к обеспечению безопасности и радиационной защиты.

4.14. Эксплуатационный персонал следует готовить для надлежащего реагирования на отклонения от штатных эксплуатационных условий (т.е. к условиям аварийной ситуации и аварии).

4.15. В эксплуатации хранилища радиоактивных отходов следует применять надежную эксплуатационную практику и меры административного контроля, соответствующие уровню риска. Оператору крупного хранилища радиоактивных отходов следует четко определить и документировать служебные функции и обязанности всех должностей в организационной структуре.

4.16. Радиоактивные отходы следует хранить в сортированном виде, с тем чтобы их можно было извлечь для дальнейшей обработки, передачи в другое хранилище или захоронения. Сортировка отходов может также сократить облучение работников при нормальной эксплуатации и ограничить тяжесть любых последствий в аварийных условиях. Радиоактивные отходы следует хранить отдельно от нерадиоактивных отходов во избежание перекрестного загрязнения и случайного освобождения от контроля. В справочных материалах [3, 5, 6] устанавливаются требования и предоставляются дополнительные рекомендации по разделению радиоактивных отходов.

4.17. Необходимость и масштабы проведения деятельности по вводу в эксплуатацию и испытаний будут различными в зависимости от размеров, сложности и емкости хранилища. Ввод в эксплуатацию включает логически последовательное решение задач и проведение испытаний с целью

демонстрации правильного функционирования конкретного оборудования и проектных характеристик хранилища для обеспечения безопасного хранения. Следует продемонстрировать и подтвердить соответствие проекта установки и эксплуатационных процедур, а также готовность персонала эксплуатировать установку.

4.18. Изъятые из употребления закрытые источники следует разделить и хранить отдельно ввиду их высокого потенциального риска. Хотя изъятые из употребления закрытые источники могут и не объявляться отходами, они обычно помещаются в хранилища радиоактивных отходов в ожидании повторного использования или рециклирования. Вопросы технической и физической безопасности изъятых из употребления закрытых источников обсуждаются в справочных материалах [21, 22].

4.19. Перед размещением изъятых из употребления закрытых источников в хранилище может потребоваться их кондиционирование или герметизация [23]. Методы кондиционирования должны подлежать одобрению регулирующим органом. Изъятые из употребления закрытые источники, содержащиеся в хранилище в течение длительных сроков, следует проверять с регулярными промежутками на предмет течей.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕБОЛЬШИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

5.1. Манипулирование малыми инвентарными количествами радиоактивных отходов, содержащих радионуклиды с относительно короткими периодами полураспада, обычно осуществляется в небольших хранилищах. В небольших хранилищах может осуществляться также такая деятельность по обработке отходов, как компактирование прессами малой мощности. Кроме того, в небольших хранилищах отходов может осуществляться манипулирование закрытыми источниками различных типов.

5.2. Некоторые типы радиоактивных отходов могут храниться в течение сроков, конкретно определенных для снижения радиоактивности до уровней, разрешающих их санкционированный сброс или выведение из под

регулирующего контроля (т.е. освобождение). Хранение может также потребоваться в связи с особенностями эксплуатационного процесса, например, если передача отходов за пределы площадки на установку по их обработке осуществляется периодически через конкретно определенные промежутки времени.

5.3. Следует рассмотреть вариант хранения отходов на централизованных установках, а не на многочисленных установках на площадках, поскольку в этом случае появятся возможности для принятия более строгих норм безопасности и одновременного достижения экономии за счет масштаба.

5.4. Для большинства небольших хранилищ отходов будут целесообразны простые проектные характеристики, сочетающиеся с такими же простыми эксплуатационными процедурами.

5.5. Следует определить характеристики хранящихся радиоактивных отходов (например, по типу, инвентарному количеству, концентрации активности, периоду полураспада радионуклидов, а также по физическим, химическим и патогенным свойствам отходов), и полученные результаты следует задокументировать в журнале инвентарного учета. Если предполагается хранить патогенные радиоактивные отходы, то их следует деактивировать до размещения на хранение [24].

5.6. Все упаковки с отходами и связанную с ними документацию следует обозначить единственным в своем роде кодом для целей отслеживания. В большинстве случаев будет достаточно простой несмываемой, стойкой к атмосферным воздействиям бирки и журнала учета.

5.7. Там, где образуются большие объемы биомедицинских радиоактивных отходов, следует рассмотреть вопрос о необходимости выделения отдельной зоны для их хранения.

5.8. Отходы, которые предполагается отправить на централизованную установку для обращения с отходами, следует упаковать в соответствии критериями приемлемости получающей установки.

5.9. Радиоактивные отходы следует упаковать таким образом, чтобы быть недоступными для насекомых-вредителей или грызунов, поскольку они могут представлять серьезную угрозу для их герметичности. В особенности это касается хранения биологически опасных радиоактивных отходов или тех случаев, когда отходы хранятся в пластиковых мешках.

ХРАНЕНИЕ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОСТИ

5.10. Хранение с целью снижения уровня радиоактивности представляется особенно важным для освобождения от контроля отходов, содержащих короткоживущие радиоизотопы. Освобождение – это выведение радиоактивного материала из-под регулирующего контроля при условии, что концентрации радионуклидов ниже уровней освобождения, установленных для конкретных радионуклидов. Практический опыт показывает, что хранение с целью снижения уровня радиоактивности подходит для отходов, загрязненных радионуклидами с периодом полураспада менее 100 дней. Например, радиоактивные отходы, образующиеся в ядерной медицине, такие как выделения, содержащие ^{99m}Tc (период полураспада около 6 час.), могут храниться с целью снижения уровня радиоактивности и последующего сброса.

5.11. Хранение с целью снижения уровня радиоактивности должно быть достаточно длительным для снижения первоначальной активности до уровней ниже уровней освобождения от регулирующего контроля. Общие уровни освобождения и рекомендации по их установлению приводятся в справочных материалах [25, 26].

5.12. Следует принимать строгие меры контроля в отношении хранения радиоактивных отходов с целью снижения уровня радиоактивности и их последующего выведения из под регулирующего контроля. Концентрацию активности отходов следует тщательно определить, а отходы, уровень радиоактивности которых планируется снизить, следует отделить от других отходов с момента образования и до истечения срока хранения и окончательного захоронения. Следует провести репрезентативные измерения проб, отобранных и проанализированных до выведения каждой партии из-под контроля. При отборе проб работники должны быть защищены как от радиологических, так и нерадиологических рисков.

5.13. Хотя хранение с целью снижения уровня радиоактивности также является предпочтительным вариантом для биологически опасных радиоактивных отходов и других скоропортящихся отходов, таких как туши животных, такие отходы следует отделить и поместить в морозильный или холодильный шкаф для хранения с целью снижения уровня радиоактивности. Биологически опасные радиоактивные отходы со сниженным уровнем радиоактивности не следует захоранивать на мусорной свалке без получения конкретного одобрения от регулирующего органа. Предпочтительным вариантом обычно является сжигание таких отходов; дополнительные рекомендации относительно условий

безопасного сжигания таких отходов следует получить у соответствующего компетентного органа.

АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ

5.14. В соответствии с требованиями, изложенными в справочном документе [27], следует разработать и осуществить мероприятия по обеспечению аварийной готовности и аварийного реагирования, соразмерные категории угрозы установки. План аварийных мероприятий должен включать: подготовку кадров с целью обеспечения их компетентности, необходимой для распознавания аварии или аварийной ситуации и реагирования на них, распределение обязанностей и принятие соответствующих мер, а также предоставление оборудования для защиты аварийных работников. Например, планирование для небольшой установки может включать планирование надлежащих мероприятий по обеспечению готовности и реагирования в случае простых событий, таких как разливание жидкости в лаборатории, потеря источника или возникновение пожара. В справочном материале [27] устанавливаются требования и предоставляются рекомендации в отношении аварийной готовности и аварийного реагирования.

УПАКОВКА ОТХОДОВ

5.15. Следует учесть весовые нагрузки, возникающие в результате складирования упаковок с отходами. На этапе проектирования следует учесть толщину стенок контейнеров, их вес в заполненном состоянии и направление складирования. В случае небольшой установки следует рассмотреть вопрос о подходящем стеллажировании.

5.16. Дисперсные отходы, такие как жидкости, газы и порошки следует контролировать ввиду потенциальной возможности их утечки. Система хранения должна облегчать контроль и локализацию, с тем чтобы обеспечить обнаружение любого отказа локализационного барьера. Контейнеры с дисперсными отходами, в особенности с жидкостями, следует хранить внутри локализационного барьера надлежащих размеров с целью обеспечения второго эшелона изоляции ввиду возможности утечек или других аварийных выбросов.

5.17. Если в процессе хранения у контейнера появляются признаки деградации, то следует принять надлежащие меры, которые могут включать проведение осмотра с целью подтверждения целостности данного контейнера или

подобных контейнеров. В случае утечки следует предусмотреть осуществление наружной облицовки или повторной упаковки.

5.18. Острые предметы, такие как шприцы, следует собирать отдельно и хранить в контейнерах, устойчивых к проколам.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕБОЛЬШИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Соображения, связанные с выбором и проектированием установки

5.19. Небольшое "хранилище" отходов (например, в лабораториях, больницах и университетах) может представлять собой просто надежный сейф, специально выделенную зону, помещение, небольшое здание или транспортный контейнер Международной организации по стандартизации¹. Проектирование в значительной степени будет зависеть от свойств, общего инвентарного количества и потенциального риска хранящегося материала. Проектные характеристики следует сохранять в течение всего расчетного жизненного цикла установки.

5.20. Критерии, которые следует учитывать при выборе хранилища, включают следующее:

- (a) Территория вне пределов хранилища отходов должна быть малонаселенной и без плотного движения транспорта.
- (b) Место нахождения должно обеспечивать надлежащий уровень физической безопасности (например, единственный вход, отсутствие окон, прочная конструкция).
- (c) Место нахождения должно быть удалено от других опасных зон хранения (например, складов взрывчатых веществ и горючих материалов) и не подвержено затоплению.
- (d) Место нахождения должно быть пригодным для безопасной передачи материала на установку и из нее (например, вне установки должна быть соответствующая зона для погрузки и разгрузки).

¹ В настоящем разделе термин "проектирование" применительно к небольшому хранилищу отходов означает либо разработку новой установки, либо выбор существующей установки для хранения отходов.

5.21. Установку, зону или сейф для хранения следует проектировать с учетом их возможного дальнейшего использования после снятия с эксплуатации (например, путем применения гладких, непористых поверхностей; пластиковых прокладок; оборудования, легко поддающегося демонтажу).

5.22. При проектировании хранилища следует предусмотреть возможность извлечения отходов, а также проведения инспекции установки и хранящихся на ней оборудования и отходов.

5.23. При проектировании небольших хранилищ отходов следует учесть как штатные, так и нештатные эксплуатационные условия (например, разливания жидкости, последствия падения упаковки, распространение загрязнения).

5.24. Упаковка с отходами обеспечивает первичное удержание хранящихся радиоактивных отходов. Однако хранилище следует проектировать таким образом, чтобы обеспечить дополнительное удержание в случае необходимости (например, путем экранирования, обеспечения сохранности, использования вентиляционных или фильтрационных и дренажных систем, или с помощью дамб).

5.25. В хранилище следует предусмотреть надлежащий уровень защиты отходов от погодных и неблагоприятных экологических условий во избежание деградации, которая может иметь последствия для безопасности во время хранения или при извлечении.

Экранирование

5.26. Степень экранирования и сложность его конструкции, если экранирование требуется, будет зависеть от радиологических рисков, связанных с хранящимися отходами. Устройства экранирования могут быть различными – от простых свинцовых кожухов и контейнеров с источниками в надежных сейфах или шкафах до специально построенных стен и колодцев, составляющих часть структуры хранилища.

5.27. В необходимых случаях следует конкретно определить максимально допустимые мощности доз излучения для внешних поверхностей упаковок с отходами, поверхностей экранов и внешних поверхностей хранилища отходов. Следует установить требования в отношении экранирования с целью обеспечения уверенности в том, что уровни гамма-излучения на внешних поверхностях установки приемлемы для населенных районов.

Вентиляция

5.28. Для небольшого хранилища радиоактивных отходов, возможно, не требуется вентиляционная система, хотя потребность в вентиляционной системе следует оценивать в каждом конкретном случае. Факторы, которые следует учитывать, включают: потенциальную возможность выделения радиоактивными отходами аэрозольного радиоактивного материала, создающего радиологический риск (например, образование ^{222}Rn из отходов ^{226}Ra), потенциальную возможность локализованного накопления легковоспламеняющихся и взрывоопасных газов (таких как водород, образующийся в результате радиолитических или химических реакций), а также необходимость контроля условий окружающей среды (например, влажность, температура) как для удобства операторов, так и для поддержания целостности упаковок. При проектировании вентиляционных систем, возможно, потребуется предусмотреть фильтрацию для предотвращения неконтролируемого выброса в окружающую среду радионуклидов в газообразной или аэрозольной формах.

Противопожарные системы

5.29. Представляется маловероятным, что небольшому хранилищу радиоактивных отходов понадобится противопожарная защита, выходящая за рамки требований местных сводов правил пожарной безопасности. В случае отсутствия местного свода правил пожарной безопасности, необходимо определить потребность в противопожарной системе (например, индикаторы дыма, огнетушители, разбрызгиватели) надлежащей мощности и соответствующего потенциала. Основной целью проектирования должно быть раннее обнаружение и тушение пожаров.

Ввод в эксплуатацию

5.30. Ввиду ограниченного инвентарного количества и низких рисков, связанных с большинством небольших хранилищ радиоактивных отходов, официального процесса ввода в эксплуатацию не потребуется.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕБОЛЬШИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Общие эксплуатационные соображения

5.31. Эксплуатационную деятельность небольшого хранилища радиоактивных отходов следует документально изложить и осуществлять в соответствии с процедурами, относящимися к конкретной установке. Эксплуатационная деятельность может включать: получение, хранение и извлечение отходов; этикетирование упаковок с отходами; контроль инвентарного количества; инспектирование упаковок; радиационную защиту; дозиметрический контроль и наблюдение; ведение учетных документов; а также подготовку упаковок с отходами к отправке на другую установку. Сфера применения и уровень детализации процедур должны быть соразмерными инвентарному количеству радиоактивного материала, связанным с ним рискам и масштабам деятельности по хранению. Процедуры должны быть такими, чтобы обеспечивалось соблюдение эксплуатационных пределов и условий, одобренных регулирующим органом.

Радиационный мониторинг

5.32. Следует регулярно проводить радиационный мониторинг с целью определения внешних уровней излучения и уровней загрязнения поверхностей внутри хранилища отходов, вдоль его границ и на поверхности упаковок с отходами. На установках, где неупакованные отходы компактируются и перепакуются для хранения или перевозки, следует осуществлять надлежащий мониторинг аэрозольного загрязнения.

5.33. В хранилищах, где существует потенциальная возможность поверхностного загрязнения, на выходах из зоны следует использовать стационарные или переносные приборы для обнаружения внешнего загрязнения работников.

5.34. Контрольные приборы следует периодически подвергать испытаниям и калибровке. Энергетическая чувствительность и диапазон измерений приборов должны соответствовать радионуклидному составу отходов и ожидаемым спектрам уровней излучений и загрязнения.

Радиационная защита

5.35. Следует разработать программу радиационной защиты в качестве части заявления регулирующему органу о предоставлении разрешения. Информация о содержании программ радиационной защиты содержится в справочных материалах [28, 29].

Техническое обслуживание, испытания и инспектирование

5.36. Для эксплуатации большинства небольших хранилищ радиоактивных отходов потребуется лишь весьма простая и ограниченная программа периодического проведения технического обслуживания, испытаний и инспекций (она может состоять в простой проверке исправности замков на установке). Следует периодически рассматривать учетные документы о проведении технического обслуживания, испытаний и инспекций.

Обеспечение физической безопасности

5.37. Ввиду ограниченного инвентарного количества отходов и низких уровней рисков, существующих в большинстве небольших хранилищ радиоактивных отходов, меры по обеспечению физической безопасности и контролю доступа могут состоять просто в запираании двери или шкафа (например, запертая зона хранения, вход в которую могут только уполномоченные владельцы ключей и где ведется журнал доступа). Однако для обеспечения сохранности изъятых из употребления закрытых источников высокого уровня активности может потребоваться дополнительное рассмотрение. Вопросы обеспечения сохранности и контроля доступа к хранящимся изъятых из употребления источникам обсуждаются в справочном материале [22].

Снятие с эксплуатации

5.38. Снятие с эксплуатации включает удаление всех хранящихся отходов, после чего проводится исследование с целью определения уровней остаточного поверхностного загрязнения и внешнего излучения. На установке может потребоваться провести дезактивацию и удалить загрязненные материалы и оборудование. Рекомендации по снятию с эксплуатации небольших установок содержатся в справочном материале [20].

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КРУПНЫХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1. Крупное хранилище радиоактивных отходов может получать самые разнообразные типы отходов из ряда различных источников происхождения. При проектировании и эксплуатации крупного хранилища отходов следует обеспечить соразмерность связанным с ним рискам.

6.2. Следует разработать и поддерживать систему отслеживания упаковок с отходами. Для крупных хранилищ радиоактивных отходов следует рассмотреть вопрос об использовании компьютеризованной системы отслеживания упаковок. Следует подготовить и обновлять план хранения, на котором показана конфигурация размещенных упаковок с отходами, включая распределение по зонам в зависимости от уровня рисков.

6.3. Следует разработать процедуры для безопасной эксплуатации крупного хранилища отходов. Масштабы и степень детализации конкретных процедур должны быть соразмерны значимости с точки зрения безопасности четко определенного предмета процедур и должны охватывать в соответствующих случаях:

- (a) операции, включая все необходимые пределы и условия;
- (b) ввод в эксплуатацию;
- (c) систему управления;
- (d) техническое обслуживание, испытания и инспектирование;
- (e) подготовку кадров;
- (f) внесение усовершенствований в ходе проектирования, строительства, ввода в эксплуатацию и эксплуатации;
- (g) ведение учетных документов, составление отчетов и расследование событий;
- (h) радиационную защиту и показатели безопасности;
- (i) меры в случае непредвиденных и аварийных ситуаций;
- (j) гарантии;
- (k) меры по обеспечению сохранности;
- (l) контроль радиоактивных сбросов в окружающую среду;
- (m) критерии приемлемости упаковок с отходами.

АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ

6.4. Следует провести оценку угрозы возникновения возможных аварийных ситуаций согласно описанию, данному в справочном материале [27], а также следует принять меры по обеспечению аварийной готовности, которые соответствуют международным нормам [27] в отношении категории угрозы, определенной при оценке угрозы. Эти меры могут включать разработку сценариев ожидаемых последовательностей событий и установление процедур действий в случае каждого сценария, включая контрольные списки и перечни лиц и организаций, которые будут приводиться в готовность. Процедуры аварийного реагирования должны документироваться, быть доступными для соответствующего персонала и поддерживаться на уровне современных требований. Следует оценить необходимость проведения учений с целью подготовки кадров. Если такая необходимость существует, учения следует проводить периодически для проверки плана аварийного реагирования, а также степени готовности персонала. Регулярно следует проводить инспекции для установления наличия необходимых в аварийных ситуациях видов оборудования и других ресурсов и их исправности.

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

6.5. В документации, которую необходимо разработать в поддержку заявления о предоставлении лицензии, следует рассматривать, как минимум, следующие вопросы:

- (a) расчетные объемы и характеристики отходов, которые будут находиться на хранении, и соответствующие критерии приемлемости;
- (b) описание деятельности по манипулированию и хранению;
- (c) описание установки и ее элементов, оборудования и систем;
- (d) определение характеристик площадки;
- (e) организационный контроль эксплуатации;
- (f) процедуры и эксплуатационные руководства для деятельности, имеющей значительные последствия с точки зрения безопасности;
- (g) оценка безопасности;
- (h) программы мониторинга;
- (i) программы подготовки персонала;
- (j) аспекты гарантий, в соответствующих случаях;
- (k) меры по обеспечению физической защиты радиоактивного материала;
- (l) план аварийной готовности и аварийного реагирования;
- (m) система управления;

- (п) снятие с эксплуатации;
- (о) критерии приемлемости упаковок с отходами.

Там, где хранилище является частью более крупной ядерной установки, документация по безопасности может относиться к категории документации всей установки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И КРИТЕРИИ ПРИЕМЛЕМОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

6.6. Для хранилища следует разработать критерии приемлемости отходов с учетом всех соответствующих эксплуатационных пределов и будущих требований к захоронению в том случае, если они известны.

6.7. Определение характеристик обычно осуществляется операторами до отправки отходов в хранилище с целью проверки их соответствия критериям приемлемости отходов. Следует, чтобы данные определения характеристик включали всю необходимую информацию, касающуюся инвентарного количества радионуклидов, а также физических, химических и патогенных свойств отходов. Каждое отправление отходов следует сопровождать соответствующей документацией.

6.8. Характеристики отходов, образовавшихся в результате прошлой деятельности, могут быть не определены или определены не в соответствии с современными нормами. В таких случаях, посредством проведения инспекции, измерения и рассмотрения имеющейся информации, следует изучить способ определения характеристик физического, химического и радиологического состава отходов. Если радионуклидное содержимое и другие требуемые характеристики отходов не известны достаточно хорошо, следует рассмотреть вопрос о принятии специальных мер предосторожности при манипулировании с ними (например, сортировка отходов внутри установки).

6.9. После получения упаковки с отходами следует проверить на предмет наличия течей и поверхностного загрязнения, а также их соответствия сопроводительной документации. В рамках официальной системы управления следует применять процедуры определения характеристик отходов, технологического контроля и технологического мониторинга.

ФОРМА ОТХОДОВ И УПАКОВКИ С ОТХОДАМИ

6.10. Контейнеры следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы отходы находились внутри них при любых эксплуатационных условиях, которые могут, предположительно, возникнуть в течение их жизненного цикла. В тех случаях, когда сам контейнер является первичным барьером для удержания отходов, его прочность и целостность должны соответствовать типу отходов и расчетным концентрациям радионуклидов.

6.11. Во всех случаях отходы должны быть в такой форме, которая обеспечит возможность их извлечения в конце срока хранения. Для более длительных сроков хранения требуются более твердая форма отходов и прочные контейнеры. В пунктах 6.86-6.90 содержатся дополнительные рекомендации относительно долгосрочного хранения.

6.12. При проектировании контейнеров и хранилищ следует учитывать следующие особые свойства радиоактивных отходов и воздействующие на них процессы:

- (a) коррозия, вызванная химическими и гальваническими реакциями, может быть результатом взаимодействий между отходами и контейнером, в котором они находятся;
- (b) металлы могут проявлять пирофорное поведение (магнокс, урановые или циркаловые® мелкие фракции) или могут вступать в химические реакции (например, алюминий подвергается коррозии в щелочной среде и выделяет водород);
- (c) неорганические, неметаллические отходы (такие как бетон и некоторые изоляционные материалы) могут быть пористыми и, следовательно, загрязненными в балк-форме;
- (d) внутрипоровая вода в бетоне является весьма щелочной и во время хранения может воздействовать на материалы, находящиеся в соприкосновении с бетоном;
- (e) органические отходы, включая целлюлозу, пластмассы (в электрической изоляции, защитной оболочке, а также одноразовые лабораторные и медицинские принадлежности) и сцинтилляционные жидкости, могут быть горючими и представлять опасность возникновения пожара;
- (f) порошки и зола легко рассеиваются;
- (g) жидкие отходы могут иметь водяную или органическую форму (такую как масло) и содержать твердые взвеси (в особенности, смолы отработавших ионообменников, осадки и гидросмеси). Они могут вступать в

химические реакции и легко рассеиваться. Некоторые твердые взвеси после определенного срока хранения могут оседать или затвердевать.

- (h) компактированные отходы могут, в некоторых случаях, вновь увеличиваться в объеме, вызывая трудности при извлечении отходов; Кроме того, компактирование неоднородных материалов в одном контейнере может привести к тесному контакту химически активных смесей и вызвать усиленную коррозию, самовоспламенение или другие неблагоприятные эффекты.
- (i) в некоторых отходах могут образовываться газы, такие как водород;
- (j) в результате радиолитического разложения поливинилхлорида могут образовываться коррозионные вещества, такие как хлористый водород или газообразный хлор;
- (k) в результате химического разложения отходов (например, органических отходов) может возникнуть потенциальная возможность образования горючих газов.

Некоторые газообразные отходы могут вступать в химические реакции с инертными материалами, в результате чего образуются твердые отходы (такие как карбонат бария для ^{14}C), которые являются более пассивными с точки зрения безопасности.

6.13. Потенциальную опасность отходов следует снизить, насколько это представляется разумно достижимым, на каждой стадии обработки отходов с учетом известных или возможных требований в отношении последующих шагов в обращении с радиоактивными отходами, в особенности при захоронении. Следует рассмотреть возможность ранней обработки отходов с целью их конверсии в пассивно безопасную или другую форму для их стабилизации. Это облегчит манипулирование с ними при нормальной эксплуатации, а также поможет обеспечить их защиту в случае инцидентов.

6.14. С целью обеспечения защиты работников и населения в случае инцидентов или аварий следует конкретно определить требования к характеристикам контейнеров.

6.15. При проектировании контейнеров следует учитывать условия хранения (например, температуру и влажность окружающей среды). В необходимых случаях контейнеры должны быть стойкими к коррозии в течение всего срока хранения. Следует избегать размещения контейнеров для хранения на поверхностях, на которых может развиваться цикл конденсации.

6.16. В отношении определенных типов отходов (в частности, коррозионных жидких отходов), возможно, понадобится принять особые меры предосторожности, такие как использование контейнеров с двойными стенками и/или облицовка помещений для хранения нержавеющей сталью или другими коррозионностойкими материалами. Кроме того, для жидких отходов может потребоваться установка под контейнерами системы сбора и удержания (т.е. вторичной изоляции), предусматривающей возможность контроля любых утечек. В соответствии с принципами пассивной безопасности жидкие отходы следует конвертировать в твердые, как только это станет практически возможным.

6.17. Следует учитывать динамические и статические нагрузки, возникающие в результате манипулирования с упаковками отходов и их складирования. На этапе проектирования следует учесть толщину стенок контейнеров, их вес в заполненном состоянии и направление складирования.

6.18. Некоторые отходы потенциально способны образовывать внутри контейнера аэрозольные радионуклиды; многие типы контейнеров для хранения могут вентилироваться естественным образом, но для некоторых контейнеров может потребоваться специально встроенное вентиляционное отверстие. Необходимость вентиляции упаковки следует рассмотреть как часть оценки безопасности.

6.19. При проектировании контейнеров для хранения отходов следует облегчить мониторинг с целью обеспечения возможности раннего обнаружения, в надлежащих случаях, любого отказа в системе удержания (например, в отношении газов и жидкостей).

6.20. Жидкие отходы могут содержать твердые взвеси, которые могут оседать на дно контейнера (например, отходы в емкостях) или могут содержать вещества, которые могут выпадать в осадок из раствора. В отношении некоторых отходов может потребоваться предотвратить оседание твердых частиц; например, для предотвращения критичности или облегчения снятия с эксплуатации. В таких отходах твердые частицы следует поддерживать во взвешенном состоянии с помощью смешивающего устройства, такого как механический смеситель, пневматический смеситель или циркуляционный насос. Возможно, в качестве части проекта могут потребоваться смывные приспособления для облегчения удаления любых отходов, которые могут выпасть в осадок на внутренние поверхности емкости. Дополнительные внутренние металлические конструкции следует свести к минимуму для ограничения преград.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Общие проектные соображения

6.21. Хранилища следует проектировать таким образом, чтобы можно было обеспечить получение, обработку, хранение, инспектирование или контроль отходов и их извлечение без чрезмерного облучения персонала и населения или воздействия на окружающую среду.

6.22. При проектировании установки в надлежащих случаях для конкретной ситуации следует применить концепцию глубокоэшелонированной защиты. При разработке конструкции упаковки и проектировании хранилища часто следует учитывать характер поведения формы отходов. Часто следует также учитывать тип контейнера. При проведении некоторых консервативных оценок безопасности никак не учитываются форма отходов или поведение упаковки с отходами.

6.23. При проектировании хранилищ радиоактивных отходов для нормальной эксплуатации следует предусмотреть следующее:

- (a) удержание хранящихся материалов;
- (b) предотвращение критичности (при хранении делящихся материалов);
- (c) радиационную защиту (экранирование и контроль загрязнения);
- (d) отвод тепла (если это применимо);
- (e) вентиляцию, по мере необходимости;
- (f) инспектирование и/или контроль упаковок с отходами, по мере необходимости;
- (g) техническое обслуживание и ремонт упаковок с отходами;
- (h) извлечение отходов для обработки, переупаковки или захоронения;
- (i) инспектирование упаковок с отходами и хранилища;
- (j) будущее увеличение вместимости хранилища, в надлежащих случаях;
- (k) перевозку отходов внутри хранилища с целью повышения гибкости операций;
- (l) снятие с эксплуатации.

6.24. При проектировании установки следует учесть воздействия, которые хранящиеся отходы могут оказать на функциональность систем и эксплуатацию хранилища отходов. Следует обеспечить учет таких факторов посредством определения проектных характеристик, выбора соответствующих материалов и разработки программ технического обслуживания. Факторы, подлежащие учету, включают следующее:

- (a) химическая устойчивость к коррозии, вызванной процессами, протекающими в отходах, и/или внешними условиями;
- (b) защита от радиационного повреждения и/или теплового повреждения, в особенности, обеспечение устойчивости к деградации органических материалов и повреждению электронных устройств;
- (c) устойчивость к воздействию эксплуатационных нагрузок или инцидентов и аварий.

6.25. При проектировании хранилищ радиоактивных отходов, помимо радиологических рисков, следует также учесть внешние опасности (например, пожар или взрыв), которые могут способствовать возникновению радиологически значимых последствий.

Характеристики площадки

6.26. Хранилище радиоактивных отходов может быть создано в связи с существующей ядерной установкой или в качестве ее части. В этом случае выбор площадки может осуществляться с учетом факторов, являющихся важными для основной установки, и для хранилища отходов, возможно, не потребуются какие-либо дополнительные соображения. Оценка безопасности, проведенная с целью выбора площадки для основной установки, может продемонстрировать, что хранилище отходов удовлетворяет критериям радиологической защиты при нормальной эксплуатации, а также в условиях инцидента и аварии. Если требования к выбору площадки для хранилища отходов более строгие, чем требования к основной установке, то обоснование безопасности хранилища следует проводить отдельно.

6.27. В тех случаях, когда хранилище отходов строится отдельно от других лицензированных ядерных установок, следует использовать публикацию по требованиям безопасности, применяемым при оценке площадок для ядерных установок [30], а также связанные с ними нормы безопасности по системе управления [11, 12], где устанавливаются требования и содержатся рекомендации, которые можно применить к хранилищам отходов. Применение требований в отношении выбора площадки для хранилища отходов будет зависеть от потенциальных радиологических рисков, связанных с хранящимися отходами.

Экранирование

6.28. Хранилище отходов следует проектировать таким образом, чтобы обеспечивалось надлежащее экранирование для защиты работников и

населения. Следует конкретно определить максимально допустимые мощности доз излучения для упаковок с отходами и поверхностей экранов, а также для других объектов, в частности для конструкций и установок внутри хранилища.

6.29. При принятии мер по обеспечению экранирования в хранилище, особое внимание следует уделить предотвращению проникновения излучений сквозь отверстия в барьерах защитных экранов, такие как отверстия для систем вентиляции и охлаждения.

6.30. Там, где существует возможность хранения в хранилище отходов источника нейтронов или отходов, излучающих нейтроны, в установку следует также включить экранирование нейтронного излучения.

Удержание

6.31. Следует, чтобы проект установки дополнял систему удержания, обеспечиваемую формой отходов и их контейнером. Следует, чтобы хранилище включало технические характеристики для:

- (a) ограничения распространения загрязнения путем использования материалов, которые могут легко контролироваться и дезактивироваться;
- (b) контроля доступа в зону облучения, контроля передвижения между зоной облучения и/или зонами загрязнения и там, где это применимо, поддержания пониженного давления в помещениях, используемых для хранения загрязненного материала;
- (c) сведения к минимуму выброса в окружающую среду аэрозольных радионуклидных макрочастиц путем установления фильтров в вытяжной вентиляции;
- (d) удаления газообразных радионуклидов там, где это применимо;
- (e) сбора утечек или разливов жидких отходов путем обеспечения отстойников или зон сбора стоков под контейнерами в сочетании с принятием мер для обнаружения утечек.

Процедуры манипулирования отходами

6.32. Оборудование для манипулирования отходами следует проектировать таким образом, чтобы обеспечивалось следующее:

- (a) безопасная эксплуатация во всех прогнозируемых условиях;
- (b) недопущение повреждения упаковки с отходами;

- (с) безопасное манипулирование с неисправными или поврежденными упаковками с отходами;
- (d) сведение к минимуму загрязнения самого оборудования;
- (е) недопущение распространения загрязнения.

6.33. Проект системы манипулирования следует учесть при проведении оценки безопасности установки, с тем чтобы обеспечить уверенность в том, что отказы в процессе манипулирования не приведут к неприемлемым последствиям. В необходимых случаях для сведения к минимуму последствий ударов и столкновений следует применять рабочую практику и средства эксплуатационного контроля, такие как установление пределов для высоты подъема и скорости передвижного оборудования, а также определение конкретных маршрутов перемещения грузов.

6.34. Там, где это представляется целесообразным, следует установить оборудование с подходящими блокировками или физическими ограничениями для предотвращения опасных или несовместимых операций, таких как неправильное размещение отходов, аварийный сброс грузов или применение неверных силовых средств в операциях по подъему и манипулированию.

6.35. Следует рассмотреть необходимость дистанционного манипулирования в тех случаях, когда упаковка с отходами является источником излучения с высокими мощностями доз, когда существует риск выброса радиоактивных аэрозолей или газов в рабочую окружающую среду или когда отходы могут представлять значительную радиологическую опасность (например, химическая токсичность).

6.36. Устройства дистанционного манипулирования следует проектировать таким образом, чтобы обеспечивались средства для технического обслуживания и ремонта (например, путем оборудования экранированного служебного помещения) с целью поддержания профессионального радиационного облучения "на разумно достижимом низком уровне". Их проект должен включать средства восстановления и возвращения в стабильное и безопасное состояние в случае неисправности или отказа.

Извлекаемость отходов

6.37. Следует обеспечить максимальную простоту процедуры извлечения отходов для целей инспектирования, принятия корректирующих мер и хранения в каком-либо другом месте. Меры для достижения этого должны включать надлежащее проектирование и сооружение пролетов, проходов и систем

манипулирования, а также включение соответствующих систем складирования или пространственного расположения упаковок с отходами. Следует обеспечить возможность уникальной идентификации упаковок и наличие связанной с ними документации.

6.38. Емкости для хранения жидких отходов в балк-форме следует проектировать с минимальной практической "опорной пятой" таким образом, чтобы объем хранящегося материала, который не может быть удален с помощью установленного сливного оборудования, был сведен к практическому минимуму.

Вентиляция

6.39. Потребность в системе вентиляции следует оценивать в каждом конкретном случае. Следует учитывать следующие факторы: потенциальная возможность возникновения радиологического риска в результате испускания отходами аэрозольных частиц; потенциальная возможность локализованного накопления опасных газов; а также необходимость контроля условий окружающей среды (например, влажности, температуры) с целью обеспечения удобства оператора и поддержания целостности упаковок. В необходимых случаях в проекте системы следует предусмотреть резервные мощности или оборудование.

6.40. Отходы могут обладать потенциальной способностью испускать аэрозольные радионуклиды. Вентиляционные системы следует проектировать таким образом, чтобы предусматривалось направление воздушного потока из зон с низким потенциалом загрязнения в зоны с более высоким потенциалом загрязнения. В качестве дополнительной меры предосторожности может быть установлена локализованная вентиляционная система в зонах с наиболее высоким потенциалом загрязнения.

6.41. Следует, чтобы проект вентиляционных систем соответствовал мерам, принимаемым для обеспечения взрывобезопасности и противопожарной защиты. Вентиляционные системы могут быть спроектированы с целью контроля накопления опасных веществ, например, горючих или взрывоопасных газов (таких как водород, образующийся в результате радиолиза или химических реакций).

6.42. Следует рассмотреть возможность всасывания опасных газов, аэрозольных радионуклидов или влажного воздуха из внешних источников и, при необходимости, следует принять меры для предотвращения этого.

6.43. Следует рассмотреть возможность установки систем очистки отходящих газов или принятия других мер для предотвращения неконтролируемого выброса радионуклидов в газообразной или аэрозольной форме при нормальной эксплуатации, а также в случае инцидентов и в постулируемых аварийных условиях. Вентиляционные сбросы следует контролировать на предмет радиоактивности.

Контроль температуры

6.44. Могут понадобиться системы теплосъема для охлаждения отходов, в особенности высокоактивных отходов. Следует обеспечить такую мощность системы теплосъема, чтобы температура хранящихся отходов не превышала максимальной проектной температуры. В проекте системы теплосъема следует учесть: тепловую нагрузку отходов; характеристики теплообмена отходов, контейнеров и установки; максимальную теплоемкость установки и необходимость смягчения последствий инцидентов и аварий.

6.45. В случае установки активных систем теплосъема следует учитывать: надежность систем, любую необходимость резервирования и диверсификации, а также поведение систем в случае инцидентов или аварий (например, последствия отказа общей службы). Пассивные системы теплосъема (например, охлаждение методом естественной конвекции) обычно более надежны, чем активные системы.

6.46. В некоторых случаях, например в случае жидких отходов, может понадобиться нагревание резервуара-хранилища для предотвращения замерзания и/или выпадения в осадок веществ в холодную погоду.

Сохранение подкритичности

6.47. В настоящем руководстве по безопасности конкретно не рассматривается хранение отработавшего топлива, рекомендации в отношении которого содержатся в справочных материалах [8–10]. Однако в некоторых случаях отходы, иные, чем отработавшее топливо, могут содержать значительные количества делящихся материалов. В таких случаях следует обеспечить уверенность в том, что во всех прогнозируемых условиях концентрация, конфигурация и условия содержания отходов будут предотвращать возникновение критичности во время размещения, хранения и извлечения отходов.

6.48. При хранении отходов, содержащих делящиеся материалы, следует учесть возможные последствия изменения конфигурации отходов, введения замедлителя или удаления материалов (таких как поглотители нейтронов) в качестве последствия внутреннего или внешнего события (например, перемещение отходов, выпадение твердофазных осадков из жидких отходов, потеря удержания отходов или сейсмическое событие).

Мониторинг

6.49. В хранилище отходов следует принять меры для осуществления мониторинга радиологических условий. Следует, чтобы меры для осуществления мониторинга, при необходимости, включали измерения: мощностей доз излучения, концентраций аэрозольных радиоактивных материалов (например, веществ, способных к рассеянию), уровней как фиксированного, так и/или снимаемого поверхностного загрязнения и скоростей нейтронного потока. В контролируемых зонах, возможно, представляется целесообразным установить стационарные, непрерывно функционирующие приборы с локальными сигнальными устройствами предупреждения об опасности с целью получения информации о мощностях доз излучения и концентрациях активности аэрозолей.

6.50. Следует обеспечить наличие портативных или переносных дозиметров для мониторинга отдельных мест нахождения в любой контролируемой зоне загрязнения. Для обнаружения внешнего загрязнения работников следует обеспечить наличие стационарных или портативных дозиметрических приборов у выходов из любых контролируемых зон или при переходе из зоны с более высоким уровнем загрязнения в зону с более низким уровнем загрязнения.

6.51. В необходимых случаях следует также осуществлять мониторинг химических условий (например, концентраций хлоридов или горючих газов, химических свойств жидкостей) и нерадиологических параметров (например, температуры, давления, влажности, коэффициентов расхода водного теплоносителя).

6.52. Следует, чтобы все дозиметрические приборы имели диапазоны измерений, соответствующие диапазону ожидаемых наблюдений, а также подвергались периодической проверке и калибровке.

6.53. Емкости для хранения жидких отходов следует снабдить резервуарами для сбора стоков и дозиметрическим оборудованием, используемым для обнаружения утечек.

СУЗ и КИП

6.54. Там, где это представляется практически возможным, следует обеспечить независимость средств контроля технологической системы (например, оборудования для манипулирования отходами и вентиляционных систем) от систем защиты. Если это не является реально осуществимым, то следует представить подробное обоснование использования совмещенных и взаимосвязанных систем. Поступающие оператору сигналы предупреждения об опасности и показания приборов должны быть четкими и не должны вызывать замешательства.

6.55. Информация о состоянии систем, важных для безопасности, но не являющихся легкодоступными (например, об уровне жидких отходов в резервуаре), должна поступать оператору через надлежащим образом расположенные системы индикаторов или по другим соответствующим каналам.

Инспектирование компонентов установки и хранящихся отходов

6.56. Хранилище следует проектировать таким образом, чтобы облегчалось инспектирование конструкций, систем и компонентов установки, а также отходов и упаковок с отходами, хранящихся на установке, в той мере, в какой они являются важными для обеспечения безопасности. Например, вокруг стеллажей для хранения следует создать надлежащее свободное пространство, обеспечивающее доступ с оборудованием, а емкости для хранения следует снабдить смотровыми окнами.

6.57. Следует рассмотреть вопрос о включении неподвижных имитационных упаковок или коррозионных образцов-свидетелей с хранящимися отходами для целей мониторинга условий и показателей.

Резервные емкости для хранения отходов

6.58. Следует обеспечить резервные емкости для хранения отходов, образующихся в различных ситуациях. Такие ситуации могут включать нештатные условия (например, необходимость опорожнения протекающего

резервуара) или периоды внедрения усовершенствований или проведения капитальных ремонтов.

Службы поддержки и вспомогательные системы

6.59. Для обеспечения безопасной эксплуатации хранилища отходов может понадобиться ряд вспомогательных систем. Необходимость вспомогательных систем и средств их поддержки следует оценивать в каждом конкретном случае, например, в таких как хранение высокоактивных отходов.

6.60. Следует обеспечить надлежащее и надежное освещение в поддержку эксплуатации, инспектирования и физической защиты зон хранения отходов. Требования в отношении аварийной готовности [27] могут обусловить необходимость обеспечения подачи энергии для аварийного освещения из источника, не зависящего от обычной системы электроснабжения.

6.61. Следует обеспечить наличие надлежащих внутренних и внешних каналов связи для удовлетворения эксплуатационных и аварийных требований в отношении установки. Эти требования включают наличие линий прямой телефонной связи с пожарной бригадой, регулирующим органом или национальным органом управления аварийными ситуациями, а также систем двусторонней связи для оперативного и полного оповещения персонала о возможной опасности. Конкретные требования для каждой установки следует определять в каждом конкретном случае.

Противопожарные системы

6.62. В случае наличия вероятного риска возникновения пожара следует создать противопожарную систему, имеющую надлежащие мощность и потенциал. Следует, чтобы цели проекта состояли в ограничении риска выброса радионуклидов или токсичных веществ в окружающую среду и в зоны установки, находящиеся вне зоны хранения, а также в ограничении риска повреждений от пожара зон хранения отходов и вспомогательных систем. Особое внимание следует уделять требованиям, предъявляемым к горючим необработанным отходам и продуктам отходов. Следует отметить, что некоторые продукты отходов могут содержать вещества, способные поддерживать пожар в отсутствие кислорода. При создании противопожарной системы следует также учесть необходимость надлежащего удержания и удаления средств пожаротушения, которые могут оказаться загрязненными в процессе тушения пожара (например, путем обеспечения наличия системы дренажа и сбора загрязненной воды).

ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

6.63. Ввод хранилищ в эксплуатацию обычно осуществляется в несколько этапов. Ввод в эксплуатацию более сложных установок обычно проходит через следующие этапы: строительство, завершение строительства и проведение инспекции; испытание оборудования; демонстрация эксплуатационных возможностей; пассивный ввод в эксплуатацию и активный ввод в эксплуатацию.

6.64. По завершении ввода в эксплуатацию обычно составляется окончательный отчет. Этот отчет должен документально отражать фактическое состояние построенной установки и содержать информацию, облегчающую эксплуатацию. Кроме того, его следует принимать во внимание при рассмотрении возможностей усовершенствования и снятия с эксплуатации хранилища в будущем. В этом отчете следует также документально зафиксировать все испытания, представить доказательства успешного завершения испытаний и указать любые усовершенствования установки или процедур во время ввода в эксплуатацию. Следует, чтобы этот отчет обеспечивал уверенность оператора и регулирующего органа в том, что условия разрешения выполнены.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Общие эксплуатационные соображения

6.65. Типичная эксплуатационная деятельность, связанная с хранением отходов, представляет собой обычные операции по получению, обработке, размещению, хранению и извлечению упаковок с отходами и подготовке их к захоронению. Вспомогательная деятельность включает: радиационную защиту; мониторинг и наблюдение; испытания и осмотр упаковок с отходами; инспектирование компонентов хранилища; техническое обслуживание и ремонт; этикетирование упаковок с отходами и ведение учета.

6.66. Хранилища следует эксплуатировать в соответствии с письменными процедурами. Следует, чтобы эти процедуры обеспечивали соблюдение эксплуатационных пределов и условий, одобренных для хранилища регулирующим органом.

6.67. Изменение условий хранения следует регламентировать конкретными планами и процедурами и сопровождать соответствующими разрешениями

регулирующего органа. Воздействие любых изменений на безопасность следует рассматривать в каждом конкретном случае.

6.68. Следует применять эксплуатационную практику и меры административного контроля, соответствующие уровню риска. Можно привести следующие примеры:

- (a) использование предварительных оценок работ и обучение на макетах с целью минимизации облучения при выполнении работ по эксплуатации и обслуживанию;
- (b) применение технологий дистанционного манипулирования при выполнении работ по эксплуатации и техническому обслуживанию;
- (c) установка средств контроля загрязнения при передаче или перемещении предметов из зон с более высоким уровнем загрязнения в зоны с меньшим уровнем загрязнения;
- (d) надлежащее планирование и тщательное осуществление деятельности по хранению с целью минимизации облучения при выполнении работ по эксплуатации и техническому обслуживанию.

6.69. Следует разработать и поддерживать систему отслеживания упаковок с отходами. Для крупных хранилищ радиоактивных отходов следует рассмотреть вопрос об использовании компьютеризованной системы отслеживания упаковок. Там, где это представляется практически целесообразным, следует подготовить и обновлять план хранения, на котором показана конфигурация размещенных упаковок с отходами, включая распределение по зонам в зависимости от уровня рисков.

Эксплуатационные пределы и условия

6.70. Хранилища следует эксплуатировать в соответствии со сводом эксплуатационных пределов и условий, разработанных на основе оценки безопасности установки с целью определения безопасных границ эксплуатации. Эксплуатационные пределы и условия устанавливают технические характеристики, связанные с упаковками с отходами, системами и процедурами безопасности, радиологическими критериями и требованиями к персоналу. Следует, чтобы эксплуатационные пределы и условия для хранилищ разрабатывались оператором и подлежали одобрению регулирующим органом. Эксплуатационные пределы и условия следует, при необходимости, пересматривать с учетом опыта ввода в эксплуатацию и эксплуатации, усовершенствований установки и изменений норм безопасности. В справочном материале [31] содержатся рекомендации по разработке и соблюдению

эксплуатационных пределов и условий для АЭС; значительная часть этих рекомендаций применима к хранилищам радиоактивных отходов.

6.71. При определении эксплуатационных пределов и условий следует учитывать риски, связанные с отходами и условиями их хранения. Эксплуатационные пределы и условия конкретно определяются для каждой установки. Оператор, с тем чтобы остаться в рамках эксплуатационных пределов и условий, может пожелать установить в качестве эксплуатационной цели минимально допустимый административный запас ниже конкретно определенных пределов.

6.72. Следует, чтобы эксплуатационные пределы и условия для хранилищ отходов в соответствующих случаях включали:

- (a) технические требования в отношении упаковок с отходами (форма отходов, радионуклидный состав и характеристики контейнеров), соответствующие критериям приемлемости отходов для хранилища;
- (b) пределы концентрации для жидких отходов, например, для предотвращения осаждения твердых частиц;
- (c) требования в отношении систем безопасности, например, требования к вентиляции, съему тепла, взбалтыванию емкостей и дозиметрическому контролю, в том числе требования к наличию этих характеристик в нормальных и нештатных условиях;
- (d) периодические испытания оборудования, в особенности резервных систем, которые должны быть в наличии в аварийных условиях;
- (e) максимальные мощности доз излучения, в особенности на поверхностях контейнеров;
- (f) максимальные уровни загрязнения поверхностей контейнеров;
- (g) требования в отношении подготовки и аттестации кадров и минимальные уровни укомплектованности персоналом;
- (h) пределы общего инвентарного количества радионуклидов.

6.73. Первоначальные эксплуатационные пределы и условия обычно следует разрабатывать в сотрудничестве с проектировщиками установки заблаговременно до начала эксплуатации с целью обеспечения наличия достаточного времени для их оценки регулирующим органом.

Эксплуатационные процедуры

6.74. Следует разработать процедуры для управления хранилищем и его эксплуатации в нормальных условиях, в условиях инцидентов и в

постулируемых аварийных условиях. Процедуры следует направить на решение вопросов, аналогичных тем, что перечислены в пункте 6.5, и подготовить таким образом, чтобы назначенное ответственное лицо могло понимать и выполнять каждое действие в надлежащей последовательности. Следует четко определить ответственность за одобрение любых необходимых отклонений от этих процедур по эксплуатационным причинам. Следует обосновать любое отклонение от одобренных эксплуатационных процедур и определить его последствия с точки зрения безопасности.

6.75. В соответствии с системой управления следует создать механизмы для рассмотрения и одобрения эксплуатационных процедур, а также для передачи персоналу сообщений о проведении любых пересмотров. Следует проводить периодические рассмотрения с целью учета эксплуатационного опыта. Результаты любых пересмотров следует утверждать только после их рассмотрения с целью обеспечения соответствия эксплуатационным пределам и условиям, одобрения уполномоченными лицами и документального оформления.

Радиационная защита

6.76. Цели программы радиационной защиты состоят в обеспечении уверенности в том, что дозы облучения, получаемые работниками и лицами из населения в результате нормальной эксплуатации и возможной нештатной эксплуатации хранилища, не превышают регулирующих пределов, и что радиационная защита оптимизирована. Выбросы радиоактивного материала в окружающую среду следует также контролировать в соответствии с требованиями регулирующего органа. Более подробные рекомендации по радиационной защите содержатся в других публикациях МАГАТЭ [28, 29].

6.77. Могут понадобиться дополнительные процедуры радиационной защиты для применения к нерегулярной деятельности по хранению отходов, такой как перемещение отходов через коридоры и зоны, которые обычно используются персоналом, манипулирование упаковками без документально оформленных характеристик и продувка зон, где вентиляция работает с перебоями.

6.78. Следует конкретно определить мощности доз излучения для упаковок с отходами, поверхностей экранов и других объектов, а уровни излучения контролировать через промежутки времени, достаточные для того, чтобы предупредить оператора о любых изменениях, вызванных, например, неожиданным и необнаруженным увеличением количества радиоактивного материала и деградацией экранирования.

Техническое обслуживание, испытания и инспектирование

6.79. Перед началом операций оператору следует подготовить программу периодического технического обслуживания, испытаний и инспектирования систем, важных для безопасной эксплуатации. Необходимость технического обслуживания, испытаний и инспектирования следует рассматривать со стадии проектирования. Предпочтение следует отдавать испытаниям, не нарушающим основной режим эксплуатации, и инспекциям, которые включают диагностическую оценку показателей работы, как части обычной эксплуатационной деятельности. В ходе испытаний и инспекций следует установить и проверить наличие правильного функционирования, надлежащих показателей работы и условий в сравнении с критериями приемлемости. Данную программу следует периодически рассматривать с учетом эксплуатационного опыта. Системы и компоненты, которые следует рассматривать с точки зрения проведения периодического технического обслуживания, испытаний и инспектирования, могут включать:

- (a) системы удержания отходов, включая резервуары и другие контейнеры;
- (b) системы манипулирования отходами, включая насосы и клапаны;
- (c) системы нагрева и/или охлаждения;
- (d) системы радиационного мониторинга
- (e) калибровочные приборы;
- (f) вентиляционные системы;
- (g) обычные и резервные системы электроснабжения;
- (h) службы поддержки и вспомогательные системы, такие как системы подачи воды, газа и сжатого воздуха;
- (i) систему физической защиты;
- (j) строительные конструкции и радиационную защиту;
- (k) противопожарные системы.

6.80. Следует, чтобы периодичность проведения технического обслуживания, испытаний и инспектирования обеспечивала уверенность в том, что надежность оборудования остается высокой, а эффективность систем по-прежнему соответствует проектной концепции установки. Периодичность испытаний не должна значительно воздействовать на надежность систем.

6.81. Персонал, имеющий надлежащую квалификацию, подготовку и опыт, следует использовать для одобрения и осуществления программы технического обслуживания, испытаний и инспектирования, а также для одобрения связанных с этим процедур. Испытательные процедуры должны включать критерии приемлемости испытаний.

6.82. Следует вести учетные документы в отношении деятельности по проведению технического обслуживания, испытаний и инспекций. Эти учетные документы следует подвергать периодическому рассмотрению с целью определения тенденций развития показателей работы системы, надежности компонентов системы и эффективности программы технического обслуживания. Следует, чтобы эти рассмотрения включали определение надлежащих корректирующих мер.

Физическая безопасность и контроль доступа

6.83. Следует осуществлять контроль доступа в зоны хранения отходов с целью обеспечения безопасности и физической защиты материалов. При выполнении эксплуатационных требований в отношении контроля доступа может применяться зонированный подход, направленный внутрь к зонам с более строгими уровнями контроля. Следует предусмотреть средства для обнаружения несанкционированного вторжения и быстрого принятия контрмер.

СНЯТИЕ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

6.84. Перед снятием с эксплуатации следует подготовить план снятия с эксплуатации, в котором учитываются любое остаточное радиоактивное загрязнение, технические факторы, затраты, графики, институциональные факторы, а также вопросы обращения с отходами, образующимися в результате деятельности по снятию с эксплуатации [19].

6.85. В тех случаях, когда отходы хранятся в отдельно расположенной установке, следует подготовить конкретный план снятия с эксплуатации для этой установки [19]. В тех случаях, когда хранилище является частью более крупной ядерной установки, план снятия хранилища с эксплуатации обычно является частью плана снятия с эксплуатации этой более крупной ядерной установки.

ДОЛГОСРОЧНОЕ ХРАНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

6.86. Долгосрочное хранение радиоактивных отходов относится к ситуациям, в которых отходы хранятся в течение сроков, превышающих первоначальный проектный жизненный цикл контейнеров и хранилищ, например, ввиду задержки или отсрочки захоронения отходов. Долгосрочное хранение может

также относиться к ситуациям, в которых упаковки с отходами и хранилища проектируются на сравнительно длительные сроки хранения (например, 100 лет).

6.87. Дополнительные технические соображения для долгосрочного хранения отходов включают:

- (a) инженерно-технические системы, установки и средства ведомственного контроля должны быть более надежными и подвергаться более активному техническому обслуживанию; по возможности следует использовать пассивные средства безопасности;
- (b) информацию следует сохранять в удобочитаемой и понятной для будущих поколений форме; для длительных сроков более важное значение будет иметь ухудшение состояния учетных документов (как в материальной, так и в электронной формах);
- (c) неумышленное или преднамеренное вторжение в хранилища отходов может стать более вероятным по истечении более длительных сроков, и возможность вторжения следует учитывать при проведении оценки безопасности.

6.88. Для хранения после первоначально намеченного срока хранения проектный жизненный цикл хранилища и упаковок с отходами может быть продлен. Это должно побудить к проведению повторного анализа стратегии хранения, который может включать повторный анализ первоначального проекта, операций, оценки безопасности и других аспектов хранилища отходов.

6.89. Для хранения после первоначально намеченного срока хранения может возникнуть необходимость проведения испытаний, осмотра или анализа с целью оценки целостности упаковок с отходами. Потенциальные проблемы, связанные с упаковками с отходами, следует рассмотреть заблаговременно до возникновения необходимости принятия физических мер (таких как переупаковка или размещение отходов в новых упаковках). В некоторых случаях может оказаться оправданным перемещение упаковок с отходами в более надежное хранилище вместо их переупаковки или замены.

6.90. В случае прогнозируемого долгосрочного хранения следует рассмотреть вопрос о сведении к минимуму последствий потенциальных изменений хранящихся радиоактивных отходов. Изменения хранящихся отходов могут включать:

- (a) образование опасных газов в результате химических и радиолитических реакций (например, образование газообразного водорода в результате радиолиза) и нарастание избыточного давления;
- (b) образование горючих или коррозионных веществ;
- (c) коррозию металлов (например, углеродистой стали);
- (d) деградацию формы отходов.

6.91. Эти соображения представляются особенно важными при долгосрочном хранении, в процессе которого в течение длительных сроков могут накапливаться малые эффекты. При использовании аналитических подходов для оценки процессов, происходящих в течение длительных сроков хранения, следует учесть неопределенности параметров и моделей.

Добавление

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.1. За некоторыми исключениями, в хранилищах радиоактивных отходов находятся относительно небольшие энергетические источники и, как правило, существует сравнительно немного реально возможных механизмов внезапного выброса радиоактивного материала. Кроме того, хранилища радиоактивных отходов обычно проектируются на основе скорее пассивных, чем активных систем безопасности, и поэтому для обеспечения их безопасности не используются сложные системы.

А.2. Оценка безопасности включает анализ тех аспектов проектирования и эксплуатации хранилища радиоактивных отходов, которые обеспечивают защиту работников, населения и охрану окружающей среды в нормальных условиях и аварийных ситуациях.

А.3. Оценка безопасности обычно является повторяющимся процессом, используемым для обеспечения безопасности эксплуатации хранилища радиоактивных отходов. Оценку безопасности следует использовать на ранней стадии процесса проектирования с целью определения рисков и сценариев, которые могут потребовать внесения изменений в предлагаемый проект или эксплуатационные процедуры для достижения уровня безопасности, конкретно установленного регулирующим органом. Обычно при контроле радиационных рисков основное внимание следует уделять проектным характеристикам, а не эксплуатационным процедурам.

А.4. Применение дифференцированного подхода к оценке безопасности предполагает, что сфера охвата и тщательность оценки безопасности и ее вспомогательной документации соразмерны характеру и степени потенциальных рисков. В целях дифференцирования может быть использована общая система категоризации по уровню радиологического риска, определяющая уровень анализа, требуемого для поддержки оценки безопасности. В добавлении 4 к справочному материалу [32] представлена такая система категоризации, содержащая описание категорий радиологического риска. Подобные категории риска часто конкретно определяются в национальных законах и регулирующих положениях.

А.5. Условия, процессы и события, которые могут влиять на целостность и безопасность хранилища радиоактивных отходов, могут рассматриваться как

происходящие либо вне установки, либо в пределах установки. Главным образом существует три типа этих условий, процессов и событий: внешние природные явления, внутренние явления и внешние явления, вызванные деятельностью человека. Приложения III–V к справочному документу [5] представляют собой хорошие отправные точки для рассмотрения при разработке оценки безопасности хранилища радиоактивных отходов. Не следует основываться только на общих перечнях, поскольку условия окружающей среды и природные явления на конкретной площадке, а также проект установки и осуществляемые на ней операции будут строго определять условия, процессы и события, которые следует проанализировать в процессе оценки безопасности.

А.6. При оценке безопасности хранилища радиоактивных отходов следует учитывать типы, количества и физические и химические характеристики отходов. Например, радиоактивные отходы, которые были кондиционированы (например, переведены в твердую, забетонированную форму), вероятно, будут иметь более низкий коэффициент повреждения во многих аварийных условиях, чем отходы в некондиционированной форме. Коэффициент повреждения – это параметр, который используется для учета наличия материала в аварийных условиях.

А.7. Следует, чтобы оценка безопасности хранилища радиоактивных отходов охватывала расчетную длительность эксплуатации установки. При проведении оценки безопасности в случае хранения отходов в течение более длительных сроков потребуется проанализировать возможность возникновения событий, менее вероятных, чем при более коротких сроках хранения. Кроме того, процессы, которые были проигнорированы при оценке более коротких сроков хранения, могут стать значительными при более длительных сроках хранения (например, образование газа в результате радиолитических реакций, общая коррозия канистр с отходами или радиационное охрупчивание полиэтиленовых контейнеров).

А.8. При оценке безопасности хранилища радиоактивных отходов следует учитывать различные этапы жизненного цикла установки. Оценку безопасности следует периодически проводить повторно и, при необходимости, пересматривать с целью учета изменений условий, установок или процедур.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ НЕБОЛЬШИХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.9. Подход, применяемый к оценке безопасности небольших хранилищ радиоактивных отходов, обычно будет основываться на общих контрольных перечнях для определения рисков и общих процедур; проведение обширного количественного анализа безопасности обычно не представляется необходимым. К небольшим хранилищам радиоактивных отходов применимы также многие процедуры и пункты контрольных списков, используемых при оценке безопасности небольших установок, таких как лаборатории.

А.10. Безопасность небольших хранилищ радиоактивных отходов (например, надежного помещения для хранения на медицинской установке) может быть обеспечена путем применения документально оформленных процедур и пределов. Темы, которые следует охватить такими процедурами и пределами, в основном изложены в разделах 4 и 5 и могут, например, включать:

- (a) описание хранилища и порядок его эксплуатации;
- (b) пределы активности для накопленного инвентарного количества радионуклидов;
- (c) пределы сбросов радионуклидов;
- (d) фамилии лиц, ответственных за установку;
- (e) контроль доступа;
- (f) мощности доз на поверхностях;
- (g) перечень материалов, разрешенных к хранению;
- (h) правила разделения, упаковки и этикетирования отходов;
- (i) ведение учета;
- (j) планы аварийных мероприятий;
- (k) заявление о применимых правилах и руководящих материалах.

А.11. Наличие на установке пределов инвентарного количества радионуклидов является одним из способов обеспечения безопасности небольших хранилищ, в особенности в нештатных условиях эксплуатации. Регулирующий орган может предпочесть установить общие пределы инвентарного количества для небольших хранилищ. Информация о методах подготовки радиологических оценок установок, таких как небольшие хранилища радиоактивных отходов (например, в больницах и университетах), была опубликована национальными агентствами [33].

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНЫХ ХРАНИЛИЩ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.12. В отношении крупных хранилищ радиоактивных отходов, ввиду их сложности и больших накопленных количеств радиоактивного материала, потребуется проводить анализы безопасности для конкретной площадки и конкретной установки с использованием как качественных, так и количественных методов оценки безопасности.

А.13. МАГАТЭ еще предстоит разработать нормы безопасности для проектирования и анализа безопасности установок топливного цикла, таких как хранилища радиоактивных отходов, хотя требования безопасности для установок топливного цикла уже разрабатываются в настоящее время [34]. Некоторая информация об оценке безопасности, которая содержится в технических документах МАГАТЭ, применима к хранилищам [35–39]. Анализ безопасности конкретной установки будет включать такие этапы, как:

- (a) описание системы (включая оценку максимального инвентарного количества радиоактивного материала) и конкретное изложение применимых правил и руководящих материалов. В изложении, например, следует указать, должна ли быть установка аттестована с точки зрения сейсмической безопасности;
- (b) систематическое описание условий, процессов и событий, связанных со штатными и нештатными ситуациями и внешними событиями (например, пожары или аварии во время манипулирования, влекущие нарушение целостности контейнеров с отходами);
- (c) анализ риска. Вероятностное прогнозирование сочетаний условий, процессов и событий, которые могут привести к выбросу радиоактивного материала из хранилища, с целью исключения из дальнейшего рассмотрения меньших вероятностей или последствий;
- (d) расчет риска. Вероятности или последствия выброса(ов) радиоактивного материала, определенные в анализе риска, оцениваются методом качественного анализа и сравниваются с пределами, установленными регулирующим органом;
- (e) установление пределов, условий и мер контроля на основе анализа безопасности. При необходимости, вносятся изменения в проект установки, а также в анализ безопасности;
- (f) подготовку документации по оценке безопасности в поддержку лицензирования установки.

Следует, чтобы в оценке безопасности были определены основные факторы риска с целью выяснения пределов систем безопасности, а также установления уровня уверенности в параметрах, поддерживающих оценку безопасности, которые были бы соразмерны значимости этих систем (например, путем анализа чувствительности).

А.14. Следует, чтобы оценка безопасности включала оценку риска в ситуациях штатной и нештатной эксплуатации и в условиях, связанных с внешними событиями, а также определять мощности доз на границе площадки и потенциального облучения в зонах неограниченного доступа. В соответствующих случаях для конкретной установки следует определить разрешенные пределы сбросов, с учетом рекомендаций, содержащихся в справочном материале [13].

А.15. Для количественной оценки безопасности крупного хранилища радиоактивных отходов могут использоваться различные методы (например, комплексные анализы безопасности и вероятностные оценки риска). Хотя в случае небольшого хранилища может оказаться возможным полагаться на использование общих данных (например, метеорологических данных, значений экологических параметров, коэффициентов повреждения или факторов путей утечек) в поддержку оценки безопасности, в отношении крупного хранилища следует использовать информацию для конкретной площадки.

А.16. Следует, чтобы процесс оценки безопасности крупного хранилища радиоактивных отходов был обычно повторяющимся. Первоначальная оценка безопасности, которая дает результаты, близкие к предельным показателям или превышающие их, будет свидетельствовать о необходимости создания дополнительных систем безопасности и средств контроля и/или проведения более строгого анализа приемлемости любых источников общих данных, которые были использованы.

А.17. Оценка безопасности может выполняться с целью удовлетворения требования о проведении периодического рассмотрения безопасности, что является регулирующим требованием во многих государствах. Периодическое рассмотрение безопасности является основным инструментальным средством регулирования с целью обеспечения безопасности осуществляемых на установке операций в долгосрочной перспективе и рассмотрения запросов лицензиатов относительно продолжения эксплуатации установки по истечении установленного срока лицензии или периода, определенного в результате оценки безопасности. Периодическое рассмотрение безопасности обеспечивает подтверждение уверенности в том, что основа лицензирования продолжает

оставаться правомерной с учетом старения установки, внесенных изменений и современных международных норм безопасности. Рекомендации относительно проведения периодического рассмотрения безопасности содержатся в справочном материале [40].

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Основопологающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Юридическая и государственная инфраструктура ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед их захоронением, включая снятие с эксплуатации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [4] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами низкого и среднего уровня активности перед их захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.5, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами высокого уровня активности перед их захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.6, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами, образующимися в результате использования радиоактивных материалов в медицине, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.7, МАГАТЭ, Вена (2006).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design of Spent Fuel Storage Facilities, Safety Series No. 116, IAEA, Vienna (1994).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Operation of Spent Fuel Storage Facilities, Safety Series No. 117, IAEA, Vienna (1994).

- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Assessment for Spent Fuel Storage Facilities, Safety Series No. 118, IAEA, Vienna (1994).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, IAEA, Vienna (2006).
- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Регулирующий контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.3, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [14] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, Вена (1991).
- [15] Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, INFCIRC/546, МАГАТЭ, Вена (2001).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рассмотрения и оценки, проводимые регулирующим органом для ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [17] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Документация, предназначенная для использования при регулировании ядерных установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-G-1.4, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [18] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Regulatory Control of Radiation Sources, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-1.5, IAEA, Vienna (2004).
- [19] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Вывод из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.4, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [20] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Вывод из эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских установок, Серия норм безопасности МАГАТЭ № WS-G-2.2, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, IAEA/CODEC/2004, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Security of Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1355, IAEA, Vienna (2003).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management for the Prevention of Accidents from Disused Sealed Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1205, IAEA, Vienna (2001).
- [24] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Safe Management of Wastes from Health-Care Activities (PRÜSS, A., GIROULT, E., RUSHBROOK, P., Eds), WHO, Geneva (1999).

- [25] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля, Серия норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.7, МАГАТЭ, Вена (2006).
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Reports Series No. 44, IAEA, Vienna (2005).
- [27] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ № GS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [28] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оптимизация радиационной защиты при контроле облучения персонала, Серия докладов по безопасности № 21, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [29] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Радиационная защита при профессиональном облучении, Серия норм безопасности МАГАТЭ № RS-G-1.1, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3, IAEA, Vienna (2003).
- [31] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Пределы и условия для эксплуатации и эксплуатационные процедуры для атомных электростанций, Серия норм безопасности № NS-G-2.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [32] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-METHOD 2003, IAEA, Vienna (2003).
- [33] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, Radiological Assessments for Small Users, Rep. NRPB-W63, NRPB, Chilton, United Kingdom (2004).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series, IAEA, Vienna (in preparation).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Consideration of External Events in the Design of Nuclear Facilities Other Than Nuclear Power Plants, with Emphasis on Earthquakes, IAEA-TECDOC-1347, IAEA, Vienna (2003).
- [36] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Procedures for Conducting Probabilistic Safety Assessment for Non-Reactor Nuclear Facilities, IAEA-TECDOC-1267, IAEA, Vienna (2002).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Seismic Design Considerations of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA-TECDOC-1250, IAEA, Vienna (2001).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of and Regulations for Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA-TECDOC-1221, IAEA, Vienna (2001).

- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidelines for Integrated Risk Assessment and Management in Large Industrial Areas, IAEA-TECDOC-994, IAEA, Vienna (1998).
- [40] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.10, IAEA, Vienna (2003).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Abramidze, S.	Institute of Physics, Georgia
Bennett, D.	Environment Agency, United Kingdom
Campomanes, R.	Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radio-protection, France
Conlon, P.J.	International Atomic Energy Agency
Dyck, P.	International Atomic Energy Agency
Éhn, L.	Slovak Electric-VYZ, Slovakia
Eigenwillig, G.G.	Siemens AG, Germany
Esh, D.W.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Garamszeghy, M.	Ontario Power Generation, Canada
Guy, M.S.C.	Alara Consultants, South Africa
Hall, J.R.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Hamlat, M.S.	Centre de radioprotection et de sûreté, Algeria
Howard, D.	Canadian Nuclear Safety Commission, Canada
Hutchison, S.	Health and Safety Executive, United Kingdom
Jauhri, G.S.	Radiation Safety Systems Division, India
Knecht, B.	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate, Switzerland
Konecný, L.	Nuclear Regulatory Authority, Slovakia
Leeds, E.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Lexan, D.	Nuclear Engineering Seibersdorf, Austria

Linsley, G.	International Atomic Energy Agency
Lorenz, B.	Gesellschaft für Nuklear-Service, Germany
Metcalf, P.E.	International Atomic Energy Agency
Rowat, J.H.	International Atomic Energy Agency
Schaller, A.	Hazardous Waste Management Agency, Croatia
Selling, H.A.	Ministerie van VROM, Netherlands
Sjoebloom, K.-L.	International Atomic Energy Agency
Syed Abdul Malik, S.Z.	Malaysian Institute for Nuclear Technology Research, Malaysia
Szitás, I.	Ministry of Economy, Slovakia
Tauber, J.	Department of Nuclear Waste Technology, Austria
Warnecke, E.	International Atomic Energy Agency

ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ МАГАТЭ ПО 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: Drábová, D.; Дания: Ulbak, K.; Египет: Abdel-Hamid, S.B.; Франция: Lacoste, A.-C. (председатель); Германия: Majer, D.; Индия: Sharma, S.K.; Израиль: Levanon, I.; Япония: Abe, K.; Корея, Республика: Eun, Y.-S.; Пакистан: Hashmi, J.; Российская Федерация: Малышев, А.Б.; Южная Африка: Magugumela, M.T.; Испания: Azuara, J.A.; Швеция: Holm, L.-E.; Швейцария: Schmocker, U.; Соединенное Королевство: Weightman, M.; Соединенные Штаты Америки: Virgilio, M.; Европейская комиссия: Waeterloos, C.; МАГАТЭ: Karbassioun, A. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Holm, L.-E.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Tanaka, T.

Комитет по нормам ядерной безопасности

*Аргентина: Sajaroff, P.; Австралия: MacNab, D.; Австрия: Sholly, S.; Бельгия: Govaerts, P.; Бразилия: de Queiroz Bogado Leite, S.; *Болгария: Гладычев, Ю.; Канада: Newland, D.; Китай: Wang, J.; Хорватия: Valcic, I.; *Кипр: Demetriades, P.; Чешская Республика: Böhm, K.; Египет: Aly, A.I.M.; Финляндия: Reiman, L. (председатель); Франция: Saint Raymond, P.; Германия: Herttrich, M.; *Греция: Camarinopoulos, L.; Венгрия: Vöröss, L.; Индия: Kushwaha, H.S.; Иран, Исламская Республика: Alidousti, A.; *Ирак: Khalil Al-Kamil, A.-M.; Ирландия: Hone, C.; Израиль: Hirshfeld, H.; Италия: Bava, G.; Япония: Nakamura, K.; Корея, Республика: Kim, H.-K.; Литва: Демченко, М.; Мексика: González Mercado, V.; Нидерланды: Jansen, R.; Пакистан: Habib, M.A.; Парагвай: Troche Figueredo, G.D.; *Перу: Ramírez Quijada, R.; Португалия: Marques, J.J.G.; Румыния: Biro, L.; Российская Федерация: Швецов, Ю.Е.; Словакия: Uhrík, P.; Словения: Levstek, M.F.; Южная Африка: Bester, P.J.; Испания: Zarzuela, J.; Швеция: Hallman, A.; Швейцария: Aeberli, W.; *Таиланд: Tanipanichskul, P.; Турция: Bezdegumeli, U.;*

Украина: Безсалый, В.; Соединенное Королевство: Vaughan, G.J.; Соединенные Штаты Америки: Mayfield, M.E.; Европейская комиссия: Vigne, S.; МАГАТЭ: Feige, G. (координатор); Международная организация по стандартизации: Nigon, J.L.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Reig, J.; *Всемирная ядерная ассоциация: Saint-Pierre, S.

Комитет по нормам радиационной безопасности

Бельгия: Smeesters, P.; Бразилия: Rodriguez Rochedo, E.R.; *Болгария: Кацарска, Л.; Канада: Clement, C.; Китай: Yang, H.; Коста-Рика: Pacheco Jimenez, R.; Куба: Betancourt Hernandez, A.; *Кипр: Demetriades, P.; Чешская Республика: Petrova, K.; Дания: Ohlenschlager, M.; *Египет: Hassib, G.M.; Финляндия: Markkanen, M.; Франция: Godet, J.; Германия: Landfermann, H.; *Греция: Kamenopoulou, V.; Венгрия: Koblinger, L.; Исландия: Magnusson, S. (председатель); Индия: Sharma, D.N.; Индонезия: Akhadi, M.; Иран, Исламская Республика: Rastkhah, N.; *Ирак: Khalil Al-Kamil, A.-M.; Ирландия: Colgan, T.; Израиль: Laichter, Y.; Италия: Bologna, L.; Япония: Yoda, N.; Корея, Республика: Lee, B.; Латвия: Salmins, A.; Малайзия: Rehir, D.; Мексика: Maldonado Mercado, H.; Марокко: Tazi, S.; Нидерланды: Zuur, C.; Норвегия: Saxebol, G.; Пакистан: Mehboob, A.E.; Парагвай: Idoyago Navarro, M.; Филиппины: Valdezco, E.; Португалия: Dias de Oliveira, A.; Румыния: Rodna, A.; Российская Федерация: Савкин, М.; Словакия: Jurina, V.; Словения: Sutej, T.; Южная Африка: Olivier, J.H.I.; Испания: Amor, I.; Швеция: Hofvander, P.; Швейцария: Pfeiffer, H.J.; *Таиланд: Wanitsuksombut, W.; Турция: Окуар, Н.; Украина: Голубев, В.; Соединенное Королевство: Robinson, I.; Соединенные Штаты Америки: Miller, C.; Европейская комиссия: Janssens, A.; Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Byron, D.; МАГАТЭ: Boal, T. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международное бюро труда: Niu, S.; Международная организация по стандартизации: Perrin, M.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Lazo, T.; Панамериканская организация здравоохранения: Jimenez, P.; Научный комитет ООН по действию атомной радиации: Crick, M.; Всемирная организация здравоохранения: Carr, Z.; Всемирная ядерная ассоциация: Saint-Pierre, S.

Комитет по нормам безопасности перевозки

Аргентина: López Vietri, J.; Австралия: Sarkar, S.; Австрия: Kirchnawy, F.; Бельгия: Cottens, E.; Бразилия: Mezrahi, A.; Болгария: Бакалова, А.; Канада: Faille, S.; Китай: Qu, Z.; Хорватия: Kubelka, D.; Куба: Quevedo Garcia, J.R.;

**Кипр: Demetriades, P.; Чешская Республика: Ducháček, V.; Дания: Breddan, K.; *Египет: El-Shinawy, R.M.K.; Финляндия: Tikkinen, J.; Франция: Aguilar, J.; Германия: Rein, H.; *Греция: Vogiatzi, S.; Венгрия: Sáfár, J.; Индия: Agarwal, S.P.; Иран, Исламская Республика: Kardan, M.R.; *Ирак: Khalil Al-Kamil, A.-M.; Ирландия: Duffy, J. (председатель); Израиль: Koch, J.; Италия: Trivelloni, S.; Япония: Amano, M.; Корея, Республика: Kim, Y.-J.; Малайзия: Sobari, M.P.M.; Нидерланды: Van Halem, H.; Новая Зеландия: Ardouin, C.; Норвегия: Hornkjøl, S.; Пакистан: Rashid, M.; Парагвай: More Torres, L.E.; Филиппины: Kinilitan-Parami, V.; Португалия: Buxo da Trindade, R.; Румыния: Vieru, G.; Российская Федерация: Ершов, В.Н.; Южная Африка: Jutle, K.; Испания: Zamora Martin, F.; Швеция: Dahlin, G., Швейцария: Knecht, B.; *Таиланд: Wanitsuksombut, W.; Турция: Ertürk, K.; Украина: Сакало, В.; Соединенное Королевство: Young, C.N.; Соединенные Штаты Америки: Brach, W.E.; Boyle R.; Европейская комиссия: Venchiarutti, J.-C.; 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.; Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций: Kervella, O.; Всемирный почтовый союз: Giroux, P.; Всемирный институт по ядерным перевозкам: Green, L.*

Комитет по нормам безопасности отходов

*Аргентина: Siraky, G.; Австралия: Williams, G.; Австрия: Hohenberg, J.; Бельгия: Baekelandt, L.; Бразилия: Heilbron, P.; *Болгария: Симеонов, Г.; Канада: Lojk, R.; Китай: Fan, Z.; Хорватия: Subasic, D.; Куба: Salgado Mojena, M.; *Кипр: Demetriades, P.; *Чешская Республика: Lieteva, P.; Дания: Nielsen, C.; *Египет: El-Adham, K.E.A.; Финляндия: Ruokola, E.; Франция: Cailleton, R.; Венгрия: Czoch, I.; Индия: Raj, K.; Индонезия: Yatim, S.; Иран, Исламская Республика: Ettehadian, M.; *Ирак: Abass, H.; Израиль: Dody, A.; Италия: Dionisi, M.; Япония: Ito, Y.; Корея, Республика: Park, W.; *Латвия: Salmins, A.; Литва: Paulikas, V.; Мексика: Aguirre Gómez, J.; Марокко: Soufi, I.; Нидерланды: Selling, H.; *Норвегия: Sorlie, A.; Пакистан: Rehman, R.; Парагвай: Facetti Fernandez, J.; Португалия: Flausino de Paiva, M.; Румыния: Tuturici, I.; Российская Федерация: Полуэктов, П.П.; Словакия: Копеčný, L.; Словения: Mele, I.; Южная Африка: Pather, T. (председатель); Испания: Sanz, M.; Швеция: Wingefors, S.; Швейцария: Zurkinden, A.; Турция: Özdemir, T.; Украина: Иевлев, С.; Соединенное Королевство: Wilson, C.; Соединенные Штаты Америки: Camper, L.; Европейская комиссия: Hilden, W.; МАГАТЭ: Hioki, K.*

(координатор); *Международная организация по стандартизации*: Hutson, G.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Riotte, H.; *Всемирная ядерная ассоциация*: Saint-Pierre, S.

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