

СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Приповерхностное
захоронение
радиоактивных
ОТХОДОВ

ТРЕБОВАНИЯ

№ WS-R-1



МЕЖДУНАРОДНОЕ
АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА

ПУБЛИКАЦИИ МАГАТЭ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

В соответствии со статьей III своего Устава Агентство уполномочено устанавливать нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и обеспечивать применение этих норм в мирной деятельности в ядерной области.

Связанные с регулирующей деятельностью публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы и меры безопасности, выпускаются в **Серии норм безопасности МАГАТЭ**. Эта серия охватывает ядерную безопасность, радиационную безопасность, безопасность транспортировки и безопасность отходов, и также общие принципы безопасности (т. е. имеет отношение к двум или более этих четырех областей), и категории публикаций в ней включают - **Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности**.

Основы безопасности (синий шрифт) содержат основные цели, концепции и принципы обеспечения безопасности и защиты в освоении и применении ядерной энергии для мирных целей.

Требования безопасности (красный шрифт) устанавливают требования, которые необходимо выполнять для обеспечения безопасности. Эти требования, для выражения которых применяется формулировка “должен, должна, должно, должны”, определяются целями и принципами, изложенными в Основах безопасности.

Руководства по безопасности (зеленый шрифт) рекомендуют меры, условия или процедуры выполнения требований безопасности. Для рекомендаций в Руководствах по безопасности применяется формулировка “следует”, которая означает, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые или эквивалентные альтернативные меры.

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь.

Информацию о программе норм безопасности МАГАТЭ (включая информацию об изданиях на других языках, помимо английского) можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

www.iaea.org/ns/coordinet

или по запросу, который следует направлять в Секцию координации деятельности по обеспечению безопасности МАГАТЭ по адресу: IAEA, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ

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

Доклады по вопросам обеспечения безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в другой серии, в частности, в **Серии докладов МАГАТЭ по безопасности**, в качестве информационных публикаций. Доклады по безопасности могут содержать описание образцовой практики, а также практических примеров и детальных методов, которые могут использоваться для выполнения требований безопасности. Они не устанавливают требования или не содержат рекомендации.

Другие серии изданий МАГАТЭ, которые включают публикации по вопросам безопасности - это **Серия технических докладов, Серия докладов по радиологическим оценкам, Серия ИНСАГ, Серия TECDOC, Серия временных норм безопасности, Серия учебных курсов, Серия услуг МАГАТЭ и Серия компьютерных руководств**, а также **Практические руководства по радиационной безопасности и Практические технические руководства по излучениям**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

**ПРИПОВЕРХНОСТНОЕ
ЗАХОРОНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ
ОТХОДОВ**

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

© МАГАТЭ, 2003

Разрешение на воспроизведение или перевод информации, содержащейся в данной публикации, можно получить, направив запрос в письменном виде по адресу: International Atomic Energy Agency, Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Июнь 2003
STI/PUB/1073

СЕРИЯ ИЗДАНИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ, № WS-R-1

ПРИПОВЕРХНОСТНОЕ
ЗАХОРОНЕНИЕ
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Требования безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2003 ГОД

ПРИПОВЕРХНОСТНОЕ
ЗАХОРОНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2003
STI/PUB/1073
ISBN 92-0-404603-1
ISSN 1020-5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мохамед ЭльБарадей
Генеральный директор

Одна из уставных функций МАГАТЭ сводится к тому, чтобы устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья, жизни и имущества в деятельности по освоению и применению ядерной энергии в мирных целях, а также обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, в которой оказывается помощь, и, по требованию сторон, в деятельности, проводимой на основании любого двустороннего или многостороннего соглашения, или, по требованию того или иного государства, к любому виду деятельности этого государства в области ядерной энергии.

Наблюдение за разработкой норм безопасности осуществляют следующие консультативные органы: Консультативная комиссия по нормам безопасности (ККНБ); Консультативный комитет по нормам ядерной безопасности (НУССАК); Консультативный комитет по нормам радиационной безопасности (РАССАК); Консультативный комитет по нормам безопасности перевозки (ТРАНССАК); и Консультативный комитет по нормам безопасности отходов (ВАССАК). Государства-члены широко представлены в этих комитетах.

Чтобы обеспечить широчайший международный консенсус, нормы безопасности направляются также всем государствам-членам для замечаний перед их одобрением Советом управляющих МАГАТЭ (в случае Основ безопасности и Требований безопасности) или, от имени Генерального директора, Комитетом по публикациям (в случае Руководств по безопасности).

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся его помощи в связи с выбором площадки, проектированием, строительством, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией или снятием с эксплуатации ядерной установки или любой другой деятельностью, должно будет выполнять те части норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением. Однако следует помнить, что ответственность за принятие окончательных решений и юридическая

ответственность в любых процедурах лицензирования возлагается на государства.

Нормы безопасности устанавливают важнейшие основы для безопасности, однако может также потребоваться включение более детальных требований, отражающих национальную практику. Кроме того, будут включаться, как правило, специальные вопросы, которые должны оцениваться экспертами на индивидуальной основе.

Физическая защита делящихся и радиоактивных материалов и АЭС в целом упоминается в надлежащих случаях, но не рассматривается подробно; к обязательствам государств в этом отношении следует подходить на основе соответствующих договорно-правовых документов и публикаций, разработанных под эгидой МАГАТЭ. Нерадиологические аспекты техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды также прямо не рассматриваются; признано, что государства должны выполнять свои международные обязательства и обязанности относительно них.

Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, возможно, не полностью соблюдаются на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Решения о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, будут приниматься государствами.

Внимание государств обращается на тот факт, что нормы безопасности МАГАТЭ, не являясь юридически обязательными, разработаны с целью обеспечения того, чтобы мирные применения ядерной энергии и радиоактивных материалов осуществлялись таким образом, который дает возможность государствам выполнять свои обязательства в соответствии с общепринятыми принципами международного права и правилами, касающимися охраны окружающей среды. Согласно одному такому общему принципу территория государства не должна использоваться так, чтобы причинить ущерб в другом государстве. Государства, следовательно, обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую меру заботливости.

Гражданская ядерная деятельность, осуществляемая в рамках юрисдикции государств, как и любая другая деятельность, подпадает под действие обязательств, которые государства могут принимать согласно международным конвенциям в дополнение к общепринятым принципам международного права. Государствам надлежит принимать в рамках своих национальных юридических систем такое законодательство (включая правила) и другие нормы и меры, которые могут быть необходимы для эффективного выполнения всех взятых на себя международных обязательств.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиоактивные отходы образуются в результате производства ядерной энергии и использования радиоактивных материалов в промышленности, исследованиях и медицине. Важность безопасного обращения с радиоактивными отходами для защиты здоровья человека и окружающей среды признана давно, и в этой области накоплен значительный опыт.

Программа МАГАТЭ по Нормам безопасности в области обращения с радиоактивными отходами (НБРО) направлена на создание последовательного и всеобъемлющего свода принципов, требований и рекомендаций для безопасного обращения с радиоактивными отходами и на формулирование руководящих принципов, необходимых для обеспечения их применения. Это осуществляется в рамках Серии норм безопасности МАГАТЭ с помощью внутренне согласованного комплекта документов, которые отражают международный консенсус. Публикации НБРО предоставят государствам-членам всеобъемлющую серию согласованных на международном уровне норм безопасности в целях оказания помощи в разработке и дополнении национальных критериев, норм и практики в этой области.

В настоящей публикации категории “Требования безопасности” излагаются основные требования безопасности, имеющие отношение к захоронению радиоактивных отходов в приповерхностных хранилищах. Она включает требования к защите здоровья человека, процедурам оценки, необходимым для достижения уверенности в обеспечении безопасности, и технические требования к приемлемости отходов, а также к выбору площадок для хранилищ, их проектированию, сооружению, эксплуатации и закрытию и этапу после закрытия. Указанные требования разработаны с учетом основных принципов обращения с радиоактивными отходами, изложенных в публикации категории “Основы безопасности” под названием “Принципы обращения с радиоактивными отходами” (Серия изданий по безопасности № 111-F). Рекомендации относительно выполнения требований содержатся в ряде Руководств по безопасности, относящихся к этой теме.

Эта публикация категории “Требования безопасности” была подготовлена в результате проведения серии совещаний консультантов и совещаний Технического комитета и рассмотрена Консультативным комитетом по нормам безопасности отходов (ВАССАК), Консультативной комиссией по нормам безопасности (ККНБ) и государствами-членами.

МАГАТЭ желает выразить свою признательность всем тем, кто оказал помощь в подготовке проекта настоящего документа и в его рассмотрении.

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

МАГАТЭ выражает признательность К.Брэггу, З.Длухи, П.Эскальер дес Орресу, Дж.М.Ферату, Дж.Гривзу, Г.Изабелу, Г.Джеку, Л.Джонсону, К.-Х.Канту, М.Кнаппу, И.Марке, С.Моббсу, И.Портеру и Н.Райделлу за вклад, внесенный в подготовку настоящей публикации норм безопасности.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнение, если оно включено, представляет собой неотъемлемую часть норм и имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения, сноски и списки литературы, если они включены, содержат дополнительную информацию или практические примеры, которые могут оказаться полезными для пользователя.

Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности в случаях, когда речь идет о требованиях, обязанностях и обязательствах. Для рекомендации желательного варианта используется формулировка “следует”.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.4)	1
	Цель (1.5)	2
	Сфера применения (1.6–1.7)	3
	Структура (1.8)	3
2.	ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	3
	Общие положения (2.1–2.3)	3
	Этап эксплуатации хранилища (2.4–2.5)	4
	Этап после закрытия хранилища (2.6–2.11)	4
	Охрана окружающей среды (2.12)	6
3.	ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И СОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ	7
	Общие положения (3.1–3.7)	7
	Требования к оценкам безопасности (3.8–3.11)	9
4.	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	10
	Общие положения (4.1–4.2)	10
	Конкретные требования к приповерхностному захоронению (4.3–4.13)	10
	Взаимозависимости образования радиоактивных отходов и обращения с ними (4.14–4.15)	13
5.	ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЕМЛЕМОСТИ ОТХОДОВ	13
	Общие положения (5.1)	13
	Содержание радионуклидов и связанные с этим требования (5.2–5.5)	14
	Физические, химические и биологические свойства (5.6–5.9)	14
	Огнестойкость (5.10)	15
	Конфигурация и идентификация (5.11–5.12)	15
6.	ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЕМЛЕМОЙ ПЛОЩАДКИ	16
	Общие положения (6.1–6.2)	16

Геология (6.3)	16
Гидрогеология (6.4–6.5)	16
Геохимия (6.6)	17
Тектоника и сейсмичность (6.7)	17
Процессы, протекающие на поверхности (6.8–6.9)	17
Метеорология и климат (6.10)	17
Воздействие деятельности человека (6.11–6.12)	18
7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ (7.1–7.5)	18
8. СООРУЖЕНИЕ (8.1–8.3)	19
9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ	20
Общие положения (9.1–9.4)	20
Контроль эксплуатации (9.5–9.7)	21
Ввод в эксплуатацию (9.8)	22
Прием отходов (9.9–9.10)	22
Размещение отходов (9.11)	22
Контроль выбросов (9.12)	22
Аварийная готовность (9.13)	23
Набор и подготовка персонала (9.14–9.15)	23
Меры охраны (9.16)	24
Рассмотрения (9.17–9.18)	24
10. ЗАКРЫТИЕ	25
Общие положения (10.1–10.3)	25
Процесс закрытия (10.4–10.8)	25
11. ЭТАП ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ ХРАНИЛИЩА	26
Общие положения (11.1–11.4)	26
Активные меры контроля (11.5–11.9)	27
Пассивные меры контроля (11.10–11.11)	29
12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА	29
Общие положения (12.1–12.3)	29
Выбор площадки (12.4)	30
Проектирование, сооружение и эксплуатация (12.5)	30
Приемлемость отходов (12.6–12.8)	30
Закрытие хранилища и этап после его закрытия (12.9)	31
Роль регулирующего органа в обеспечении качества (12.10) ...	31

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	32
Приложение КРИТЕРИИ ДОЗЫ И РИСКА ДЛЯ ЭТАПА ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ ХРАНИЛИЩА	34
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	39

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы как источник ионизирующих излучений представляют потенциальную угрозу здоровью человека и требуют тщательного обращения с целью снижения сопутствующих рисков до приемлемых уровней. Подлежащие применению принципы безопасности изложены в публикации НБРО категории “Основы безопасности”, озаглавленной “Принципы обращения с радиоактивными отходами” [1].

1.2. Нынешняя публикация категории “Требования безопасности” посвящена захоронению определенных видов твердых или отвержденных радиоактивных отходов путем их размещения у поверхности земли. Термин “приповерхностное захоронение” охватывает широкий диапазон вариантов, включая захоронение в технических сооружениях на грунте, захоронение в простых выкопанных траншеях глубиной несколько метров, захоронение в технических бетонных хранилищах типа “шахты” и захоронение в пустотах горных пород на глубине нескольких десятков метров под поверхностью земли. Термин “захоронение в геологических формациях”, напротив, обычно используется для обозначения захоронения на глубинах в несколько сотен метров. “Захоронение” означает размещение отходов в утвержденных, конкретно определенных хранилищах без намерения перезахоронения.

1.3. В целом отходы, подходящие для захоронения в приповерхностных хранилищах, представляют собой отходы, содержащие короткоживущие радионуклиды и низкие концентрации долгоживущих радионуклидов [2]. Практика захоронения отходов этого вида в приповерхностных хранилищах применяется в ряде стран уже несколько десятилетий. Опыт показал, что при условии надлежащего регулирования этот метод является реалистичным и практичным способом безопасной изоляции таких отходов и обеспечения защиты здоровья человека и охраны окружающей среды.

1.4. Существует три этапа, связанные со сроком эксплуатации приповерхностного хранилища: этап, предшествующий эксплуатации, этап эксплуатации и этап после закрытия. Этап, предшествующий эксплуатации, включает необходимые исследования, связанные с выбором площадки и проектированием, а также период сооружения

хранилища. Этап эксплуатации включает период эксплуатации хранилища и закрытие хранилища. Этап после закрытия включает любые мероприятия, осуществляемые после закрытия хранилища (например, периоды осуществления активных и пассивных мер контроля). Мероприятия, имеющие отношение к каждому из этих этапов, осуществляются в соответствии с требованиями, изложенными в настоящей публикации категории “Требования безопасности”, а также рекомендациями, содержащимися в сопутствующих руководствах по безопасности НБРО [3, 4].

ЦЕЛЬ

1.5. Цель настоящей публикации категории “Требования безопасности” состоит в изложении основных требований, которые, как показал международный опыт, необходимы для обеспечения безопасности приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов.

СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.6. Настоящая публикация категории “Требования безопасности” применяется к захоронению радиоактивных отходов в твердой или отвержденной форме в приповерхностных хранилищах. Отходы, подлежащие размещению в этих хранилищах, обычно характеризуются как отходы, активность которых в основном обусловливается короткоживущими радионуклидами и которые имеют низкие концентрации долгоживущих радионуклидов. Эта публикация не охватывает захоронение радиоактивных отходов в геологических формациях или захоронение отходов, образующихся в результате добычи и обогащения руд, или отходов, являющихся следствием восстановительных работ и остающихся на площадке.

1.7. В этой публикации излагаются требования безопасности для использования в планировании новых приповерхностных хранилищ. Признано, что существующие и ранее существовавшие хранилища этого вида могут не соответствовать всем требованиям безопасности, содержащимся в данном документе. Национальные компетентные органы должны рассмотреть вопросы, связанные с безопасностью существующих и ранее существовавших хранилищ, и принять решение о том, необходимо ли вносить усовершенствования с учетом требований безопасности, изложенных в этом документе.

СТРУКТУРА

1.8. Настоящая публикация категории “Требования безопасности” состоит из двенадцати разделов. Они включают требования к защите здоровья человека и охране окружающей среды (раздел 2); свидетельства соответствия требованиям безопасности (раздел 3); краткое изложение организационной структуры и обязанностей каждой из участвующих сторон (раздел 4); описание технических требований безопасности, предъявляемых к каждому из основных компонентов и видов деятельности, связанных с отходами (раздел 5), площадкой (раздел 6), проектированием установок для захоронения (раздел 7), сооружением (раздел 8), эксплуатацией (раздел 9), закрытием хранилища (раздел 10) и этапом после его закрытия (раздел 11), а также требования, предъявляемые к обеспечению качества во время всех мероприятий по захоронению (раздел 12). В приложении кратко обсуждаются некоторые характеристики критериев дозы и риска облучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Ответственное обращение с радиоактивными отходами требует осуществления мер, обеспечивающих защиту здоровья человека и охрану окружающей среды в соответствии с национальной системой радиационной защиты, в рамках которой применяются самые современные и согласованные на международном уровне принципы и требования обращения с радиоактивными отходами и радиационной защиты [1, 5-8]. Эти принципы и требования имеют отношение ко всем связанным с приповерхностным захоронением отходов видам деятельности, которые предполагают или могут повлечь радиационное облучение. Особое внимание необходимо уделить оценке различных путей, которые могут привести к облучению людей во время эксплуатации хранилища и после его закрытия, а также обеспечению уверенности в том, что защита против такого облучения соответствует установленным требованиям.

2.2. Захоронение радиоактивных отходов в приповерхностном хранилище согласно определению, данному Международной комиссией

по радиологической защите (МКРЗ) и содержащемуся в Основных нормах безопасности (ОНБ) [6], является частью практической деятельности, и положения, касающиеся радиационной защиты, регламентируются поэтому концепциями обоснования, оптимизации и ограничения дозы. Нет необходимости давать отдельное обоснование образованию радиоактивных отходов и обращению с ними, поскольку это должно было быть учтено при обосновании всей практической деятельности, ведущей к образованию отходов. Применимы принципы оптимизации и ограничения дозы [1].

2.3. На этапе эксплуатации приповерхностного хранилища требования, применяемые к обеспечению радиационной защиты и безопасности работников и лиц из состава населения, аналогичны требованиям, применяемым в отношении других эксплуатируемых установок, на которых осуществляется обращение с радиоактивными материалами. Однако, поскольку хранилища радиоактивных отходов в будущем после закрытия будут по-прежнему представлять потенциальную угрозу здоровью человека, необходимо разработать конкретные требования безопасности с целью обеспечения защиты будущих поколений.

ЭТАП ЭКСПЛУАТАЦИИ ХРАНИЛИЩА

2.4. Национальные требования к радиационной защите надлежащим образом учитывают ОНБ [6] и применяются на этапе эксплуатации хранилища.

2.5. В частности, оптимизируется радиационная защита лиц, подверженных облучению в результате осуществления операций в хранилище отходов, и эти уровни облучения должны находиться в рамках пределов дозы. На этапе эксплуатации хранилища применяются пределы дозы для профессионального облучения работников и лиц из состава населения, предписанные в национальных правилах. Признанные на международном уровне значения этих пределов указываются в приложении II ОНБ [6].

ЭТАП ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ ХРАНИЛИЩА

2.6. Для этапа после закрытия хранилища устанавливаются критерии радиационной безопасности. Эти критерии представлены в форме критериев дозы или критериев риска, или и тех, и других. Риск

определяется в качестве вероятности получения дозы и вероятности того, что следствием получения этой дозы станут пагубные для здоровья последствия. В приложении кратко обсуждаются критерии дозы и риска. Национальный регулирующий орган может счесть целесообразным разработать дополнительные показатели безопасности.

2.7. С учетом наиболее вероятных возможных путей эволюции хранилища на этапе после его закрытия хранилище проектируется таким образом, чтобы прогнозы доз¹ или рисков для лиц из состава населения не превышали соответствующей доли предела дозы 1 мЗв/г, или ее эквивалента в отношении риска. Соответствующая доля, называемая граничной дозой или граничным риском, определяется регулирующим органом. Недавно МКРЗ рекомендовала, что в данном контексте целесообразно придерживаться значения, не превышающего 0,3 мЗв в год [8].

2.8. Должны быть также учтены ситуации, в которых облучение может стать результатом необычных событий, затрагивающих хранилище, т.е. событий, которые являются маловероятными. Регулирующий орган решает, следует ли сравнивать последствия необычных событий с граничным риском или следует ли учитывать отдельно вероятность события и получаемую в результате дозу [9].

2.9. Дозы или риски для сравнения с критериями безопасности на этапе после закрытия хранилища оцениваются применительно к критической группе, т.е. группе лиц, которые, как ожидается, могут получить наибольшую дозу или подвержены наибольшему риску в зависимости от конкретных условий. Должна быть учтена возможность облучений, которые могут произойти в будущем, и поэтому критическая группа или критические группы определяются на основе анализа событий, которые могут затронуть хранилище в любое время (см. также пункт 3.10).

2.10. Долгосрочная безопасность приповерхностных хранилищ обеспечивается сочетанием благоприятных характеристик площадки, инженерно-технических характеристик проекта, соответствующего вида

¹ Термин “доза” означает сумму эффективной дозы от внешнего облучения за определенный период времени и ожидаемой эффективной дозы облучения от радионуклидов, поглощенных телом за тот же период.

и состава отходов, эксплуатационных процедур и мер ведомственного контроля. Система захоронения предназначена: во-первых, для изоляции отходов от доступной окружающей среды; во-вторых, для контроля выбросов радионуклидов, попадающих в доступную окружающую среду; и наконец, для смягчения последствий любых неприемлемых выбросов в доступную окружающую среду. Приповерхностное захоронение обычно включает постоянное наблюдение за площадкой в течение периода после закрытия хранилища, и в этот период такое наблюдение представляет собой важный фактор безопасности. Представляется возможным, что в хранилищах, расположенных в пустотах горных пород на глубине нескольких десятков метров под поверхностью земли, достаточная безопасность на этапе после закрытия может быть обеспечена без принятия активных мер ведомственного контроля.

2.11. Эффективная и безопасная изоляция отходов зависит от функциональных параметров всей системы захоронения. Сравнительные вклады различных компонентов системы в обеспечение безопасности хранилища могут отличаться друг от друга в зависимости от концепции захоронения, условий площадки и времени, прошедшего после закрытия. По этой причине требования к приемлемости отходов и проект искусственных барьеров обычно определяются для каждой площадки и системы захоронения и устанавливаются с учетом результатов оценки безопасности конкретной площадки. Альтернативный подход однако будет состоять в разработке требований к приемлемости отходов и проектированию барьеров на общей основе, а также в разработке других требований, необходимых для отдельных хранилищ.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.12. В документе категории “Основы безопасности” говорится, что: “Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень охраны окружающей среды” [1]. Обычно можно предположить, что защита людей от радиационной опасности, связанной с отходами, при условии надлежащего определения критической группы удовлетворяет потребности охраны окружающей среды [1, 10]. Учитываются также любые нерадиационные экологические воздействия деятельности по обращению с радиоактивными отходами, такие, как химическое загрязнение или изменение природных сред обитания.

3. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И СОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Перед сооружением любого хранилища оператор осуществляет всеобъемлющую и систематическую оценку безопасности планируемого хранилища на весь срок его эксплуатации и на период после закрытия. Результаты этой оценки безопасности рассматриваются регулирующим органом. Регулирующий орган не дает разрешения на эксплуатацию приповерхностного хранилища до тех пор, пока он – с учетом результатов оценки безопасности и другой информации – не будет удовлетворен продемонстрированной оператором обоснованной уверенностью в том, что критерии безопасности будут соблюдены.

3.2. Оценка безопасности в целях демонстрации соблюдения требований безопасности представляет собой повторяющийся процесс, и, по-видимому, необходимо проведение дальнейших оценок безопасности в другие периоды времени на этапах, предшествующих эксплуатации, в ходе эксплуатации и после закрытия хранилища, при этом во внимание принимаются опыт и полученные результаты мониторинга. Подробные рекомендации по оценке безопасности содержатся в справочном материале [4].

3.3. Оценка безопасности представляет собой процедуру оценки функциональных показателей системы захоронения и, в частности, ее потенциальных радиологических последствий для здоровья человека и окружающей среды. Оценка безопасности приповерхностных хранилищ включает рассмотрение последствий как в ходе эксплуатации, так и на этапе после закрытия. Потенциальные радиологические воздействия после закрытия хранилища могут быть результатом постепенных процессов, таких, как деградация барьеров, а также разрозненных событий, которые могут повлиять на изоляцию отходов. Потенциальная возможность непреднамеренного вторжения человека может расцениваться как ничтожно малая пока активные меры ведомственного контроля считаются полностью действенными, однако впоследствии она может возрасти. Приемлемость хранилища будет зависеть, среди прочих факторов, от результатов оценок безопасности, которые должны служить основой для обеспечения обоснованной уверенности в том, что хранилище будет удовлетворять целям проекта и критериям безопасности.

3.4. Оценка безопасности включает:

- a) оценку функциональных показателей системы для всех выбранных ситуаций;
- b) оценку уровня уверенности в расчетных функциональных показателях;
- c) общую оценку соблюдения требований безопасности.

3.5. На этапе эксплуатации и в течение периода после закрытия хранилища, когда осуществляется мониторинг, соблюдение требований безопасности может быть легко продемонстрировано, и в случае необходимости могут быть приняты корректирующие меры. При планировании и проектировании хранилища следует учитывать также необходимость обеспечения безопасности в течение периода, когда активные меры ведомственного контроля более не принимаются или считаются не полностью действенными. В этот период демонстрация соблюдения требований безопасности зависит от текущих оценок запаса прочности и будущих функциональных показателей системы захоронения. Основными средствами оценки функциональных показателей в этот период являются:

- a) Оценка ситуаций, отобранных в результате систематического рассмотрения свойств, событий и процессов, способных повлиять на безопасность хранилища. Оценка осуществляется путем моделирования будущего поведения системы хранилища, его содержимого и окружающей среды.
- b) Рассмотрение прогнозируемых функциональных показателей различных барьеров и других компонентов системы захоронения в этих ситуациях с учетом качества проектирования и сооружения хранилища.

3.6. Уверенность в том, что система захоронения будет удовлетворять требованиям безопасности, должна основываться на характере и качестве проектирования и сооружения хранилища, а также на результатах оценки безопасности. Следует продемонстрировать, что система имеет необходимый запас прочности и способна противостоять последствиям различных возможных событий и неисправностей. Необходимый запас прочности может быть обеспечен путем осуществления разумных технических и административных принципов, направленных на ликвидацию или смягчение последствий неопределенностей.

3.7. Поскольку прогнозирование будущих событий связано с неопределенностями, использование подходов, описание которых дается в пункте 3.5, не может обеспечить абсолютной уверенности в том, что критерии безопасности будут соблюдены. Максимальным достижением может быть обеспечение обоснованной уверенности в том, что функциональные показатели системы будут соответствовать проектным показателям и что критерии безопасности будут поэтому соблюдены. Обоснованная уверенность в соблюдении требований безопасности с наибольшей вероятностью может быть достигнута путем сочетания различных аргументов, т.е. путем дополнения количественных оценок функциональных показателей хранилища другими качественными доказательствами того, что хранилище обеспечит изоляцию отходов согласно проекту. Примерами доказательств, которые могут быть рассмотрены в этой связи, являются: результаты соответствующих исследований естественных аналогов, доказательства надежности проекта и глубоко эшелонированной защиты, использование предельного или граничного анализа, а также результаты независимых авторитетных рассмотрений.

ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКАМ БЕЗОПАСНОСТИ

3.8. Вероятные и маловероятные события и процессы, которые должны учитываться при оценках безопасности, определяются или одобряются национальными регулирующими органами. Результаты оценки безопасности сравниваются с требованиями безопасности, изложенными в разделе 2.

3.9. При проведении оценок безопасности на этапе после закрытия могут быть учтены любые меры контроля, которые будут осуществляться в течение периода ведомственного контроля (см. раздел 11). В случае такого учета эти меры контроля и период времени, в течение которого, как предполагается, они будут эффективно действовать, указываются в качестве условий в соответствующей лицензии или разрешении (см. раздел 4).

3.10. Оценки воздействий приповерхностного хранилища основываются на предположении, что выбросы радиоактивных материалов попадают в существующую местную или региональную биосферу. В качестве общего принципа при проведении оценок учитываются особенности быта и поведения населения в настоящее время.

3.11. Оценки безопасности тщательно документируются в соответствии с национальными требованиями и международными рекомендациями [4]. Оператор обновляет оценку безопасности с учетом фактического опыта, значительных изменений проекта или новой связанной с обеспечением безопасности информацией, которые могут повлиять на условия, определенные в существующих лицензиях или разрешениях. Обновленная оценка безопасности рассматривается регулирующим органом.

4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Выбор площадок для новых приповерхностных хранилищ, их проектирование, сооружение, эксплуатация и закрытие осуществляются в соответствии с требованиями безопасности, изложенными в настоящей публикации. Национальные компетентные органы определяют, в какой степени требования безопасности должны применяться к эксплуатации и закрытию существующих приповерхностных хранилищ.

4.2. Принимаются надлежащие организационные и технические меры безопасности с целью обеспечения соответствия системы захоронения требованиям безопасности, установленным национальными компетентными органами. В справочном материале [11] излагаются положения по созданию национальной системы для целей обращения с радиоактивными отходами. В нижеследующих пунктах определяются конкретные требования, предъявляемые к приповерхностному захоронению радиоактивных отходов.

КОНКРЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИПОВЕРХНОСТНОМУ ЗАХОРОНЕНИЮ

4.3. Национальное правительство назначает организации, которые участвуют в осуществлении каждого этапа деятельности, связанной с системой приповерхностного захоронения, и несут за это техническую, финансовую и юридическую ответственность. В частности, национальное

правительство определяет организацию(и), которая(ые) будет(ут) нести ответственность за контроль хранилища после его закрытия в том случае, если такой контроль необходим.

4.4. С учетом национальной политики и стратегии безопасного захоронения радиоактивных отходов регулирующий орган выпускает и обновляет правила, положения, руководящие принципы и критерии, а также вспомогательные документы, необходимые для процесса лицензирования приповерхностного захоронения. В отношении приповерхностного захоронения регулирующий орган выполняет все свои соответствующие обязанности, определенные в справочном материале [11].

4.5. Оператор приповерхностного хранилища несет общую ответственность за обеспечение его безопасности и осуществляет оценки безопасности и необходимую деятельность, связанную с выбором площадки, проектированием, сооружением, эксплуатацией и закрытием, а также принимает любые меры, необходимые на этапе после закрытия, в соответствии с требованиями безопасности и национальной правовой базой. Оператор предъявляет необходимые требования приемлемости в отношении отходов, которые должны быть получены от производителей отходов (или владельцев отходов, если они не являются производителями), включая операторов соответствующих установок по обращению с радиоактивными отходами перед захоронением. Оператор осуществляет или иным образом санкционирует научные исследования и опытно-конструкторские разработки в той мере, в какой это необходимо для обеспечения безопасности хранилища.

4.6. Для проверки соблюдения требований обеспечения качества, в частности тех из них, которые связаны с требованиями к приемлемости отходов, оператор хранилища отходов везде, где это представляется практически целесообразным, проводит периодическое рассмотрение процедур, применяемых производителями отходов. Регулирующий орган проверяет эффективность этих процедур с точки зрения обеспечения соблюдения требований.

4.7. В случае нарушения нормального функционирования системы захоронения или ошибки в проекте, которые могут поставить под угрозу безопасность хранилища, оператор своевременно информирует регулирующий орган и при необходимости принимает корректирующие меры.

4.8. Для обеспечения безопасного управления хранилищем оператор, прежде чем приступить к захоронению, демонстрирует адекватность финансовых положений для всех этапов деятельности по захоронению, включая при необходимости меры ведомственного контроля на этапе после закрытия. Эти положения регулярно рассматриваются в течение срока эксплуатации хранилища и при необходимости корректируются.

4.9. Оператор ведет учетную документацию, определенную регулирующим органом. Если ответственность за хранилище передается другой стороне, то предыдущий оператор предоставляет следующему оператору всю соответствующую информацию, необходимую для продолжения удовлетворительной эксплуатации и завершения возможных мер, принимаемых после закрытия. Следующий оператор рассматривает соответствующую информацию и получает от регулирующего органа надлежащее одобрение в отношении принятия ответственности за хранилище.

4.10. В соответствии с применимыми требованиями регулирующего органа оператор предоставляет документы с описанием аспектов безопасности хранилища или обеспечивает к ним доступ.

4.11. Производитель отходов составляет спецификации упаковок отходов и обеспечивает их соответствие требованиям, установленным регулирующим органом и оператором приповерхностного хранилища.

4.12. Производитель отходов обеспечивает и удостоверяет соответствие способа и вида доставки упаковки отходов оператору техническим условиям, определенным оператором, требованиям регулирующего органа и требованиям, предъявляемым к перевозке [12].

4.13. Производитель отходов одновременно с доставкой отходов или другим согласованным образом предоставляет всю необходимую оператору информацию, документированную должным образом.

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

4.14. Основные этапы обращения с отходами (такие, как предварительная обработка, обработка, хранение и кондиционирование) с момента их

образования до захоронения являются взаимозависимыми. Решения, относящиеся к одному этапу обращения с радиоактивными отходами, принимаются с надлежащим учетом воздействий и/или потребностей на других этапах, связанных с безопасным захоронением.

4.15. Для применения вышеуказанного требования в соответствии с национальными правилами обеспечивается координация деятельности, включая обмен информацией, между производителями отходов, оператором хранилища и регулирующим органом. Эта практика применяется, в частности, к обмену документами и рассмотрению документов, которые посвящены, например, критериям, установленным регулирующим органом, и техническим условиям, определенным оператором, а также к техническим документам, представляемым производителем отходов. При подготовке регулирующих положений и в дальнейшей практической деятельности учитываются прошлый опыт и новые события в области обращения с отходами и их захоронения.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЕМЛЕМОСТИ ОТХОДОВ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Условия приемлемости отходов для захоронения в хранилище должны быть конкретно определены. Эти требования либо в целом определяются регулирующим органом, либо разрабатываются оператором на основе результатов общих исследований или оценок безопасности на конкретных площадках с учетом соответствующих радиологических критериев, условий эксплуатации, планируемой продолжительности применения активных мер ведомственного контроля, а также требуемых характеристик естественных и инженерно-технических систем. Если требования приемлемости отходов разрабатываются оператором, то они должны рассматриваться и утверждаться регулирующим органом. Установленные требования становятся обязательными для производителей отходов или перевозчиков отходов в хранилище. В следующих пунктах приводятся важные особенности требований к приемлемости отходов.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ ТРЕБОВАНИЯ

5.2. В меру необходимости устанавливаются разрешенные пределы инвентарных количеств и/или концентраций радионуклидов в отдельных упаковках отходов и в хранилище в целом. Разрешенные пределы определяются путем применения соответствующих методов оценки безопасности [4, 13].

5.3. Вид, характеристики и содержание радионуклидов в упаковках отходов определяются с необходимой точностью, позволяющей обеспечить обоснованную уверенность в соблюдении разрешенных пределов, и надлежащим образом документируются. Методы определения активности радионуклидов в различных формах отходов утверждаются национальными компетентными органами.

5.4. Мощности дозы внешнего облучения и поверхностное загрязнение упаковок отходов (или любого транспортного пакета, используемого во время перевозки) должны соответствовать требованиям, предъявляемым к перевозке [12], а также любым другим величинам, устанавливаемым в отношении радиационной защиты работников хранилища отходов (см. также пункты 4.12 и 5.11).

5.5. Такие крупнообъемные или массовые отходы, как загрязненная почва или каменный лом, захораниваются без упаковок. В случае применения такой практики соблюдаются национальные требования безопасности.

ФИЗИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

5.6. Упаковки отходов проектируются и конструируются таким образом, чтобы их механическая прочность была достаточной для выдерживания предписанных нагрузок в приповерхностном хранилище и они были в состоянии противостоять, без нанесения неприемлемого ущерба, любым авариям, которые можно обоснованно предвидеть на этапе эксплуатации.

5.7. Внутри отходов в зависимости от их содержания могут протекать химические, биологические или радиолитические процессы, в результате которых образуется газ и/или тепло, возникает коррозия (с накоплением опасных продуктов деградации) и происходит разбухание материалов.

Для обеспечения уверенности в том, что такие процессы и продукты не нанесут неприемлемого ущерба характеристикам безопасности и герметичности упаковок отходов или окружающих барьеров, разрабатываются требования. Физические и химические характеристики материалов, находящихся в упаковках отходов, соответствующим образом документируются с целью обеспечения надлежащего учета этих аспектов при проведении оценок безопасности.

5.8. Количество свободных жидкостей в упаковках отходов ограничивается. Отходы или их готовая форма необязательно должны быть полностью сухими, однако любое содержание влаги должно находиться в таких количествах, которые не поставят под угрозу изоляцию радиоактивных отходов в хранилище.

5.9. Захоронение материалов, которые могут представлять химическую или биологическую угрозу, осуществляется в соответствии с применяемыми правилами, и их свойства учитываются при проведении анализа безопасности.

ОГНЕСТОЙКОСТЬ

5.10. Требования приемлемости отходов устанавливаются с учетом горючести, пирофорности и других свойств упаковок отходов с целью смягчения потенциальных воздействий пожара и уменьшения распространения огня между упаковками отходов.

КОНФИГУРАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ

5.11. Упаковки отходов должны быть совместимы с оборудованием для физического манипулирования, перевозки и размещения и соответствовать применяемым требованиям в отношении перевозки [12] (см. также пункты 4.12 и 5.4).

5.12. Идентификация упаковки необходима для обеспечения безопасного физического манипулирования, размещения, учета, контроля деятельности и подтверждения соответствия предписываемым техническим условиям. По этим причинам упаковки отходов, предназначенные для размещения в приповерхностном хранилище, маркируются с помощью подходящей и единственной в своем роде идентификации каждой упаковки.

6. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЕМЛЕМОЙ ПЛОЩАДКИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1. В системе захоронения отходов предусматриваются меры по изоляции отходов и ограничению выбросов радионуклидов, необходимые для обеспечения того, чтобы потенциальные последствия захоронения отходов для населения и окружающей среды не превышали приемлемые пределы и достигалась общая цель безопасности (раздел 2) с учетом характеристик отходов, мер ведомственного контроля, инженерно-технических и естественных барьеров, связанных с конкретной площадкой.

6.2. При проведении оценки безопасности и проектировании хранилища учитываются характеристики площадки. При определении характеристик площадки, важных для оценки проекта и безопасности, учитываются, как минимум, следующие факторы: геология, гидрогеология, геохимия, тектоника и сейсмичность, процессы, протекающие на поверхности, метеорология, климат и воздействие деятельности человека [3].

ГЕОЛОГИЯ

6.3. Выбранная площадка должна находиться в районе, геологические характеристики которого способствуют удовлетворению требований, изложенных в разделе 2 и пункте 601, и содействуют обеспечению стабильности системы захоронения.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

6.4. Благоприятные факторы, которые следует учитывать при выборе площадки, включают те характеристики, которые ограничивают перемещение радионуклидов от площадки к доступной окружающей среде.

6.5. Хранилище располагается таким образом, чтобы предотвратить неприемлемое радиоактивное загрязнение ресурсов подземных вод с учетом проекта хранилища, а также нынешнего и возможного будущего использования этих ресурсов.

ГЕОХИМИЯ

6.6. Геохимические характеристики подземных вод и геологических формаций площадки учитываются с точки зрения их потенциального вклада в ограничение переноса радионуклидов из хранилища. В то же время они не должны ставить под угрозу долговечность искусственных барьеров.

ТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ

6.7. Тектоника и сейсмичность площадки и в необходимых случаях региона должны быть такими, чтобы интенсивность значительных тектонических процессов и явлений, например образование разломов, сейсмическая активность или вулканизм, не представляла угрозы для изоляционной способности хранилища.

ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ

6.8. Частота и интенсивность влияющих на стабильность рельефа процессов, например наводнений, эрозии, оползней или выветривания, должны быть такими, чтобы они не оказывали значительного воздействия на способность системы захоронения изолировать радиоактивные отходы.

6.9. Площадки установок для захоронения, расположенных у поверхности земли или на ней, должны иметь хорошую дренажную систему, а также такие топографические и гидрологические характеристики, которые сводили бы возможность наводнения к минимуму. Последствия использования существующих или проектируемых поверхностных водоемов и любые прогнозируемые изменения поверхностных вододренажных систем, которые могли бы воздействовать на условия стоков подземных вод вблизи хранилища, оцениваются для требуемого периода времени в соответствии с указаниями или решениями регулирующего органа.

МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТ

6.10. Климатические характеристики площадки, в особенности выпадение осадков и испарение, а также потенциальные последствия

ожидаемых экстремальных метеорологических условий, оцениваются с точки зрения их воздействия на конструкцию хранилища и водосток в окружающей среде хранилища. Учитываются любые последствия возможных климатических изменений на этапе после закрытия.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

6.11. Площадка для захоронения располагается таким образом, чтобы деятельность, которая, как обоснованно можно предположить, будет происходить на площадке или вблизи нее, не представляла потенциальной угрозы для изоляционной способности хранилища. Учитываются, в частности, потенциальные возможности использования ресурсов и застройки площадки и территорий, непосредственно прилегающих к ней.

6.12. Для обеспечения возможности перевозки отходов на площадку сооружаются и поддерживаются в надлежащем состоянии хорошие подъездные пути. В связи с прогнозируемой застройкой и региональным планированием представляющего интерес района учитываются вопросы землепользования и землевладения.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ

7.1. Хранилище проектируется таким образом, чтобы обеспечить надлежащую изоляцию захороненных отходов в течение требуемого периода времени с учетом характеристик отходов, характеристик площадки и требований безопасности, применимых к данному хранилищу.

7.2. В проекте хранилища сводится к минимуму необходимость его активного технического обслуживания после закрытия площадки и дополняются естественные характеристики площадки с целью сокращения любого воздействия на окружающую среду. В проекте учитываются также эксплуатационные требования, план закрытия (см. пункт 10.2) и другие факторы, влияющие на изоляцию отходов и стабильность хранилища, такие, как защита отходов от внешних событий.

73. Установки для приповерхностного захоронения могут включать инженерно-технические барьеры, которые вместе со средой размещения и ее окрестностями, изолируют отходы от людей и окружающей среды. К инженерно-техническим барьерам относятся упаковки отходов и другие созданные руками человека сооружения, такие, как шахты, покрытия, облицовки, заливки цементным раствором и забутовки, которые предназначены предотвратить или замедлить миграцию радионуклидов из хранилища в окружающую среду.

74. Хотя захоронение обычно определяется как размещение отходов в санкционированном месте нахождения без намерения перезахоронения, тем не менее некоторые органы власти могут требовать, чтобы при проектировании хранилища была учтена возможность перезахоронения. Если возможность перезахоронения отходов является требованием проекта, то она должна быть учтена в процессе проектирования таким образом, чтобы не поставить под угрозу долгосрочные функциональные характеристики.

75. В проекте приповерхностного хранилища предусматривается осуществление программы мониторинга с целью проверки удерживающей способности системы захоронения во время эксплуатации, а при необходимости и после закрытия хранилища. Меры, принимаемые в целях мониторинга, не должны ставить под угрозу долгосрочные функциональные характеристики системы захоронения.

8. СООРУЖЕНИЕ

8.1. Сооружение приповерхностного хранилища включает такие виды деятельности, как: подготовка площадки, возведение зданий и конструкций; первоначальная выемка грунта и оборудование траншей или создание модульных блоков для захоронения отходов, а также прокладка дренажных сетей, выемка грунта из полостей в горных породах, подземное строительство и установка любых систем наблюдения.

8.2. Работа по сооружению начинается только после выдачи соответствующего разрешения регулирующим органом. Это обычно означает, что после утверждения детального проекта завершены необходимые процедуры лицензирования и разработана соответствующая программа обеспечения качества. Дальнейшее сооружение может быть

продолжено и на этапе эксплуатации с целью обеспечения дополнительного пространства для захоронения отходов по мере их поступления. Любые необходимые изменения в проекте хранилища в ходе сооружения подлежат утверждению регулирующим органом.

8.3. Часть работы по сооружению связана с обеспечением безопасности. Эти вопросы конкретно излагаются в детальном проекте с указанием всех соответствующих характеристик материалов, технологий и методов контроля. Если работа по сооружению продолжается и на этапе эксплуатации, то предусматриваются меры для сохранения целостности эксплуатируемой части хранилища.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

9.1. Эксплуатация приповерхностного хранилища охватывает его ввод в строй, прием отходов, размещение отходов, выполнение инженерно-технических и всех соответствующих задач, которые могут включать временное хранение или окончательное кондиционирование отходов в соответствии с проектными положениями и условиями, изложенными в лицензиях или разрешениях, выданных регулирующим органом. Эксплуатация не начинается до тех пор, пока регулирующий орган не выдаст на это разрешение.

9.2. В целях обеспечения безопасной эксплуатации применяются признанные технические и управленческие принципы. В частности, во время ввода в эксплуатацию, а также получения и размещения отходов осуществляется надлежащий контроль. Набирается персонал, имеющий соответствующую квалификацию и подготовку, и принимаются эффективные меры по обеспечению охраны.

9.3. Регулирующий орган предоставляет необходимые рекомендации по разработке программы мониторинга окружающей среды, включая мониторинг выбросов и внешнего облучения, а также по оценке воздействия эксплуатации на окружающую среду. Путем проведения инспекции на площадке обеспечивается эксплуатация в соответствии с установленными процедурами (регламентами), определенными или

изложенными в соответствующей лицензии или разрешении и в существующих правилах.

9.4. На этапе эксплуатации хранилища информация регистрируется оператором с целью использования на этом или любом другом последующем этапе. Хранение ключевой информации обеспечивается в соответствии с требованиями регулирующего органа. Такая информация охватывает как минимум идентификацию контейнеров, место нахождения упаковок отходов, содержание радионуклидов, основные характеристики отходов и данные об их отправителе и источнике происхождения. Принимается во внимание форма учетных документов с целью обеспечения при необходимости наличия информации без перерывов или потерь.

КОНТРОЛЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.5. Оператор подготавливает свод правил, включающих пределы и условия, с целью обеспечения безопасной эксплуатации хранилища в соответствии с национальными регулирующими положениями. В этих правилах учитываются:

- a) критерии защиты подвергающихся профессиональному облучению работников и лиц из состава населения во время нормальной эксплуатации и аварий;
- b) ограничивающие предположения, используемые в оценке безопасности;
- c) требования, предъявляемые регулирующим органом в отношении эксплуатации.

9.6. Эксплуатация осуществляется в соответствии с письменными процедурами и инструкциями с целью обеспечения соблюдения установленных пределов и условий эксплуатации. Оператор обеспечивает тщательное и надлежащее выполнение работниками этих процедур и инструкций. Таким образом, обеспечивается уделение должного внимания безопасности, особенно в период модификации оборудования или усовершенствования эксплуатационных процедур.

9.7. Оператор разрабатывает процедуры проведения предписанных мероприятий в случае:

- a) аварийных ситуаций или нештатных происшествий;

- б) поступления отходов, которые признаются несоответствующими требованиям приемлемости отходов.

Процедуры конкретно устанавливают сроки представления отчетов регулирующему органу.

ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

9.8. Оператор до начала регулярных операций по захоронению осуществляет программу ввода в эксплуатацию с целью обеспечения функционирования хранилища и связанного с ним установленного оборудования в соответствии с утвержденными техническими условиями проекта.

ПРИЕМ ОТХОДОВ

9.9. Оператор обеспечивает прием для захоронения только тех отходов, которые соответствуют требованиям приемлемости отходов, определенным оператором и утвержденным регулирующим органом.

9.10. Производители отходов предоставляют оператору хранилища по согласованным каналам информацию для демонстрации того, что каждая партия отправляемых отходов признана или может быть признана соответствующей требованиям приемлемости отходов. Включается вся информация, необходимая для принятия оперативных решений относительно соответствующих средств обращения с отходами в хранилище. Производитель отходов предоставляет с каждой партией отправляемых отходов ту документацию, которую требует оператор или регулирующий орган.

РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ

9.11. Отходы размещаются в соответствии с установленными пределами и условиями, эксплуатационными процедурами и инструкциями и согласуются с концептуальным проектом хранилища.

КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ

9.12. Оператор несет ответственность за обеспечение проведения надлежащего мониторинга для измерения радиоактивных выбросов во время

эксплуатации хранилища, а также принимает необходимые меры по обеспечению выполнения требований, установленных национальными компетентными органами. Должным образом учитываются руководящие материалы по контролю выбросов, изложенные в справочном материале [6].

АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ

9.13. Оператор составляет соответствующие планы проведения аварийных мероприятий на площадке и при необходимости за пределами площадки. Такие планы аварийных мероприятий отрабатываются на тренировках, проводимых через соответствующие периоды времени, согласно национальным регулирующим положениям.

НАБОР И ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА

9.14. Оператор определяет и анализирует задачи и мероприятия, которые должны осуществляться без обеспечения безопасной эксплуатации хранилища. Оператор создает организационную структуру и обеспечивает ее функционирование, а также четко определяет обязанности и полномочия персонала. Для должностей на всех соответствующих уровнях организации определяются надлежащее число сотрудников, а также необходимые квалификация и опыт. Оператор осуществляет набор персонала, обладающего соответствующими специальными техническими знаниями, и обеспечивает нормативное соответствие этих знаний целому ряду необходимых дисциплин.

9.15. Разрабатывается программа подготовки кадров с целью обеспечения наличия у персонала, задействованного на всех уровнях эксплуатации хранилища, требуемой компетенции. В рамках программы подготовки кадров определяются мероприятия, значимые с точки зрения безопасности, обеспечивается приобретение знаний и практического опыта, необходимого для осуществления этих мероприятий, и оказывается содействие развитию культуры безопасности (см. справочный материал [11]). Данная программа регулярно обновляется с целью учета опыта, накопленного в результате анализа функциональных параметров системы, происшедших инцидентов, крупных осуществленных модернизаций и показателей работы персонала. Переподготовка осуществляется на постоянной основе в течение эксплуатации хранилища с целью сведения к

минимуму потенциальных человеческих ошибок. Программа подготовки кадров разрабатывается таким образом, чтобы эксплуатационный персонал был хорошо информирован о проектных характеристиках хранилища, имеющих важное значение с точки зрения безопасности.

МЕРЫ ОХРАНЫ

9.16. Принимаются все разумные меры предосторожности для предотвращения осуществления лицами несанкционированных действий, которые могут поставить под угрозу безопасность хранилища. Разрабатывается режим, согласно которому доступ на площадку имеют только уполномоченные на это лица. Принимаются меры по обнаружению и предотвращению любого несанкционированного входа в особо охраняемые зоны, чувствительные с точки зрения охраны. Уровень режима охраны устанавливается с учетом потенциальной возможности нанесения ущерба хранилищу или отходам. Совместно с компетентными органами разрабатываются процедуры и определяются соответствующие средства связи с целью получения своевременной помощи.

РАССМОТРЕНИЯ

9.17. В соответствии с регулирующими требованиями оператор проводит периодические и систематические рассмотрения и обновления всех оценок безопасности хранилища и плана закрытия, которые должны представляться регулирующему органу для утверждения или для его информации. При необходимости безопасность хранилища оценивается повторно. Периодические и систематические рассмотрения проводятся также в отношении всех процедур и документов, имеющих отношение к:

- a) эксплуатации хранилища;
- b) оценке воздействия на окружающую среду;
- c) ограничению дозы облучения подвергающихся профессиональному облучению работников и населения.

9.18. Кроме того, оператор в соответствии с регулирующими требованиями проводит рассмотрения и представляет регулирующему органу полученные сведения об обязанностях, результатах проверок обеспечения качества, эксплуатационных условиях, включая экспериментальные испытания, частоте отбора и анализа проб окружающей среды, гигиене

труда и безопасности, а также о ведении учетных документов. Учитывается необходимая частота проведения этих рассмотрений.

10. ЗАКРЫТИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

10.1. Закрытие хранилища представляет собой систематическую деятельность, которая осуществляется после прекращения приема отходов и завершения операций по размещению отходов с целью придания окончательной конфигурации системе захоронения.

10.2. Самое позднее перед началом операций по закрытию оператор представляет регулирующему органу детальный план закрытия и получает одобрение до начала его осуществления. Этот детальный план закрытия включает обновленную оценку безопасности, основанную на имеющихся соответствующих данных, которые свидетельствуют о безопасных функциональных параметрах хранилища после закрытия. В частности, в плане закрытия содержится описание любых мер контроля, которые надлежит осуществить на этапе после закрытия, в том числе плана радиационного мониторинга, программы наблюдения и системы ведения учетной документации, а также определяется организация, ответственная за выполнение этих задач (см. раздел 11).

10.3. В плане закрытия излагаются применяемый для этого метод и его расчетные показатели, а также дается описание материалов и средств, которые будут использованы. Метод закрытия оптимизируется с учетом имеющихся материалов и средств с целью повышения уверенности в оценке безопасности.

ПРОЦЕСС ЗАКРЫТИЯ

10.4. Процесс закрытия включает дезактивацию и удаление или заделку отслуживших конструкций, систем или единиц оборудования, захоронение отходов дезактивации, обновление архивных документов, касающихся захоронения, а также при необходимости осуществление или продолжение мониторинга.

10.5. При захоронении на поверхности земли или вблизи нее закрытие может включать нанесение окончательного покрытия на систему или структуру захоронения, в то время как захоронение в туннеле или полости горных пород может предполагать заделку таких искусственных путей доступа, как шахты или штольни.

10.6. В плане закрытия учитывается любая необходимость технического обслуживания и ремонта доступных элементов хранилища в течение возможного периода ведомственного контроля в соответствии с принципом неналожения чрезмерного бремени на будущие поколения [1].

10.7. Процесс закрытия включает систематизацию всей задокументированной на предыдущих этапах информации, которая может оказаться необходимой для принятия в будущем потенциальных корректирующих мер или для проведения повторной оценки безопасности хранилища, если в дальнейшем для этого возникнут обоснованные причины. Некоторая информация потребуется также для обеспечения уверенности в том, что будущим поколениям будет известно о существовании данной площадки.

10.8. После завершения деятельности по закрытию хранилища регулирующий орган в соответствии с национальными правилами подтверждает, что эта деятельность осуществлялась приемлемым образом, что закрытое хранилище находится в надлежащем состоянии, что имеется соответствующая документация и что предусмотрены меры контроля после закрытия хранилища.

11. ЭТАП ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ ХРАНИЛИЩА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1. С учетом целесообразности и в соответствии с принципом неналожения чрезмерного бремени на будущие поколения [1] для обеспечения безопасности закрытого хранилища не предусматриваются меры ведомственного контроля, требующие масштабных и непрерывных активных действий. Однако осуществление мер контроля за хранилищем

после закрытия может повлиять на его безопасность, в частности, путем предотвращения вторжения. Меры контроля могут быть активными, например мониторинг, наблюдение (и при необходимости – корректирующие действия); или пассивными, например контроль землепользования; или сочетанием и тех, и других. К любым из таких планируемых мер контроля применяются следующие положения.

11.2. Характер и максимальная продолжительность осуществления мер контроля в качестве средства обеспечения соответствия критериям безопасности конкретно определяются регулирующим органом или согласовываются с ним. При выборе этого периода учитываются период радиоактивного распада отходов и их потенциальная опасность, прогнозируемая деятельность и исторический опыт сохранения информации.

11.3. При оценке безопасности хранилища учитываются продолжительность и эффективность осуществления активных и пассивных мер контроля. Оператор предоставляет доказательство того, что в течение последующего периода после любого прекращения осуществления мер контроля за хранилищем радиологические последствия событий, которые могут повлиять на способность хранилища изолировать и/или удерживать радиоактивные отходы, будут соответствовать предписанным требованиям безопасности.

11.4. Четко определяется(ются) организация(и) ответственная(ые) за осуществление активных или пассивных мер контроля. Как указывается в следующих пунктах, ответственная организация осуществляет меры контроля, определяемые в плане закрытия, с целью предотвращения вторжения в хранилище, необходимого технического обслуживания хранилища, мониторинга состояния хранилища, а также местной окружающей среды, сохранения учетных документов и выполнения в случае необходимости корректирующих действий.

АКТИВНЫЕ МЕРЫ КОНТРОЛЯ

11.5. В ряде стран уже начато осуществление активных мер контроля, предназначенных для применения в течение периода от нескольких десятилетий до нескольких столетий. Регулирующий орган может по своему усмотрению или согласно закону потребовать продолжения применения активных мер контроля с целью повышения уверенности в том, что данная площадка соответствует национальным законам и правилам.

11.6. Ответственная организация принимает меры по сокращению доступа на площадку людей, а также проникновения животных и роста растений, поскольку это может поставить под угрозу систему изоляции.

11.7. Ответственная организация осуществляет соответствующую программу технического обслуживания. Для технического обслуживания системы захоронения может понадобиться как регулярная, так и нерегулярная работа. Профилактическое техническое обслуживание на регулярной или плановой основе может включать такие элементы, как проведение периодических инспекций дренажных систем с целью обеспечения их непрерывного функционирования, приведение в порядок растительного покрова, удаление растений, пускающих глубокие корни, если они могут нанести ущерб целостности покрытия, периодическая инспекция/периодический ремонт охранных ограждений, а также техническое обслуживание (и при необходимости замена) контрольно-измерительных приборов. Нерегулярная работа может потребоваться для устранения ущерба, вызванного эрозией в необычно суровых погодных условиях, устранения ущерба, причиненного животными, роющими норы, или устранения другого ухудшения свойств доступных барьеров.

11.8. После закрытия хранилища ответственная организация осуществляет соответствующую программу мониторинга, которая утверждается регулирующим органом. Эта программа предусматривает:

- а) радиационный и другой мониторинг хранилища и окружающей его территории с целью проверки отсутствия неприемлемого радиационного воздействия (например, в отношении пределов выщелачивания в соответствующих случаях) и подтверждения, насколько это представляется возможным, предположений, сделанных при оценке безопасности;
- б) другие измерения параметров системы с целью подтверждения того, что функциональные показатели системы изоляции соответствуют расчетам.

11.9. В случае обнаружения незапланированного выброса радиоактивных веществ в окружающую среду, если это необходимо, принимаются меры вмешательства для контроля выброса и смягчения его последствий.

ПАССИВНЫЕ МЕРЫ КОНТРОЛЯ

11.10. Ответственная организация осуществляет пассивные меры контроля с целью оказания помощи в обеспечении осведомленности о существовании хранилища посредством введения ограничений в отношении землепользования для определенных видов деятельности и периодов времени, а также сохранения необходимых учетных документов, относящихся к ограничениям землепользования.

11.11. Регулирующий орган рассматривает систему пассивных мер контроля в качестве способа поддержания долгосрочной осведомленности о месте нахождения закрытого приповерхностного хранилища и характере его содержания. Этому может способствовать хранение учетной документации. Может также оказаться полезным международное сотрудничество в хранении дубликатов учетных документов в различных местах.

12. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

12.1. Всеобъемлющая программа обеспечения качества применяется в отношении всех связанных с безопасностью видов деятельности, конструкций, систем и компонентов системы захоронения. Сюда входят все смежные виды деятельности: планирование, выбор площадки, проектирование, сооружение, эксплуатация, различные этапы процесса оценки безопасности, закрытие, долгосрочное хранение учетных документов и связанная с хранилищем деятельность по осуществлению ведомственного контроля. Это поможет обеспечить уверенность в том, что соблюдены соответствующие требования и критерии безопасности.

12.2. В элементах программы обеспечения качества учитывается возможное воздействие видов деятельности, конструкций, систем и компонентов на безопасность хранилища, и они проектируются соответствующим образом. Виды деятельности, конструкции, системы и компоненты, важные для безопасной эксплуатации и безопасного захоронения, определяются, исходя из результатов систематической оценки безопасности для этапов эксплуатации хранилища и после его закрытия.

12.3. В течение всего времени - с момента начала сооружения до окончания осуществления активных мер ведомственного контроля - имеется назначенный оператор, на которого возложена общая ответственность за хранилище (раздел 4). Оператор несет ответственность за разработку и осуществление общей программы обеспечения качества, в том числе за получение необходимых одобрений со стороны регулирующего органа. Оператор может поручать другим организациям разработку и осуществление всей программы или ее части, однако сохраняет ответственность за ее общую эффективность без ущерба для обязательств и юридических обязанностей подрядчиков.

ВЫБОР ПЛОЩАДКИ

12.4. Программа обеспечения качества для всех видов деятельности, связанных с выбором площадки, разрабатывается в самом начале этого процесса. В ней должно быть предусмотрено производство и сохранение документальных материалов, свидетельствующих о достижении необходимого качества данных на площадке.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

12.5. Во время проектирования, сооружения и эксплуатации хранилища осуществляется контроль проектирования с уделением особого внимания контролю за изменениями проектов барьеров, характеристик отходов и эксплуатационных процедур с целью обеспечения уверенности в отсутствии неприемлемых последствий для безопасности.

ПРИЕМЛЕМОСТЬ ОТХОДОВ

12.6. В программе обеспечения качества признается, что безопасность хранилища с точки зрения приемлемости отходов зависит как от деятельности, осуществляемой оператором, так и от деятельности, осуществляемой производителями отходов (см. разделы 4 и 5).

12.7. Производители отходов представляют документацию, необходимую для обеспечения соответствия предъявляемым оператором требованиям в отношении характера и надлежащих показателей любых мероприятий по переработке отходов, определения радионуклидного состава, подготовки

погрузочной документации или других действий, которые могут повлиять на безопасность захоронения.

12.8. Оператор рассматривает качество информации, представленной производителем отходов, а также программу обеспечения качества, подготовленную производителем отходов, с тем чтобы обеспечить надлежащий уровень уверенности в приемлемых характеристиках отходов. Это может включать ревизии и проверки операций и технологических процессов, предусматривающих производство или обработку отходов.

ЗАКРЫТИЕ ХРАНИЛИЩА И ЭТАП ПОСЛЕ ЕГО ЗАКРЫТИЯ

12.9. Программа обеспечения качества разрабатывается и применяется в отношении конструкций; систем, компонентов и видов деятельности, связанных с закрытием хранилища и этапом после его закрытия. В частности, в этой программе предусматривается сбор и сохранение всей задокументированной на предыдущих этапах информации, которая может иметь важное значение для обеспечения безопасности в будущем.

РОЛЬ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА

12.10. Регулирующий орган разрабатывает или одобряет требования обеспечения качества для приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. В принципе требования обеспечения качества при проектировании, сооружении и эксплуатации установок для приповерхностного захоронения аналогичны требованиям, предъявляемым в отношении других ядерных установок [14]. Однако некоторым видам деятельности, конкретно связанным с приповерхностным захоронением, таким, как прием отходов и закрытие хранилища, а также мероприятиям, относящимся к этапу после его закрытия, возможно, потребуется уделить особое внимание. Регулирующий орган рассматривает подготовленную оператором программу обеспечения качества и систематически проверяет порядок ее осуществления и учетные документы по контролю качества.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Siting of Near Surface Disposal Facilities, Safety Series No. 111-G-3.1, IAEA, Vienna (1994).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Оценка безопасности приповерхностных захоронений радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-1.1, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [5] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).
- [6] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАН-АМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, Publication No. 46, Pergamon Press, Oxford and New York (1985).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication No. 77, Elsevier, Oxford (1997).
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure: a Conceptual Framework, Publication No. 64, Pergamon Press, Oxford and New York (1993).
- [10] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the ICRP, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Создание национальной системы для целей обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности № 111-S-1, МАГАТЭ, Вена (1996).

- [12] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов, издание 1996 года, Серия норм безопасности № ST-1, МАГАТЭ, Вена (1998).
- [13] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Shallow Land Disposal of Radioactive Waste: Reference Levels for the Acceptance of Long-lived Radionuclides, OECD, Paris (1987).
- [14] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок, Свод положений и руководства по безопасности Q1–Q14, Серия изданий по безопасности № 50-C/SG-Q, МАГАТЭ, Вена (1998).

Приложение

КРИТЕРИИ ДОЗЫ И РИСКА ДЛЯ ЭТАПА ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ ХРАНИЛИЩА

А-1. Применение критериев радиационной безопасности требуется на этапе эксплуатации и этапе после закрытия хранилища. В этой связи принцип 4 в ссылке [А-1] гласит: “Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы предсказуемые последствия для здоровья будущих поколений не превышали соответствующие уровни последствий, которые приемлемы в наши дни”. В этой связи необходимо, чтобы эти соображения были предусмотрены в критериях безопасности, разработанных для этапа после закрытия хранилища. В настоящем Приложении кратко излагаются некоторые характеристики критериев дозы и риска для этапа после закрытия хранилища.

А-2. После закрытия хранилища из него в течение длительных периодов времени могут происходить выбросы радионуклидов в окружающую человека среду. Это неизбежно ведет к возникновению ряда неопределенностей, поскольку интенсивность выброса будет зависеть от вероятностных событий и процессов. Кроме того, неопределенным является и будущее состояние биосферы. Другими словами, существует ряд сценариев потенциального облучения, и это затрудняет применение норм, основанных исключительно на установлении пределов дозы. Например, если предположить возможность вторжения в хранилище человека, то в этом случае полученная доза может превысить предел дозы. Однако возможность такого вторжения может быть сведена к минимуму путем выбора подходящей площадки и/или осуществления мер контроля за площадкой на этапе после закрытия хранилища. Критерии безопасности для некоторых сценариев необходимо поэтому формулировать таким образом, чтобы они учитывали вероятность происшествий или неопределенность события.

А-3. Принцип 1 в справочном материале [А-1] гласит: “Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень защиты здоровья человека”. Приемлемые уровни защиты обычно определяются с учетом соответствующих рекомендаций международных органов, таких, как МАГАТЭ и Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) [А-2–А-7].

А-4. В ОНБ четко указывается, что их сфера применения охватывает установки для обращения с радиоактивными отходами, и поэтому требования ОНБ могут применяться на этапе эксплуатации. Однако пределы доз в рамках ОНБ не применяются к потенциальным облучениям.

А-5. Указанный в ОНБ для лиц из состава населения предел дозы в размере 1 мЗв/г из всех контролируемых источников основывается на рекомендации МКРЗ. МКРЗ установила коэффициенты риска для облучения малоинтенсивным ионизирующим излучением. Эти коэффициенты риска представляют собой вероятность возникновения какого-либо обусловленного воздействием излучения вредного последствия для здоровья (например, летальной формы рака) для единичной дозы. МКРЗ установила для населения всех возрастов величину $5 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ для получения летальной формы рака в результате облучения при малых дозах и мощностях облучения [А-8]. Таким образом, облучение с пределом дозы 1 мЗв/год эквивалентно вероятности $5 \times 10^{-5} \text{ а}^{-1}$ получения от этого летальной формы рака.

А-6. Предел вероятности возникновения обусловленных воздействием излучения вредных последствий для здоровья может поэтому достигнуть той же цели, что и предел дозы, однако может применяться в гораздо более широком диапазоне ситуаций, поскольку он может учитывать вероятность получения дозы.

А-7. Это приводит к концепции риска, в которой риск определяется как:

$$\text{риск} = (\text{вероятность} \times (\text{вероятность того, что доза} \\ \text{получения дозы)}) \text{ приведет к возникновению} \\ \text{вредных последствий для здоровья)}$$

Следовательно, для вероятного события риск $5 \times 10^{-5} \text{ а}^{-1}$ обеспечит тот же уровень защиты против заболевания летальной формой рака, что и предел дозы 1 мЗв/год.

А-8. Принципиальные преимущества применения подхода, основанного на риске, включают следующие:

- а) учитываются как вероятности, так и последствия;

- b) обеспечивается основа для сравнения последствий различных сценариев с точки зрения значимости;
- c) охватываются последствия всех видов сценариев.

А-9. Однако концепция риска нелегка для понимания и имеет ряд недостатков. Во-первых, отдельные лица в будущем будут подвержены риску в результате применения одного или нескольких различных сценариев, однако в любой конкретный момент времени фактически имеет место лишь один сценарий. Во-вторых, представляется трудным определить значения вероятностей, и, в-третьих, при аналогичных рисках население может придавать повышенное значение тем событиям, при которых возможны более высокие дозы, даже несмотря на то, что вероятность их возникновения весьма мала. В связи с этим было высказано предложение относительно того, что вероятности происшествий и получаемые в результате дозы должны быть разъединены (см. пункт 2.8 основного текста).

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРИЛОЖЕНИЮ

- [A-1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Принципы обращения с радиоактивными отходами, Серия изданий по безопасности № 111-F, МАГАТЭ, Вена (1996).
- [A-2] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 120, IAEA, Vienna (1996).
- [A-3] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАН-АМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).
- [A-4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Waste, Publication No. 46, Pergamon Press, Oxford and New York (1985).
- [A-5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication No. 77, Elsevier, Oxford (1997).
- [A-6] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework, Publication No. 64, Pergamon Press, Oxford and New York (1993).
- [A-7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the ICRP, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).