

# Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

## Пункты приповерхностного захоронения радиоактивных отходов

Специальное руководство по безопасности  
№ SSG-29



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

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

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

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

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

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

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

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

Доклады по вопросам безопасности в ядерной деятельности выпускаются в качестве **докладов по безопасности**, в которых приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности.

Другие публикации МАГАТЭ по вопросам безопасности выпускаются в качестве публикаций по **аварийной готовности и реагированию, докладов по радиологическим оценкам, докладов ИНСАГ** — Международной группы по ядерной безопасности, **технических докладов** и документов серии **ТЕСДОС**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиологическим авариям, учебные пособия и практические руководства, а также другие специальные публикации по вопросам безопасности.

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

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

ПУНКТЫ  
ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

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

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

СЕРИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ, № SSG-29

ПУНКТЫ  
ПРИПОВЕРХНОСТНОГО  
ЗАХОРОНЕНИЯ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2024 ГОД

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

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

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

© МАГАТЭ, 2024

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии

Май 2024 года

STI/PUB/1637

ПУНКТЫ  
ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ  
РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ  
МАГАТЭ, ВЕНА, 2024 ГОД  
STI/PUB/1637  
ISBN 978-92-0-416923-2 (печатный формат)  
ISBN 978-92-0-416823-5 (формат pdf)  
ISSN 1020-5845

## ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

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

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



## **ПРИМЕЧАНИЕ СЕКРЕТАРИАТА**

Нормы МАГАТЭ по безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что является основой высокого уровня безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. В процессе разработки, рассмотрения и установления норм МАГАТЭ участвуют Секретариат МАГАТЭ и все государства-члены, многие из которых представлены в четырёх комитетах МАГАТЭ по нормам безопасности и в Комиссии МАГАТЭ по нормам безопасности.

Нормы МАГАТЭ, которые являются ключевым элементом глобального режима безопасности, регулярно пересматриваются Секретариатом, комитетами по нормам безопасности и Комиссией по нормам безопасности. Секретариат собирает информацию об опыте применения норм МАГАТЭ и информацию, полученную в связи с реагированием на произошедшие события, с целью обеспечения соответствия этих норм потребностям пользователей. В настоящей публикации нашли отражение информация и опыт, накопленные до 2010 года, и она была серьезно переработана в рамках процесса рассмотрения норм.

Уроки, которые могут быть извлечены из аварии на АЭС «Фукусима-дайити» в Японии, произошедшей после катастрофического землетрясения и цунами 11 марта 2011 года, будут учтены в будущих пересмотренных выпусках настоящей публикации норм МАГАТЭ по безопасности.



# НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

## НОРМЫ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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

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

Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности<sup>1</sup> преследуют общую цель защиты жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды. Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности должны разрабатываться и осуществляться комплексно таким образом, чтобы меры по обеспечению физической безопасности не осуществлялись в ущерб безопасности, и наоборот, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб физической безопасности.

---

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

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

### Основы безопасности

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

### Требования безопасности

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



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм безопасности МАГАТЭ.

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

### **Руководства по безопасности**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ**

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

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

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

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

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

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

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

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



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

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

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



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

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

## ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

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

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

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
	Общие сведения (1.1–1.9) .....	1
	Цель (1.10) .....	5
	Область применения (1.11–1.15) .....	5
	Структура (1.16–1.17) .....	7
2.	ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ (2.1–2.7) .....	8
3.	ПРАВОВАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА (3.1).....	11
	Ответственность государства (3.2–3.4) .....	13
	Ответственность регулирующего органа (3.5–3.10).....	14
	Ответственность оператора (3.11–3.15).....	17
4.	ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ (4.1–4.4).....	19
	Важность обеспечения безопасности в процессе создания пункта (4.5–4.17) .....	21
	Удержание (4.18–4.26).....	27
	Изоляция (4.27–4.34) .....	30
	Множественные функции безопасности (4.35–4.42) .....	33
	Пассивная безопасность (4.43–4.46) .....	37
	Надзор и контроль за пассивными средствами безопасности (4.47–4.51) .....	39
5.	ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ (5.1).....	41
	Подготовка обоснования безопасности (5.2–5.11) .....	41
	Содержание обоснования безопасности и оценки безопасности (5.12–5.27) .....	47
	Документирование обоснования безопасности и оценки безопасности (5.28–5.33).....	56
	Адекватное понимание и уверенность в безопасности после закрытия (5.34–5.38) .....	58

6.	ЭЛЕМЕНТЫ ПОЭТАПНОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ПУНКТА ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ .....	60
	Поэтапная разработка и оценка (6.1–6.5) .....	60
	Характеризация площадки (6.6–6.18) .....	63
	Конструкция (6.19–6.28) .....	68
	Приемлемость отходов (6.29–6.38) .....	72
	Сооружение (6.39–6.46) .....	76
	Эксплуатация (6.47–6.61) .....	79
	Закрытие (6.62–6.73) .....	83
7.	ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ГАРАНТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	87
	Программы мониторинга (7.1–7.5) .....	87
	Период после закрытия и средства ведомственного контроля (7.6–7.15) .....	89
	Государственная система учета и контроля ядерного материала (7.16–7.17) .....	92
	Физическая безопасность (7.18–7.19) .....	93
	Системы менеджмента (7.20–7.33) .....	93
8.	СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПУНКТЫ ЗАХОРОНЕНИЯ (8.1–8.10) ....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ I	ВЫБОР ПЛОЩАДОК ДЛЯ ПУНКТОВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ .....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ II	РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПЛОЩАДКИ И ХАРАКТЕРИЗАЦИИ ПЛОЩАДКИ И ПОТРЕБНОСТИ В ДАННЫХ .....	108
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	121
	СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ .....	125

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Радиоактивные отходы — это радиоактивный материал в газообразном, жидком или твердом состоянии, дальнейшее использование которого не предусматривается. Он содержит радионуклиды или загрязнен радионуклидами, концентрации или активности которых превышают уровни освобождения от контроля, установленные регулирующим органом. Радиоактивные отходы образуются в результате эксплуатации атомных электростанций и исследовательских реакторов, осуществления операций в рамках ядерного топливного цикла и другой деятельности (включая промышленную деятельность, научные исследования и медицину), в которой используется радиоактивный материал. Радиоактивные отходы несут в себе потенциальную опасность для здоровья человека и окружающей среды, и с ними следует обращаться таким образом, чтобы никакие сопутствующие риски не превышали приемлемых уровней.

1.2. Принципы безопасности, которые должны применяться во всех видах деятельности по обращению с радиоактивными отходами, установлены в документе Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, «Основополагающие принципы безопасности» [1]. Эти принципы образуют техническую основу Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами [2]. Соответствующие требования к радиационной защите изложены в документе Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3 (Interim), «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности — промежуточное издание» [3]. Требования безопасности при захоронении радиоактивных отходов, а также цель безопасности и критерии радиационной защиты в период после закрытия установлены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, «Захоронение радиоактивных отходов» [4]. Цель и критерии безопасности воспроизведены во вставке 1.

1.3. Как указано в пункте 1.8 SSR-5 [4], «термин "захоронение" относится к помещению радиоактивных отходов в установку или место нахождения без намерения их последующего извлечения. <...> Термин "захоронение" подразумевает, что последующее извлечение не предполагается; это не означает, однако, что такое извлечение является невозможным». Пункт захоронения (установка для захоронения) предназначен для удержания

отходов и их изоляции от доступной окружающей среды в той степени, в какой этого требует уровень опасности отходов. Хотя радиологическая опасность, создаваемая радиоактивными отходами, со временем уменьшается из-за радиоактивного распада, сроки, в течение которых опасность остается значительной, могут растянуться на многие поколения — в зависимости от того, какие радионуклиды содержатся в отходах. Таким образом, основное внимание при захоронении радиоактивных отходов уделяется обеспечению долгосрочной безопасности пассивными средствами.

1.4. «Термин "хранение", напротив, относится к содержанию радиоактивных отходов в установке или месте нахождения с намерением их последующего извлечения» ([4], пункт 1.9). Поэтому хранение предполагает будущие действия, такие как дальнейшее кондиционирование или упаковка отходов, содержание объекта, в котором происходит хранение, или строительство новых объектов для дальнейшего хранения и, в конечном итоге, захоронения. Вопросам хранения радиоактивных отходов специально посвящены публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 5, «Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением» [6] и № WS-G-6.1, «Хранение радиоактивных отходов» [7].

1.5. Выбор системы захоронения (т.е. пункта захоронения и среды, в которой он размещается) в любых конкретных обстоятельствах будет зависеть от ряда различных факторов, включая общий объем отходов, подлежащих захоронению. В частности, подход к выполнению требований безопасности должен быть соизмерим с опасностью, связанной с отходами, и длительностью этой опасности (т.е. количеством и концентрацией конкретных радионуклидов), а также с условиями окружающей среды на площадке, где будет происходить захоронение. Для типов отходов, которые могут быть размещены на пунктах приповерхностного захоронения, существует ряд условий, при которых могут быть разработаны программы захоронения. Например, при выводе из эксплуатации ядерных установок и очистке площадок или при восстановлении площадки после аварии могут формироваться значительные объемы очень низкоактивных отходов (ОНАО). В таких случаях важное значение для практического выбора способа захоронения таких отходов могут иметь соображения близости к площадке. Напротив, большое количество источников в пределах государства или региона могут генерировать достаточно небольшие объемы низкоактивных отходов (НАО), что может дать основания для выбора отдельной площадки, проектирования, эксплуатации и закрытия централизованного объекта.

## ВСТАВКА 1. РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА В ПЕРИОД ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ

### Цель безопасности

Цель безопасности состоит в выборе площадки, проектировании, сооружении, эксплуатации и закрытии пункта захоронения таким образом, чтобы его защита после закрытия была оптимизирована с учетом социальных и экономических факторов. Следует также дать разумные гарантии того, что дозы и риски для лиц из населения в долгосрочной перспективе не будут превышать граничных доз или граничных рисков, которые были использованы в качестве критериев проектирования.

### Критерии

- a) Предел дозы для лиц из населения в отношении доз во всех планируемых ситуациях облучения является эффективной дозой в размере 1 мЗв в год<sup>а</sup>. Эта доза и ее эквивалент риска считаются критериями, которые не должны быть превышены в будущем.
- b) В целях соблюдения этого предела дозы пункт захоронения (рассматриваемый в качестве единого источника) проектируется так, чтобы расчетная доза или риск для лица из населения, которое может подвергнуться облучению в будущем в результате возможных природных процессов<sup>б</sup>, затрагивающих пункт захоронения, не превышала граничную дозу 0,3 мЗв в год или граничный риск порядка  $10^{-5}$  в год<sup>с</sup>.
- c) Что касается последствий случайного вмешательства человека после закрытия пункта, если ожидается, что такое вмешательство приведет к получению лицами, живущими в окрестностях площадки, годовой дозы менее 1 мЗв, то представляется неоправданным предпринимать усилия по сокращению вероятности вмешательства или ограничению его последствий.
- d) Если вмешательство человека, как ожидается, приведет к возможному получению лицами, живущими вблизи площадки, годовой дозы более 20 мЗв в год (см. [5], таблица 8), то следует рассмотреть альтернативные варианты захоронения отходов; например захоронение отходов под поверхностью или разделение радионуклидного содержимого, являющегося источником более высоких доз.
- e) Если определяются годовые дозы в диапазоне 1–20 мЗв (см. [5], таблица 8), то представляется оправданным предпринять усилия на этапе создания пункта с целью сокращения вероятности вмешательства или ограничения последствий посредством оптимизации конструкции пункта.
- f) Аналогичные соображения применяются в тех случаях, когда могут быть превышены соответствующие пороги детерминированных эффектов.

**Источник:** SSR-5 [4], пункт 2.15.

<sup>а</sup> АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена (1997).

<sup>б</sup> Природные процессы включают ряд условий, прогнозируемых в течение жизненного цикла объекта, и событий, которые могут произойти с меньшей вероятностью. Однако крайне маловероятные события будут оставаться за рамками рассмотрения.

<sup>с</sup> Риск, связанный с пунктом захоронения, в данном контексте следует понимать как вероятность летального онкологического заболевания или серьезных наследственных эффектов.

1.6. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по выполнению требований безопасности SSR-5 [4] и касается захоронения твердых радиоактивных отходов путем их размещения на специально устроенных для этого объектах на поверхности земли или вблизи нее. Приповерхностное захоронение подходит в первую очередь для отходов, содержащих в основном короткоживущие радионуклиды (короткоживущими считаются радионуклиды с периодом полураспада, составляющим где-то менее тридцати лет) и только низкие концентрации долгоживущих радионуклидов. Оно практикуется в ряде государств уже несколько десятилетий, и накопленный опыт был учтен при разработке данного Руководства по безопасности.

1.7. Задача настоящего Руководства по безопасности — дать руководящие указания по захоронению широкого спектра радиоактивных отходов, пригодных для приповерхностного захоронения [8]. Эти указания должны применяться в соответствии с дифференцированным подходом, соответствующим уровню опасности, которую изначально представляют подлежащие захоронению отходы.

1.8. Между подходом к безопасности, принятым для пункта приповерхностного захоронения, и подходом для ядерной установки есть существенная разница. Она объясняется в первую очередь тем, что ядерная установка, такая как завод по изготовлению топлива, атомная электростанция или перерабатывающий завод, функционирует в течение срока ее эксплуатации и предполагает производственную деятельность, такую как выработка электроэнергии. Работа ядерных установок базируется на эксплуатационных пределах и условиях, обеспечиваемых применяемыми в них активными системами безопасности. В отличие от ядерной установки основной функцией пункта захоронения радиоактивных отходов является обеспечение пассивной безопасности в течение длительных периодов времени. Однако эксплуатационные пределы и условия будут по-прежнему важны для пунктов приповерхностного захоронения с точки зрения обеспечения эксплуатационной безопасности и эффективности функционирования после закрытия.



1.9. Настоящее Руководство по безопасности заменяет более раннюю публикацию Серии изданий по безопасности, № 111-G-3.1, «Siting of Near Surface Disposal Facilities» («Выбор площадок для пунктов приповерхностного захоронения»)<sup>1</sup>.

## ЦЕЛЬ

1.10. Цель настоящего Руководства по безопасности — дать руководящие указания и рекомендации, касающиеся создания<sup>2</sup>, эксплуатации, закрытия пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов и регулирующего контроля за их работой для выполнения требований безопасности, установленных в SSR-5 [4]. Оно рассчитано главным образом на тех, кто занимается разработкой политики, использованием пунктов приповерхностного захоронения и регулирующим контролем за их работой.

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.11. Термин «приповерхностное захоронение» используется в настоящем Руководстве по безопасности для обозначения ряда методов захоронения, включая размещение твердых радиоактивных отходов в земляных траншеях, наземных инженерных сооружениях, инженерных сооружениях, расположенных непосредственно под поверхностью земли, а также в кавернах, шахтах и туннелях в твердой породе, устроенных под землей на глубине до нескольких десятков метров. В настоящем Руководстве по безопасности даются общие указания по созданию, эксплуатации и закрытию подобного рода объектов, пригодных для захоронения ОНАО и НАО [8]. Данное Руководство по безопасности не применяется к среднеактивным отходам (САО), которые не распадаются до безопасных уровней в течение нескольких сотен лет, и к высокоактивным отходам (ВАО), поскольку ни те, ни другие непригодны для захоронения вблизи поверхности. В настоящем Руководстве по безопасности не освещаются вопросы захоронения отходов добычи и переработки урана и отходов, содержащих только радиоактивный

---

<sup>1</sup> INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Siting of Near Surface Disposal Facilities, Safety Series No. 111-G-3.1, IAEA, Vienna (1994).

<sup>2</sup> Термин «создание» охватывает все этапы до начала эксплуатации пункта приповерхностного захоронения. Он включает в себя выбор площадки, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию.

материал природного происхождения (РМПП), а также вопросы скважинного захоронения радиоактивных отходов; этим темам посвящены публикации [9, 10].

1.12. Данное Руководство по безопасности касается в первую очередь деятельности, связанной с созданием, эксплуатацией и закрытием пунктов приповерхностного захоронения после выбора площадки. Следует отметить, что выбор площадки включает в себя широкий круг мероприятий — от первоначального концептуального проектирования и подбора места до подтверждения пригодности площадки для сооружения пункта захоронения. Принципы, в соответствии с которыми производится выбор площадки, и, собственно говоря, основа для принятия политических решений о выборе приповерхностного захоронения в качестве способа обращения с отходами будут зависеть от конкретных общественно-политических условий и системы принятия решений, в рамках которых разрабатывается программа захоронения [11, 12]. Общие рекомендации по техническим и научным аспектам выбора площадки представлены в приложениях I и II.

1.13. Вопросы создания пунктов захоронения радиоактивных отходов, в том числе конструктивные или эксплуатационные средства, облегчающие обратные действия, включая возможность извлечения упаковок с отходами, рассматривались в ряде национальных программ. Можно допустить, что в результате конкретных процессов привлечения заинтересованных сторон может быть выдвинуто требование о применении таких средств. В пункте 1.25 SSR-5 [4] говорится следующее:

«Никакое послабление норм или требований безопасности не допустимо на том основании, что извлечение отходов возможно или облегчается конкретным техническим решением. Необходимо обеспечивать, чтобы любое такое решение не оказывало неприемлемого отрицательного воздействия на безопасность или функционирование системы захоронения».

Настоящее Руководство по безопасности применимо ко всем пунктам приповерхностного захоронения — независимо от того, предусмотрена ли в проекте или планах эксплуатации возможность извлечения отходов.

1.14. Вопросы безопасности перевозки отходов на пункты приповерхностного захоронения рассматриваются в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-6, «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов» (издание 2012 года) [13]. Некоторые отходы,

перевозимые на пункт приповерхностного захоронения, могут потребовать дополнительной обработки и кондиционирования перед размещением упаковки с отходами на пункте. Рекомендации в отношении безопасности предприятий по обработке и кондиционированию отходов, которые могут располагаться на одной площадке с пунктом приповерхностного захоронения, в настоящем Руководстве по безопасности не приводятся. К установкам этого типа применимы нормы безопасности МАГАТЭ для установок топливного цикла и для обращения с отходами перед захоронением [6, 14].

1.15. Вопросы физической ядерной безопасности, связанные с захоронением радиоактивных отходов на приповерхностных объектах, выходят за рамки данной публикации. Вместе с тем в настоящем Руководстве по безопасности указывается, в каких случаях меры физической безопасности могут иметь значение для обеспечения ядерной безопасности. Руководящие указания по вопросам физической ядерной безопасности можно найти в публикациях Серии изданий по физической ядерной безопасности (см. [15, 16] и вспомогательные руководства).

## СТРУКТУРА

1.16. В разделе 2 представлен обзор технологии приповерхностного захоронения и ее практического внедрения, а также поэтапный подход к созданию пункта приповерхностного захоронения. В разделе 3 содержатся руководящие указания по правовой и организационной инфраструктуре. В разделе 4 рассматриваются подход к обеспечению безопасности и принципы проектирования, а в разделе 5 даются указания по подготовке обоснования безопасности и оценки безопасности. В разделе 6 даются руководящие указания по конкретным этапам процесса создания, эксплуатации и закрытия пункта приповерхностного захоронения. Раздел 7 содержит рекомендации по предоставлению гарантий безопасности, а раздел 8 посвящен существующим пунктам захоронения. В приложениях I и II приведены дополнительные сведения и указания по выбору площадок для пунктов приповерхностного захоронения, особенно в части, касающейся потребностей в данных.

1.17. В SSR-5 [4] установлены 26 требований безопасности, которые применимы к приповерхностному захоронению радиоактивных отходов. Для удобства и возможности прослеживания в настоящем Руководстве по безопасности вначале воспроизводится текст каждого требования из SSR-5 [4], а затем — соответствующие рекомендации.

## **2. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ**

2.1. Приповерхностное захоронение означает размещение твердых или затвердевших радиоактивных отходов, содержащих преимущественно короткоживущие радионуклиды, на пункте захоронения, расположенном на поверхности земли или вблизи нее. Выбранная глубина захоронения и тип объекта, который будет создаваться, будут зависеть от ряда факторов, включая, среди прочего, происхождение отходов и условия местной окружающей среды на предполагаемой площадке. Важной особенностью приповерхностного захоронения является возможная необходимость сохранения ведомственного контроля над площадкой в течение определенного периода после закрытия, для того чтобы предотвратить нарушение нормального состояния пункта и его содержимого в результате деятельности человека. Однако, как указывается в пункте 3.48 SSR-5 [4], «требуется обеспечить долгосрочную безопасность установки для захоронения радиоактивных отходов, с тем чтобы не зависеть от активных средств ведомственного контроля».

2.2. Общепринятой стратегией обращения с большинством радиоактивных отходов является концентрация и удержание отходов и изоляция отходов от биосферы [4]. Удержание и изоляция могут быть обеспечены при помощи ряда взаимодополняющих барьеров, например самой формы отходов, контейнеров для отходов, других инженерных элементов, связанных с конструкцией пункта, и местной окружающей среды, каждый из которых играет определенную роль в предотвращении утечки радионуклидов из формы отходов и/или ограничении миграции загрязняющих веществ из пункта в доступную окружающую среду.

2.3. По всей вероятности, общая программа выбора площадки, строительства и эксплуатации пункта приповерхностного захоронения займет весьма продолжительное время, обычно порядка нескольких десятилетий. В контексте радиационной безопасности обычно выделяют три основных периода, связанных с созданием, эксплуатацией и закрытием пункта приповерхностного захоронения: предэксплуатационный период, эксплуатационный период и период после закрытия [4]. Хотя такая терминология и удобна, следует также признать, что в контексте создания пунктов захоронения отходов практически вся программа создания пункта (включая то, что обычно называют эксплуатацией), по сути, способствует приведению в окончательный вид закрытого пункта захоронения, который затем, как ожидается, будет функционировать пассивно (по существу, без дальнейшего активного управления или вмешательства), удерживая и изолируя отходы столько, сколько это необходимо. В самом деле, в случае с пунктом приповерхностного захоронения некоторые ключевые компоненты системы инженерных барьеров могут быть установлены только после закрытия пункта.

2.4. С учетом вышесказанного можно выделить нижеследующие этапы.

- a) **Предэксплуатационный период** включает в себя определение концепций, исследование и подтверждение пригодности площадки, оценку безопасности, разработку и оптимизацию проекта и строительство. В предэксплуатационный период обычно осуществляется выбор площадки, проводится ее детальная характеристика и оценка воздействия на окружающую среду, а также прорабатываются те аспекты обоснования эксплуатационной безопасности и безопасности после закрытия, которые необходимы для получения разрешения на строительство пункта приповерхностного захоронения и все работы по его вводу в эксплуатацию перед размещением отходов. Дополнительные рекомендации по выбору площадки приведены в приложениях I и II.
- b) **Эксплуатационный период** начинается с момента первого приема отходов на пункт. Начиная с этого момента в результате операций по обращению с отходами может иметь место радиационное облучение, которое подлежит контролю в соответствии с требованиями радиационной защиты и безопасности. Как показывает опыт, эксплуатационный период, скорее всего, будет совпадать по времени с текущим строительством системы размещения отходов и программами сбора данных. Это обеспечивает гибкость: например, это позволяет модифицировать конструкцию пункта на основе

накопленного опыта или в соответствии с процессами регулирования. Можно ожидать продолжения программ мониторинга и испытаний, предназначенных для сбора данных для обоснования окончательного решения о закрытии пункта захоронения, а обоснование безопасности на период эксплуатации и на период после закрытия будет и далее актуализироваться и дополняться. Если это будет сочтено необходимым, эксплуатационный период может предусматривать дальнейший мониторинг эксплуатационных характеристик и извлечение отходов перед закрытием. Эксплуатационный период завершается после помещения на пункт последней упаковки с отходами и окончательного закрытия пункта.

- с) **Период после закрытия** начинается после того, как завершаются операции по приему, обработке и размещению отходов, над объектом сооружается какое-либо перекрытие, а в случае размещения отходов в кавернах, шахтах и туннелях в твердой породе — после опечатывания галерей и путей доступа с поверхности. После закрытия безопасность пункта захоронения обеспечивается пассивными средствами, которыми являются природные характеристики площадки и объекта, хотя на определенный период может быть введен или продолжен ведомственный контроль, например контроль доступа к площадке или контроль ее использования. Чем выше концентрация и общее количество более долгоживущих радионуклидов в отходах и чем сильнее площадка подвержена воздействию разрушительных явлений, тем более длительным может быть период такого контроля. Однако для целей оценки безопасности обычно предполагается, что период активного ведомственного контроля, в течение которого предотвращается вмешательство человека, длится лишь ограниченное время (обычно несколько сотен лет), чтобы, как только это станет возможным, безопасность начала обеспечиваться пассивными средствами.

2.5. Создание, эксплуатация и закрытие пункта приповерхностного захоронения будут, по всей вероятности, продолжаться в течение многих лет. Учитывая такие временные рамки, а также большой объем и многообразие информации, необходимой для нужд этого процесса (например, данных об отходах и данных, собранных в результате инженерных работ, характеристики площадки и других мероприятий, проводимых для обоснования безопасности), целесообразно разделить программу на ряд этапов, включающих формальные стадии, на которых проводится анализ программы и оценка безопасности перед принятием решений о дальнейших действиях [4]. Такой поэтапный подход позволяет

раз за разом повышать уверенность в безопасности и помогает убедиться в том, что все ключевые решения хорошо обоснованы. Как правило, обзоры, проводимые регулирующими органами в каждый из моментов принятия ключевых решений, также дают возможности для независимой технической экспертизы и привлечения заинтересованных сторон. На рис. 1 показаны типичные этапы эволюции пункта захоронения — от стадии принятия первоначальных решений до периода после закрытия.

2.6. В соответствии с вышеописанными этапами после выбора площадки необходимо провести ряд мероприятий, объединенных в общие группы, а именно: детальная характеристика площадки и подтверждение того, что площадка отвечает критериям отбора, проектирование пункта захоронения, строительство пункта захоронения, эксплуатация пункта захоронения (т.е. прием и размещение отходов) и закрытие пункта захоронения. Последние три из них соответствуют трем важным этапам утверждения пункта приповерхностного захоронения регулирующим органом (см. рис. 1). Можно ожидать, что работы по характеристике и проектированию площадки, а также соответствующие учетные операции будут продолжаться на том или ином уровне вплоть до закрытия пункта. Ключевая информация о пункте захоронения должна также помещаться в соответствующие архивы.

2.7. Любой поэтапный процесс также обеспечивает гибкость, и поэтому программа может адаптироваться к появлению новой технической информации. Поэтапный процесс облегчает учет возможности осуществления обратных действий при создании, эксплуатации и закрытии пункта захоронения и на каждом этапе позволяет принять решение о переходе к следующему этапу, получении дополнительной информации перед принятием решения либо отмене того или иного решения.

### **3. ПРАВОВАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА**

3.1. Создание, эксплуатация и закрытие пункта приповерхностного захоронения требуют распределения ответственности между тремя типами организаций: национальным правительством, назначенным регулирующим органом (или органами) и оператором данного пункта. В настоящем разделе представлены рекомендации в отношении ответственности каждой из них.

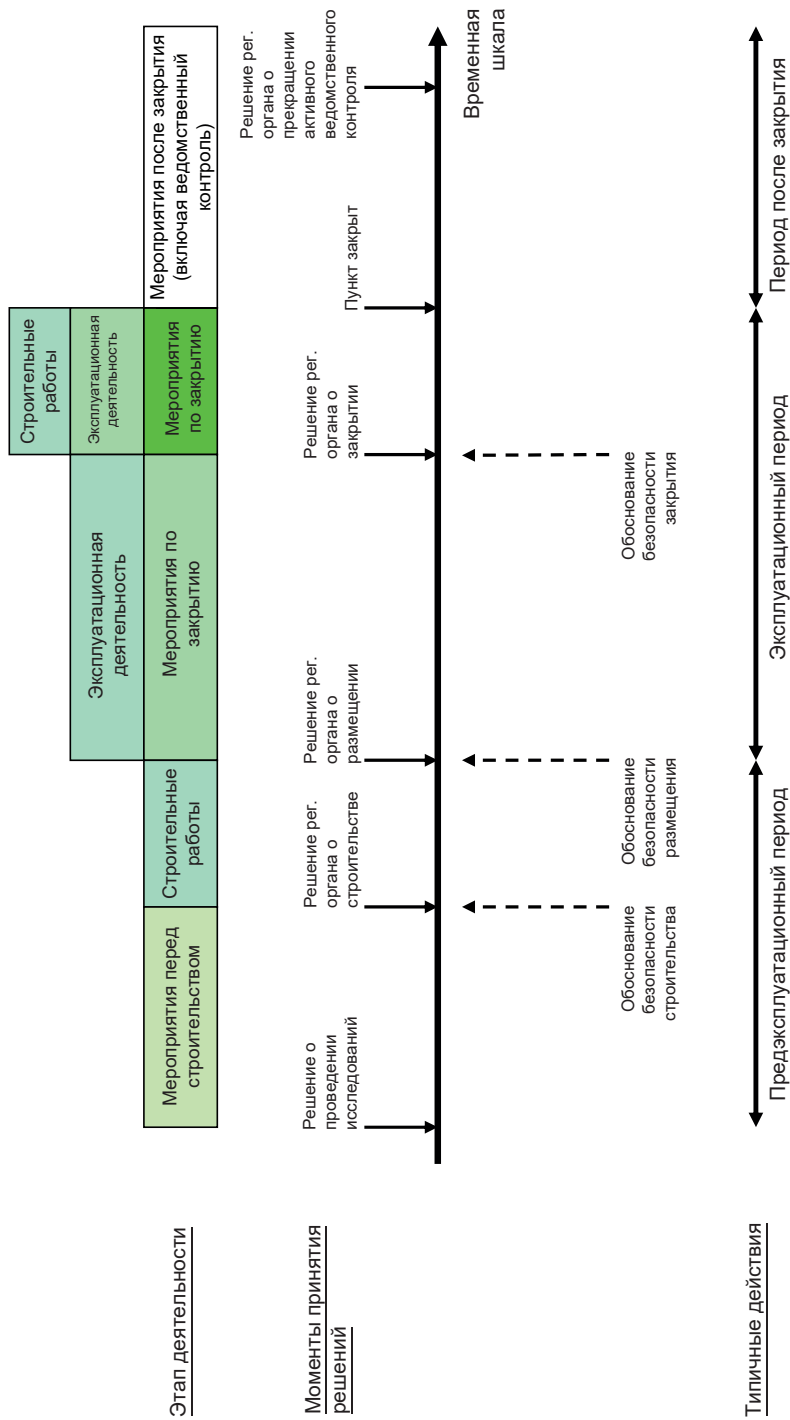


Рис. 1. Временная шкала, иллюстрирующая процесс создания, эксплуатации и закрытия пункта приповерхностного захоронения.



## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ГОСУДАРСТВА

### Требование 1 SSR-5 [4]. Ответственность государства

**«Государству требуется установить и поддерживать надлежащую государственную, правовую и регулируемую основу обеспечения безопасности, в рамках которой должны быть четко распределены виды ответственности за установки для захоронения радиоактивных отходов на этапах выбора площадки, проектирования, строительства, эксплуатации и закрытия. Это включает: подтверждение на национальном уровне необходимости создания различных типов установок для захоронения; конкретное определение этапов разработки и лицензирования установок различных типов; а также четкое распределение видов ответственности, выделение финансовых и других ресурсов и предоставление независимых регулирующих функций, связанных с планируемой установкой для захоронения».**

3.2. Как указывается в пункте 3.7 SSR-5 [4], национальная организационно-правовая основа приповерхностного захоронения должна предусматривать следующее:

- a) определение национальной политики и стратегии долгосрочного обращения с радиоактивными отходами различных типов;
- b) установление четко определенных юридических, технических и финансовых видов ответственности организаций, которые будут участвовать в создании, эксплуатации и закрытии пунктов приповерхностного захоронения;
- c) гарантию достаточного уровня и надежности финансового обеспечения, например путем установления требования к владельцам о создании отдельных фондов;
- d) определение общего процесса создания (выбора площадки, проектирования и строительства), эксплуатации и закрытия пунктов приповерхностного захоронения, включая юридические и регулирующие требования на каждом этапе, и процессов принятия решений и участия заинтересованных сторон;
- e) обеспечение наличия необходимых научно-технических экспертных ресурсов для нужд, связанных с созданием, эксплуатацией и закрытием площадок и объектов, независимыми экспертизами, проводимыми регулирующим органом, и выполнением других надзорных функций на национальном уровне;

f) определение юридических, технических и финансовых видов ответственности и при необходимости обеспечение функционирования любых институциональных механизмов, предусмотренных после закрытия, включая мониторинг и мероприятия, которые могут потребоваться для обеспечения физической безопасности захороненных отходов.

3.3. Правительство должно обеспечить, чтобы регулирующий орган был независим от производителя отходов и оператора пункта захоронения. Регулирующий орган должен обладать экспертными знаниями для обеспечения надлежащего надзора и объективности при оценке деятельности по обращению с отходами и их захоронению. Лица, работающие в регулирующем органе, должны быть достаточно независимы от влияния со стороны производителей отходов и оператора пункта захоронения. Правительство должно проводить периодические обзоры для оценки эффективности работы регулирующего органа и его способности выполнять свою задачу.

3.4. В соответствии с национальными законами и предпочтениями правительство должно обеспечивать, чтобы заинтересованные стороны, на которых прямо или косвенно влияет результат проекта, были вовлечены в принятие решений на соответствующих этапах осуществления проекта. Необходимо ввести в действие ясную, формальную процедуру определения заинтересованных сторон и инстанций, принимающих решения, чтобы облегчить полноценный обмен информацией и мнениями. Способы вовлечения заинтересованных сторон в процессы принятия решений, касающихся приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, будут варьироваться в зависимости от национальных законов, правил и предпочтений. Вовлечение заинтересованных сторон в разработку основ для принятия решений может повысить уровень доверия общества к действиям правительства, сделать регулирующий орган более эффективным и улучшить показатели деятельности операторов с точки зрения безопасности [12].

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА

3.5. В данных рекомендациях говорится о едином регулирующем органе, но при этом признается, что на практике регулирование безопасности пунктов приповерхностного захоронения может предполагать участие нескольких регулирующих органов для параллельного выполнения

мероприятий в области ядерной безопасности, промышленной безопасности, охраны окружающей среды и радиационной защиты. Конкретные роли и обязанности регулирующего органа в отношении обращения с отходами установлены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1, «Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности» [17] и включают следующее:

- лицензирование, инспектирование и обеспечение соблюдения регулирующих положений;
- предоставление независимых консультаций правительству при формулировании целей национальной политики;
- издание и актуализацию правил, руководств и других критериев регулирования, относящихся конкретно к пунктам приповерхностного захоронения.

#### **Требование 2 SSR-5 [4]. Ответственность регулирующего органа**

**«Регулирующий орган должен устанавливать регулирующие требования применительно к разработке различных типов установок для захоронения радиоактивных отходов и должен вводить процедуры соблюдения требований на различных этапах процесса лицензирования. Он должен также устанавливать условия для разработки, эксплуатации и закрытия каждой отдельной установки для захоронения и должен выполнять деятельность, необходимую для обеспечения соблюдения этих условий».**

3.6. Регулирующий орган должен дать руководящие указания по толкованию национального законодательства и регулирующих требований, включая, в частности, типы отходов, которые могут и должны быть захоронены на конкретных пунктах захоронения. Должны быть даны руководящие указания в отношении того, какие требования должны предъявляться к оператору в связи с созданием, эксплуатацией и закрытием, а также лицензированием каждого отдельного пункта, и, в частности, в отношении взаимодействия между регулирующим органом и оператором до начала официального процесса лицензирования. Регулирующий орган должен вступить в диалог с производителями отходов, оператором пункта захоронения и другими заинтересованными сторонами с целью убедиться в том, что регулирующие требования уместны и практически выполнимы и что они хорошо понимаются различными сторонами.

3.7. У регулирующего органа должны иметься компетентные сотрудники и надлежащая система менеджмента, а также возможности для проведения независимой оценки и участия в международном сотрудничестве, если это необходимо для выполнения его регулирующих функций.

3.8. При разработке регулирующих положений, руководств и других критериев регулирования применительно к пунктам приповерхностного захоронения регулирующий орган должен обеспечивать их согласованность с национальной политикой и уделять должное внимание целям и критериям, изложенным в SSR-5 [4]. Регулирующие положения и руководства могут включать:

- критерии радиационной защиты и критерии защиты окружающей среды для обеспечения безопасности при эксплуатации и после закрытия;
- требования к содержанию обоснования безопасности пункта захоронения, включая оценку безопасности и систему менеджмента;
- критерии и требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и закрытию пунктов захоронения;
- критерии и требования к отходам, форме отходов, упаковке, любому материалу для засыпки и герметизации и другим компонентам пункта;
- требования к участию заинтересованных сторон.

3.9. Регулирующий орган должен ввести и задокументировать процедуры оценки безопасности пункта приповерхностного захоронения и процедуры, которые должны соблюдать операторы в процессе лицензирования и при демонстрации соблюдения требований безопасности [4]. Процедуры, вводимые регулирующим органом, должны охватывать следующее:

- уточнение информации, которая должна быть предоставлена оператором;
- проверку необходимых документов и оценку соблюдения регулирующих требований;
- выдачу разрешений и лицензий и установление условий в соответствии с законодательством и регулируемыми положениями;
- предоставление руководящих указаний по условиям получения разрешения;
- инспектирование и аудит сбора данных оператором, оценки безопасности, деятельности по строительству и эксплуатации для обеспечения качества и соблюдения регулирующих положений и условий разрешений и лицензий;

- периодические обзоры процедур выдачи разрешений и лицензий и инспектирования для определения их дальнейшей адекватности либо необходимости их корректировки;
- привлечение заинтересованных сторон;
- требования к прекращению контроля со стороны регулирующего органа.

3.10. Регулирующий орган должен создать свой собственный независимый потенциал для рассмотрения обоснований безопасности и содействия проведению оценок безопасности. Он должен состоять из квалифицированных и компетентных лиц, обладающих необходимыми знаниями, навыками и способностями для рассмотрения и критической оценки документов, которые должны подаваться заявителями и лицензиатами. Регулирующий орган должен быть способен проводить или организовывать независимые исследования и оценки, при необходимости с привлечением организаций технической поддержки, которые требуются для утверждения лицензий на создание, эксплуатацию и закрытие пунктов приповерхностного захоронения. Регулирующий орган должен участвовать в международном сотрудничестве, если это необходимо для выполнения его регулирующих функций. Возможности проведения независимой экспертизы могут создаваться и поддерживаться посредством заключения официальных соглашений с академическими учреждениями и национальными лабораториями (если таковые имеются), а также посредством заключения специальных коммерческих договоров подряда в тех случаях, когда возможен конфликт интересов. Он также должен периодически проверять адекватность своих регулирующих положений и руководств. Независимые исследования могут не потребоваться, если регулирующий орган убедится в том, что соответствующие исследования достаточно высокого качества проводятся организацией и что эти исследования проходят независимую экспертизу.

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ОПЕРАТОРА

### **Требование 3 SSR-5 [4]. Ответственность оператора**

**«Оператор установки для захоронения радиоактивных отходов должен нести ответственность за ее безопасность. Оператор должен проводить оценку безопасности и разработать и поддерживать обоснование безопасности, а также должен осуществлять все необходимые виды деятельности по выбору и оценке площадки**

**для установки, ее проектированию, строительству, эксплуатации, закрытию и, при необходимости, наблюдению после закрытия, в соответствии с национальной стратегией, регулируемыми требованиями и в рамках юридической и регулирующей инфраструктуры».**

3.11. При разработке проекта безопасного пункта приповерхностного захоронения оператор должен сформулировать стратегию безопасности, в которой будет четко указано, каким образом будет обеспечиваться соответствие объекта всем требованиям безопасности. В ней должно указываться, каким образом будут применяться принципы безопасности, и должны учитываться характеристики и объемы радиоактивных отходов, подлежащих захоронению, характеристики имеющейся площадки или площадок, существующие инженерные технологии, а также национальная правовая инфраструктура и регулирующие требования. В стратегии безопасности должно также указываться, каким образом система менеджмента будет обеспечивать гарантии необходимого качества выполняемых работ, и, помимо прочего, должны закладываться необходимые принципы организации работ (например, взаимодействие между проектировщиками, оценщиками, специалистами по исследованию площадки и учеными). Стратегия безопасности должна быть изложена в обосновании безопасности пункта, которое оператор должен разработать в соответствии с подробным руководством, содержащимся в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-23, «The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste» («Обоснование безопасности и оценка безопасности захоронения радиоактивных отходов») [18].

3.12. При проведении исследований, необходимых для лучшего понимания процессов, от которых зависит безопасность пункта приповерхностного захоронения, оператор должен выполнить все необходимые исследования площадки и материалов, используемых при строительстве и эксплуатации (включая упаковку и другие инженерные барьеры). Оператор должен оценить пригодность материалов для конкретного вида использования и обеспечить наличие других данных, требующихся для оценки безопасности [4].

3.13. Оператор должен составить технические условия, для того чтобы строительство, эксплуатация и закрытие пункта захоронения осуществлялись в соответствии с регулируемыми требованиями и обоснованием безопасности. Это должно включать разработку и

использование критериев приемлемости отходов и другие мер контроля и пределов для применения во время строительства, эксплуатации и закрытия [4].

3.14. Оператор должен выявить и попытаться предотвратить потенциальные противоречия между усилиями по решению задач долгосрочной безопасности и задач текущей эксплуатации: например, эксплуатационная целесообразность не должна ставить под угрозу функции долгосрочной безопасности и работники площадки не должны подвергаться неоправданному риску в интересах долгосрочной безопасности.

3.15. Оператор должен предоставить регулирующему органу всю информацию, относящуюся к обоснованию безопасности и вспомогательной оценке безопасности, а также все остальные документы, необходимые для демонстрации безопасности, а также для демонстрации, посредством многократно повторяющегося процесса, соблюдения регулирующих требований и технических условий объекта. Такая информация и учетные документы должны храниться оператором до тех пор, пока они не будут переданы другой организации, которая возьмет на себя эту ответственность, например при закрытии [4]. При выборе места, формата и материалов, которые будут использоваться для таких учетных документов, следует учитывать необходимость сохранения учетных документов в течение длительных периодов времени на этапе эксплуатации и после закрытия.

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

4.1. Подход к обеспечению безопасности включает все способы, при помощи которых обеспечивается защита людей и окружающей среды на протяжении всего жизненного цикла пункта приповерхностного захоронения. Поскольку долгосрочная безопасность пункта захоронения радиоактивных отходов не должна зависеть от активного ведомственного контроля [4], безопасность пункта приповерхностного захоронения во многом определяется качеством выбранной площадки и способностью конструкции пункта захоронения удерживать и изолировать отходы. Это говорит о важности, которую следует придавать всем этапам создания пункта приповерхностного захоронения, предшествующим фактическому строительству и эксплуатации пункта.

4.2. В соответствии с принципами, установленными в национальной политике приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, оператор, действуя в консультации с регулирующим органом, должен изложить элементы этой национальной политики в официальном документе о стратегии безопасности, который составляется на как можно более раннем этапе программы захоронения и периодически актуализируется. Стратегия безопасности — это комплексный подход высокого уровня, принимаемый для достижения цели безопасного захоронения. Она должна включать в себя стратегии выбора площадки, а также проектирования, строительства, эксплуатации и закрытия пункта захоронения. Кроме того, она должна включать в себя рекомендации по подготовке и актуализации обоснования безопасности для использования при принятии решений и процедуры утверждения регулирующим органом на предполагаемый период ведомственного контроля (см. раздел 5). На протяжении всего процесса безопасность должна быть центральным и главным соображением во всех решениях, принимаемых при создании и эксплуатации пункта приповерхностного захоронения.

4.3. Разработка и формулирование стратегии безопасности должны входить в обязанности оператора, который должен разработать и применять свою стратегию безопасности в соответствии с национальной политикой в области захоронения. Оператор должен принимать во внимание национальную нормативную базу, международные стандарты и правовые документы, а также все соответствующие ограничения, обусловленные общественными и экономическими факторами. Регулирующий орган должен рассмотреть разработанную оператором стратегию безопасности пункта приповерхностного захоронения на ранней стадии его создания и задолго до официальных действий по лицензированию.

4.4. Требования публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3 (Interim) [3] и рекомендации, приведенные в документе «Recommendations of the International Commission on Radiological Protection» («Рекомендации 1990 года Международной комиссии по радиологической защите») [19], предполагают, что при условии надлежащего определения облученных групп защита людей от радиологических опасностей, связанных с пунктом приповерхностного захоронения, также позволит защитить от таких опасностей окружающую среду. Вопросы защиты окружающей среды от вредных воздействий ионизирующего излучения и возможной разработки норм для этой цели рассматриваются в [20, 21].



## ВАЖНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ПУНКТА

### **Требование 4 SSR-5 [4]. Важность обеспечения безопасности в процессе разработки и эксплуатации установки для захоронения**

**«В течение всего процесса разработки и эксплуатации установки для захоронения радиоактивных отходов оператор должен развивать понимание уместности всех имеющихся вариантов и их последствий для безопасности установки. Это делается с целью оптимизации уровня безопасности на этапе эксплуатации и после закрытия».**

#### 4.5. Как указывается в пункте 2.15 SSR-5 [4] (см. вставку 1):

«Цель безопасности состоит в выборе площадки, проектировании, сооружении, эксплуатации и закрытии пункта захоронения таким образом, чтобы его защита после закрытия была оптимизирована с учетом социальных и экономических факторов. Следует также дать разумные гарантии того, что дозы и риски для лиц из населения в долгосрочной перспективе не будут превышать граничных доз или граничных рисков, которые были использованы в качестве критериев проектирования».

#### 4.6. Применительно к пунктам приповерхностного захоронения публикация SSR-5 [4] требует, чтобы долгосрочная безопасность обеспечивалась благодаря:

- a) способности элементов пункта захоронения удерживать отходы и изолировать их от доступной биосферы;
- b) способности элементов площадки повышать уровень удержания и изоляции отходов;
- c) ограничениям, налагаемым на радиологическое содержимое, главным образом на долгоживущие радионуклиды, которые могут быть захоронены на данном пункте;
- d) мерам наблюдения и контроля за пунктом захоронения и прилегающей территорией, которые применяются для предотвращения или ограничения всякой деятельности человека, которая может привести к повреждению его барьеров и стать причиной роста облучения.

4.7. Таким образом, приповерхностное захоронение является подходящим вариантом захоронения только ОНАО и НАО, в то время как САО и ВАО, которые содержат большие количества долгоживущих радионуклидов, должны помещаться в более глубокие геологические хранилища. В то время как правильно расположенные и спроектированные пункты геологического захоронения имеют целью удержание и изоляцию радиоактивных отходов в течение очень длительных периодов времени (от десятков до сотен тысяч лет), расположение пункта приповерхностного захоронения на поверхности или вблизи нее делает его восприимчивым к процессам и явлениям, которые ухудшат его способность к удержанию и изоляции в течение значительно более коротких периодов времени (до нескольких сотен лет). При приповерхностном захоронении объект находится в биосфере, где происходит большая часть человеческой деятельности, и вероятность проникновения человека на пункт приповерхностного захоронения по истечении периода ведомственного контроля значительно выше, чем в случае геологического захоронения. Таким образом, необходимо учесть фактор вмешательства человека по истечении периода ведомственного контроля, а также оценить и подтвердить адекватность ограничений, налагаемых на радиоактивное содержимое, главным образом в отношении допустимых количеств долгоживущих радионуклидов в упаковках отходов.

4.8. Создание, эксплуатация и закрытие пункта приповерхностного захоронения включает в себя многократно повторяющийся процесс характеристики площадки, разработки и дополнения обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности для обеспечения оптимального уровня эксплуатационной безопасности и безопасности после закрытия (см. добавление к SSR-5 [4]). На протяжении всего этого процесса все соответствующие характеристики отходов, подлежащих захоронению, должны определяться и учитываться в проекте пункта и в оценке безопасности. Этот многократно повторяющийся процесс может занять несколько лет, и ключевые решения, такие как решения о выборе концепции проекта, площадке, техническом проектировании, допустимом содержимом и строительстве пункта, должны приниматься поэтапно по мере эволюции проекта. В этом процессе оптимизация пункта захоронения и его показателей безопасности посредством оценки и сравнения возможных вариантов должна, как правило, начинаться с учета более стратегических соображений, а в дальнейшем переходить к деталям, связанным с конструкцией и эксплуатацией. Оптимизация долгосрочной безопасности пункта приповерхностного захоронения должна быть достигнута в основном за счет решений в отношении площадки и конструкции пункта, а также применения осторожного подхода при оценке

безопасности для установления адекватных ограничений на радиоактивное содержимое. Общественные и экономические факторы, такие как социальная приемлемость пункта захоронения, и природные факторы, такие как геологические характеристики поверхности, могут ограничивать круг доступных вариантов размещения пункта. Однако в процессе оптимизации конструкции пункта следует должным образом учитывать все благоприятные и неблагоприятные характеристики площадки и опираться на передовой опыт.

4.9. Решения должны приниматься на основе количественной или качественной информации, доступной на текущий момент, и исходя из достоверности этой информации. Таким образом, частью работы по созданию, эксплуатации и закрытию пункта должно быть систематическое выявление и оценка неопределенностей, которые могут повлиять на его безопасность и которые должны учитываться в момент принятия каждого важного решения, имеющего прямое или косвенное отношение к безопасности пункта. На решения по созданию, эксплуатации и закрытию пунктов также влияют внешние факторы, такие как национальная политика и предпочтения.

4.10. К моменту принятия каждого важного решения (выбор площадки, проектирование, эксплуатация, закрытие и после закрытия) должен быть достигнут достаточный уровень уверенности в безопасности, для того чтобы можно было оценить круг имеющихся вариантов и выбрать наилучшие способы защиты с учетом всех соответствующих общественных и экономических факторов. Если требуемый и оптимальный уровень безопасности может быть обеспечен при помощи более чем одного варианта, то следует принять в расчет и другие факторы, помимо безопасности. В число этих факторов могут входить социальная приемлемость, стоимость, право собственности на площадку, существующая инфраструктура и транспортные пути [4].

4.11. В ходе многократного процесса характеристики площадки, проектирования пункта захоронения и оценки безопасности должны быть определены критически важные компоненты безопасности системы захоронения. Для определения этих критически важных компонентов следует взять на вооружение разные взаимодополняющие подходы:

- в процессе проектирования — анализ функции(й) безопасности каждого компонента на основе принципа глубокоэшелонированной защиты;

- в ходе многократных оценок безопасности — интеграцию всех основных элементов системы, имеющих отношение к безопасности, и всей доступной информации (включая систематический анализ неопределенностей) относительно функционирования и эволюции компонентов системы;
- оценку технической возможности работы системы и ее компонентов таким образом, чтобы она соответствовала функциональным требованиям.

4.12. Критически важные компоненты должны быть аттестованы, насколько это целесообразно и практически возможно, с использованием надлежащих стандартизированных методов испытаний, чтобы удостовериться в их способности выполнять требуемую(ые) функцию(и) в течение требуемого(ых) периода(ов) времени. Если используются новые методы, они должны быть разработаны и аттестованы в сроки, совместимые с графиком проекта. Для лучшего понимания того, как функционирует система и ее компоненты, необходимо вести исследовательскую деятельность, сосредоточенную на критически важных компонентах, результатом которой должны стать а) дальнейшие шаги по оптимизации, даже когда создание системы уже началось, или б) улучшение оценки безопасности до такой степени, чтобы можно было выполнить более точную оценку характеристик и безопасности системы. Программа дальнейших исследований критически важных компонентов системы захоронения является одним из важных элементов стратегии безопасности. Вместе с тем существованием такой программы нельзя оправдывать принятие решений на ранних этапах осуществления программы без достаточного уровня уверенности в безопасности системы. Баланс между уровнем уверенности, имеющимся на определенный момент, и перспективами получения дополнительных знаний в ходе программы дальнейших исследований должен быть центральным элементом в процессе взаимодействия между оператором и регулирующим органом.

4.13. Эксплуатационная безопасность должна обеспечиваться активными и пассивными системами контроля. Активные системы могут включать эксплуатационный контроль (например, проверку поступающих отходов на уровень поверхностного загрязнения или мощность дозы при контакте, а также контроль операций по размещению отходов) и мониторинг радиоактивных выбросов, в то время как пассивные системы могут включать инженерные элементы, такие как экранирование. При разработке систем эксплуатационной безопасности следует учитывать нормальные условия эксплуатации, а также ожидаемые при эксплуатации события и условия,

возникающие при инцидентах и авариях. Ожидаемые при эксплуатации события, инциденты или аварии могут быть вызваны как внутренними происшествиями (например, падением упаковки с отходами во время операций по манипулированию с отходами), так и внешними факторами (например, риском внешнего взрыва, сильным ветром, наводнением и землетрясениями), которые должны быть оценены для конкретной площадки и конструкции объекта. Там, где это целесообразно, при разработке систем эксплуатационной безопасности следует использовать опыт эксплуатации и технологии (например, методы обращения с отходами), заимствованные у других типов ядерных установок. Следует учитывать тот факт, что обычные риски могут быть более значительными, чем риски радиологические, особенно если захоронению подлежат кондиционированные отходы с невысоким риском рассеивания радиоактивного материала.

4.14. Механизмы безопасности на период после закрытия отличаются от тех, которые используются в эксплуатационный период или на других типах установок. В период после закрытия пункт приповерхностного захоронения должен обеспечивать необходимую степень удержания и изоляции, чтобы миграция радионуклидов из отходов в биосферу была сокращена до допустимо низкого уровня и чтобы вероятность и все возможные последствия вмешательства человека были достаточно снижены. Это должно быть достигнуто в основном пассивными средствами и с использованием множественных защитных барьеров, поддерживаемых мерами наблюдения и контроля, о чем говорится в нижеследующих подразделах.

4.15. Концепция приповерхностного захоронения охватывает широкий круг сооружений (например, захоронение на поверхности в искусственно сооруженных камерах или траншеях либо захоронение на различной глубине — от нескольких метров до нескольких десятков метров — в сооружениях с различными типами инженерных барьеров). Поэтому компоненты системы захоронения, как искусственные, так и природные, которые способствуют удержанию и изоляции отходов после закрытия объекта, могут в значительной степени различаться. На протяжении всего периода создания, эксплуатации и закрытия пункта необходимо сформировать достаточно ясное представление об эффективности, прочности и долговечности всех компонентов, составляющих общую систему удержания и изоляции отходов. Для того чтобы получить адекватное представление о поведении пункта захоронения, необходимо приложить целенаправленные усилия для описания и оценки первоначальных характеристик компонентов системы и ожидаемого или

возможного изменения их характеристик вследствие деградации или явлений и процессов, нарушающих их нормальное состояние. Следует учитывать, что та степень, в которой инженерные компоненты системы, ее природные компоненты или и те, и другие одновременно способствуют общему удержанию и изоляции отходов, может существенно различаться для разных типов пунктов приповерхностного захоронения.

4.16. В процессе оптимизации все решения должны приниматься с целью выбора наилучших вариантов защиты, в соответствии с политическими решениями (например, о типе пункта приповерхностного захоронения, который должен быть создан) и с учетом общественных и экономических факторов (например, согласия или несогласия местного населения с выбором конкретной площадки или площадок). После принятия решения о типе пункта захоронения и выбора площадки основные усилия по оптимизации должны быть направлены на обеспечение того, чтобы все проектные решения в отношении инженерных компонентов системы захоронения принимались на основе надлежащего учета всех соответствующих характеристик площадки (например, химических характеристик площадки, которые влияют на срок службы и функционирование инженерных компонентов или определяют их, и механических и сейсмических характеристик площадки, которые могут повлиять на стабильность и целостность инженерных компонентов). Для того чтобы спроектировать пункт таким образом, чтобы природные и инженерные компоненты системы захоронения были совместимы и дополняли друг друга, необходимо использовать всю информацию, имеющую отношение к особенностям площадки и компонентов пункта. Если конкретная информация о системе отсутствует и используется обобщенная информация, следует применять осторожный и прозрачный подход к обеспечению безопасности.

4.17. На протяжении всего процесса создания пункта захоронения следует систематически и планомерно оценивать его надежность с целью понять, каким образом нарушения нормального хода событий, которые могут возникнуть, или оставшиеся неопределенности могут повлиять на функционирование компонентов и безопасность системы захоронения. И решения о выборе площадки, и проектные решения должны приниматься на основе оценки надежности (например, должны выбираться площадки, которые с меньшей вероятностью могут пострадать от внешних событий, таких как наводнения или землетрясения) или определения размеров системных компонентов с достаточным запасом по характеристикам.

## УДЕРЖАНИЕ

### Требование 8 SSR-5 [4]. Удержание радиоактивных отходов

**«Инженерно-технические барьеры, в том числе форма и упаковка отходов, должны проектироваться, а вмещающая окружающая среда должна выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось удержание радионуклидов, связанных с отходами. Удержание должно обеспечиваться до тех пор, пока в результате радиоактивного распада не будет значительно снижен риск, связанный с отходами. Кроме того, в случае тепловыделяющих отходов удержание должно обеспечиваться до тех пор, пока отходы все еще выделяют тепловую энергию в количествах, которые могут оказать негативное воздействие на показатели функционирования системы захоронения».**

4.18. Для целей настоящего Руководства по безопасности последнее предложение требования 8 SSR-5 [4] неактуально, поскольку тепловыделяющие ВАО непригодны для размещения на пунктах приповерхностного захоронения [8].

4.19. Удержание радиоактивных отходов подразумевает, что пункт захоронения должен быть размещен и спроектирован таким образом, чтобы предотвратить или минимизировать утечку радионуклидов. Поскольку приповерхностное захоронение подходит только для категорий отходов, содержащих в основном короткоживущие радиоактивные отходы и, возможно, ограниченные объемы долгоживущих радионуклидов, временные интервалы, в течение которых должно быть обеспечено удержание, во многом определяются задачей ограничения потенциальной утечки радионуклидов из отходов в биосферу. Стопроцентное удержание долгоживущих радионуклидов невозможно, особенно в долгосрочной перспективе, но следует стремиться к этому в течение периода времени, достаточного для полного радиоактивного распада короткоживущих радионуклидов в системе захоронения, прежде чем они попадут в биосферу.

4.20. Удержание может быть обеспечено физическими или химическими средствами. Физическое удержание означает предотвращение миграции радионуклидов с помощью физических барьеров, таких как металлический контейнер или барьеры с низкой водопроницаемостью. Химическое удержание связано в первую очередь с миграцией через воду и означает замедление миграции радионуклидов путем снижения их растворимости

и/или сорбции радионуклидов на каком-либо неподвижном материале подложки. Химическое удержание часто обеспечивается за счет использования цементирующих форм отходов и различных компонентов пункта захоронения. В большинстве сред ключевыми факторами, определяющими безопасность приповерхностного захоронения, являются предотвращение и ограничение проникновения воды в сочетании с химическим удержанием.

4.21. Удержание должно обеспечиваться рядом различных средств, в зависимости от типа пункта приповерхностного захоронения. Степень удержания, обеспечиваемая инженерными барьерами (т.е. упаковкой отходов, засыпкой и конструкцией пункта, включая верхнее перекрытие) и природной средой (поверхностными геологическими слоями, в которых размещен объект или которые окружают объект), может быть далеко не одинаковой. Общая удерживающая способность системы должна быть обеспечена комбинацией искусственных и естественных барьеров, и она должна быть совместима со стратегией безопасности и подкреплена научными и техническими аргументами в обосновании безопасности. Проектирование средств удержания предполагает, что и проникновение воды на объект в том направлении, где находятся отходы, и миграция радионуклидов из отходов в биосферу должны быть предотвращены или максимально ограничены. Средства удержания должны предотвращать как утечку радионуклидов в газообразной форме (например,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  и  $^{129}\text{I}$ ), так и их утечку путем миграции в жидкой фазе (т.е. через растворение радионуклидов в воде, проникшей на объект, и их миграцию в жидкой фазе в биосферу). Строительство барьеров с низкой водопроницаемостью вокруг отходов, медленное растворение формы отходов, а также физические и химические характеристики искусственных и естественных барьеров вокруг отходов, благоприятствующие сорбции радионуклидов в твердой фазе, — все это должно способствовать удержанию отходов и их радионуклидов. В процессе выбора площадки должны быть также учтены внешние факторы, такие как низкий уровень годовых осадков, которые непосредственно влияют на удерживающую способность системы приповерхностного захоронения.

4.22. Различные компоненты, способствующие удержанию, должны быть совместимы друг с другом, чтобы между компонентами не происходило взаимодействие (например, в случае химических процессов), ведущее к ухудшению удерживающей способности одного или нескольких



компонентов. Особенно важно, чтобы при выборе материалов для инженерных барьеров вокруг отходов систематически оценивались физические и химические характеристики отходов.

4.23. В тех случаях, когда важную роль в удержании отходов играют естественные барьеры, их роль должна оцениваться на основе информации, полученной в результате характеристики площадки. При оценке удерживающей способности природных компонентов системы захоронения должны учитываться неопределенности, обусловленные, например, пространственной изменчивостью характеристик площадки или методами, применяемыми в ходе натуральных наблюдений и измерений.

4.24. Роль инженерных барьеров в удержании отходов будет зависеть от:

- a) способа их использования при проектировании пункта захоронения (их расположения);
- b) их соответствующих характеристик (например, низкой водопроницаемости или высокой сорбционной способности);
- c) изменения этих характеристик со временем в результате:
  - i) физических и химических процессов (например, разрушения бетона и эрозии верхнего перекрытия);
  - ii) внешних событий, влияющих на эти характеристики (например, сейсмических явлений, затопления площадки и механической нестабильности площадки).

При проектировании и строительстве инженерных барьеров следует обратить внимание на срок службы этих барьеров — как с точки зрения ожидаемого срока службы (или ожидаемого изменения характеристик барьеров со временем), так и в плане возможности продемонстрировать их срок службы (или изменение характеристик барьеров). Деятельность по проектированию инженерных барьеров и вспомогательная исследовательская деятельность, необходимая для определения характеристик барьера и его эволюции со временем, должна быть источником всей информации, необходимой для оценки безопасности функционирования инженерного барьера в рамках общей системы и его эволюции со временем. Следует учитывать тот факт, что чрезмерно оптимистичная оценка эффективности барьеров может стать причиной недооценки будущих радиологических последствий. Чрезмерно пессимистичная или консервативная оценка долгосрочного функционирования инженерных барьеров может стать причиной установления ненужных ограничений на объемы отходов, которые могут быть захоронены на планируемом объекте.

4.25. В обосновании безопасности должна быть сведена воедино вся информация, на которой базируются предположения для оценки безопасности в отношении функционирования компонентов и их эволюции (например, результаты исследований, моделирование, данные о природной среде и результаты сравнения с природными аналогами).

4.26. Уровень уверенности в удерживающей способности, обеспечиваемой отдельными компонентами системы — как искусственными, так и естественными — во время их сооружения, должен быть достигнут с помощью адекватной системы менеджмента с подходящими процедурами контроля качества и обеспечения качества (включая, например, спецификации компонентов, процедуры установки различных компонентов и процедуры изготовления или сооружения) и путем проведения исследований (например, текущих мероприятий по изучению поведения компонентов). Эта информация должна быть включена в обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности, проводимую на предэксплуатационном этапе, которая отражает свойства захороненных отходов, свойства инженерных систем на момент их сооружения, а также свойства площадки.

## ИЗОЛЯЦИЯ

### **Требование 9 SSR-5 [4]. Изоляция радиоактивных отходов**

**«Установка для захоронения должна размещаться, проектироваться и эксплуатироваться таким образом, чтобы были обеспечены средства, направленные на изоляцию радиоактивных отходов от людей и доступной биосферы. Эти средства должны быть направлены на изоляцию короткоживущих отходов в течение нескольких сотен лет, а средне- и высокоактивных отходов — в течение, как минимум, нескольких тысяч лет. При этом внимание должно быть уделено как естественной эволюции системы захоронения, так и событиям, способным нанести ущерб установке».**

4.27. Для целей настоящего Руководства по безопасности часть требования 9 SSR-5 [4], которая относится к средне- и высокоактивным отходам, неактуальна, поскольку эти категории отходов непригодны для размещения на пунктах приповерхностного захоронения [8].

4.28. В случае приповерхностного захоронения изоляция означает сохранение отходов и локализацию связанной с ними опасности вне биосферы на соответствующим образом расположенном и грамотно спроектированном пункте захоронения с надлежащим контролем в период после закрытия с целью предотвратить нарушение нормального состояния пункта (например, непреднамеренный доступ человека к отходам). При определении местоположения и проектировании пункта должно также учитываться потенциальное воздействие внешних событий.

4.29. Изолирующая способность пунктов приповерхностного захоронения должна быть обеспечена на срок до нескольких сотен лет. Изолирующая способность должна обеспечиваться в основном пассивными средствами, чтобы не создавать чрезмерной нагрузки для будущих поколений и не полагаться на активные меры обеспечения безопасности в течение периода, в который не может быть сохранена уверенность в институциональной и финансовой стабильности. Поскольку на применение активных средств можно рассчитывать только в течение ограниченного периода (до нескольких сотен лет), при оценке безопасности пункта приповерхностного захоронения следует принимать в расчет возможность проникновения человека на объект по истечении такого периода.

4.30. Пассивные средства, способствующие изоляции отходов, — это главным образом долговечные физические барьеры, устанавливаемые вокруг отходов, которые затрудняют случайный контакт с отходами без применения специальных средств (таких как проникновение на объект путем бурения скважины). Изолирующая способность пункта приповерхностного захоронения может быть улучшена за счет расположения объекта на определенной глубине (несколько десятков метров), поскольку это может предопределить или ограничить типы человеческой деятельности, требующейся для проникновения на объект и контакта с отходами, по сравнению с объектом, расположенным на поверхности.

4.31. Активными средствами, способствующими изоляции отходов, являются такие меры контроля, как мониторинг и наблюдение за объектом и площадкой с целью предотвращения доступа человека к отходам и нарушения нормального состояния объекта в результате деятельности человека. До тех пор пока на пункте осуществляется активный ведомственный контроль, можно считать, что потенциал проникновения человека на объект ничтожно мал. Поэтому одной из главных составляющих национальной политики и стратегии безопасности при приповерхностном захоронении должно быть сохранение объекта под ведомственным

контролем настолько долго, насколько это возможно и целесообразно. Это намерение должно быть также отражено в лицензии на эксплуатацию пункта захоронения, а периодические оценки безопасности закрытого пункта в период ведомственного контроля должны использоваться для подтверждения обоснованности сроков этого ведомственного контроля. На активные средства можно полагаться только в течение ограниченного периода времени, максимум нескольких сотен лет, и оценка безопасности пункта приповерхностного захоронения и его лицензирование должны основываться на предположении, что спустя определенное время наблюдение и контроль будут прекращены.

4.32. В общем подходе к наблюдению и контролю за пунктом приповерхностного захоронения должно быть в общих чертах описано, как активный ведомственный контроль объекта в рамках системы ядерного регулирования вначале представляет собой контроль над объектом силами какой-либо государственной организации (например, путем введения ограничений на землепользование для предотвращения деятельности, которая может потревожить объект), а затем превращается в более пассивный ведомственный контроль (например, использование маркеров на площадке, передачу информации об объекте различными способами будущим поколениям, архивирование информации). Хотя пассивные средства все еще могут снизить вероятность вмешательства человека, следует придерживаться осторожного подхода и не полагаться на такие пассивные средства при оценке безопасности объекта и при установлении пределов активности отходов, которые могут быть захоронены на нем.

4.33. При выборе площадки для пункта приповерхностного захоронения следует учитывать потенциальные опасности для объекта, связанные с разрушительным воздействием геоморфологических и метеорологических процессов, таких как эрозия или сейсмическая активность (см. приложение II). Размещение пункта захоронения вдали от известных месторождений полезных ископаемых, геотермальных и подземных вод снизит вероятность непреднамеренного нарушения его целостности.

4.34. При оценке безопасности пункта приповерхностного захоронения отходов рассмотрение вопроса о вмешательстве человека должно проводиться на основе «стилизованнных» сценариев, согласованных с регулирующим органом и отвечающих критериям, изложенным во вставке 1. Это объясняется скудностью научных знаний, необходимых для определения сценариев вмешательства человека и связанных с этим неопределенностей (например, по времени, по типу вмешательства, по

числу потенциально облученных индивидов и по вероятности признания радиационного риска, связанного с таким вмешательством). Для обеспечения безопасности по истечении периода активного ведомственного контроля, когда вмешательство человека уже нельзя исключить, объем долгоживущих радионуклидов, которые могут быть размещены на пункте приповерхностного захоронения, должен быть ограничен. Благодаря оценке радиологических последствий стилизованных сценариев вмешательства человека можно установить ограничения на активность долгоживущих радионуклидов. Круг стилизованных сценариев вмешательства человека, используемых при оценке безопасности, является, как правило, предметом договоренности между оператором и регулирующим органом.

## МНОЖЕСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ

### **Требование 7 SSR-5 [4]. Множественные функции безопасности**

**«Окружающая установку для захоронения среда должна быть выбрана, инженерно-технические барьеры должны быть спроектированы и эксплуатация установки должна осуществляться таким образом, чтобы безопасность обеспечивалась посредством выполнения множественных функций безопасности. Удержание и изоляция отходов должны обеспечиваться несколькими физическими барьерами системы захоронения. Работоспособность этих физических барьеров должна обеспечиваться посредством различных физических и химических процессов, а также различных средств эксплуатационного контроля. Должна быть продемонстрирована потенциальная способность как отдельных барьеров и средств контроля, так и всей системы захоронения функционировать так, как это определено в обосновании безопасности. Общая работоспособность системы захоронения не должна чрезмерно зависеть от одной функции безопасности».**

4.35. Использование множественных функций безопасности, которые должны выполняться различными барьерами и элементами системы, обеспечивает глубокоэшелонированную защиту. Глубокоэшелонированная защита подразумевает, что безопасность не должна чрезмерно зависеть от какого-либо одного элемента системы захоронения, такого как упаковка с отходами, или меры контроля, такой как проверка инвентарного количества упаковок с отходами, или выполнения какой-либо одной функции

безопасности, такой как удержание радионуклидов или замедление их миграции, или административного процесса, такого как процедуры контроля доступа на площадку или технического обслуживания объекта. Адекватная глубокоэшелонированная защита должна быть гарантирована путем демонстрации того, что долгосрочная безопасность обеспечивается множественными функциями безопасности.

4.36. В соответствии с дифференцированным подходом способность системы захоронения обеспечивать удержание и изоляцию отходов должна быть соизмерима с потенциальной опасностью отходов [3]. Следовательно, тип и количество барьеров и элементов, необходимых для выполнения требований к удержанию и изоляции, будет зависеть от типа отходов, подлежащих захоронению, и от опасности, связанной с этими отходами, которая будет меняться со временем в результате радиоактивного распада. Требуемая оценка глубокоэшелонированной защиты должна включать в себя оценку функционирования системы захоронения и ее составных частей и элементов с точки зрения их способности выполнять функции безопасности с течением времени — как в ситуациях, которых можно ожидать (например, в условиях нормальной деградации барьеров), так и в ситуациях, когда может произойти нарушение нормального состояния системы.

4.37. В обосновании безопасности должны быть методично определены и оценены все элементы конструкции системы и все характеристики площадки для захоронения, которые важны для демонстрации глубокоэшелонированной защиты планируемого пункта захоронения. Должны быть выполнены оценки с целью удостовериться в том, что дефект одной характеристики, связанной с безопасностью, или снижение со временем эффективности функционирования одного или нескольких компонентов будут компенсированы выполнением функций безопасности или уменьшением опасности за счет радиоактивного распада. Должна проводиться систематическая оценка безопасности различных сценариев эволюции системы и ее компонентов для демонстрации того, что на объекте будет поддерживаться адекватная глубокоэшелонированная защита. Эта оценка должна также касаться вопроса о том, каким образом рост неопределенности в отношении поведения компонентов и системы в течение более длительных сроков учитывается при демонстрации безопасности и принимается в расчет при проектировании пункта захоронения.

4.38. Способность системы в целом обеспечивать адекватное удержание и изоляцию имеет первостепенное значение, и пункт должен быть спроектирован таким образом, чтобы быть достаточно гибким для должного учета особенностей площадки, которые могут считаться менее благоприятными. Необходимо систематически выявлять все важные особенности площадки, которые могут определять конструкцию пункта или влиять на нее.

4.39. Функция безопасности (например, локализация радионуклидов для предотвращения или контроля их утечки) может выполняться при помощи какого-либо физического объекта или химического свойства или процесса, которые способствуют удержанию радионуклидов и/или изоляции отходов внутри системы захоронения, например непроницаемости или низкой проницаемости барьера для воды, ограниченной скорости коррозии, низкой растворимости и высокой сорбционной способности радионуклидов, обуславливающей низкую скорость выщелачивания.

4.40. Барьер — это физический объект, такой как отходы, упаковка отходов, засыпка или облицовка и перекрытие пункта захоронения, характеристики которого ограничивают (или в течение ограниченного времени предотвращают) миграцию радионуклидов или затрудняют прямой доступ к отходам. Отдельно взятый барьер может выполнять несколько функций безопасности, и одна функция безопасности может выполняться несколькими барьерами. Использование нескольких барьеров и функций безопасности повышает как безопасность, так и уверенность в безопасности, гарантируя, что общее функционирование системы захоронения не будет чрезмерно зависеть от одного барьера или одной функции безопасности. Следовательно, даже если какой-либо барьер или какая-либо функция безопасности не работают так, как ожидалось (например, из-за неожиданного процесса или маловероятного события), необходимо продемонстрировать, что пункт захоронения по-прежнему безопасен.

4.41. Работа системы приповерхностного захоронения зависит от различных барьеров, выполняющих разные функции безопасности, значение которых может меняться в разные периоды времени. В обосновании безопасности должны быть объяснены и обоснованы ожидания в отношении функций безопасности, выполняемых каждым барьером, и указаны периоды времени, в течение которых ожидается их выполнение. В обосновании безопасности должны быть изложены научные и технические аргументы,

подкрепляющие эти утверждения, а также определены дополнительные функции безопасности, которые будут задействованы, если тот или иной барьер не сработает надлежащим образом.

4.42. В системе захоронения должна использоваться комбинация природных и инженерных характеристик для эффективного удержания и изоляции благодаря сохранению целостности упаковок с отходами, например путем ограничения растворимости радионуклидов и минимизации проникновения атмосферной воды (т.е. воды, образующейся при просачивании осадков). Роль природных барьеров и инженерных барьеров в удержании и изоляции отходов будет в значительной степени зависеть от типа пункта приповерхностного захоронения (т.е. от того, находится ли он на поверхности или под ней) и от характеристик площадки, на которой он будет расположен. В долгосрочной перспективе нельзя исключать вероятность постепенной деградации системы инженерных барьеров, и поэтому радионуклиды могут попасть в геосферу или биосферу, в зависимости от типа пункта приповерхностного захоронения. Хотя радиоактивный распад и является важным фактором, ограничивающим объем потенциальной утечки короткоживущих радионуклидов из пункта приповерхностного захоронения с течением времени, важное значение имеют и другие соображения, которые должны быть приняты во внимание. Факторы, ограничивающие проникновение воды (что, в свою очередь, может способствовать более длительному сохранению целостности упаковок с отходами), которые следует учитывать, включают использование долговечных барьеров с низкой водопроницаемостью и проектирование системы таким образом, чтобы в ней поддерживались низкие напорные градиенты в течение требуемого периода времени. Потенциал утечки радионуклидов в биосферу должен быть дополнительно снижен за счет поддержания низкой скорости потока, а также благодаря замедляющей и осаждающей способности инженерных барьеров и среды, в которой находится объект. Материалы, используемые для засыпки или в других местах инженерной системы, должны иметь такие свойства, которые не приведут к чрезмерному ухудшению защитных функций других барьеров.



## ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### **Требование 5 SSR-5 [4]. Пассивные средства безопасности установки для захоронения**

**«Оператор должен оценить площадку и спроектировать, построить, эксплуатировать и закрыть установку для захоронения таким образом, чтобы безопасность обеспечивалась в максимально возможной степени пассивными средствами и чтобы необходимость принятия мер после закрытия установки была сведена к минимуму».**

4.43. Роль и значение безопасности в период эксплуатации пункта приповерхностного захоронения аналогичны роли и значению безопасности для любой установки ядерного топливного цикла; это означает, что в эксплуатационный период будут применяться активные меры контроля (такие как меры контроля при обращении с отходами и контроль уровней загрязнения и радиации на объекте и вокруг него). Однако там, где это возможно и необходимо, следует применять пассивные меры безопасности, такие как экранирование отходов во время манипулирования с ними. В период после закрытия активный контроль должен быть настолько кратким и ограниченным с точки зрения объема усилий и деятельности, насколько это практически возможно с учетом радионуклидного содержимого отходов. После окончания работ по размещению отходов должны быть предприняты все шаги для скорейшего закрытия пункта и приведения его в пассивное состояние. На этом завершается период активной деятельности на пункте (т.е. его строительство, эксплуатация и закрытие). Шаги, предпринимаемые для закрытия пункта, могут до некоторой степени определяться социальными и экономическими требованиями и ограничениями; например, может быть принято решение об организации наблюдения за пунктом в течение некоторого времени до его полного закрытия, но это не должно препятствовать составлению четкого плана закрытия пункта и согласованию этого плана участвующими сторонами (оператором, регулирующим органом и другими заинтересованными сторонами).

4.44. Безопасность пункта захоронения может зависеть от некоторых действий, которые будут предприниматься в будущем, таких как техническое обслуживание, наблюдение и контроль, но эта зависимость должна быть по возможности сведена к минимуму. В случае с пунктом приповерхностного захоронения такие действия могут оказаться необходимыми в течение некоторого периода после закрытия пункта (от нескольких десятков до

нескольких сотен лет). Меры, принимаемые в период активной деятельности, могут включать, к примеру, ремонт перекрытия пункта захоронения. Инженерные сооружения, необходимые для обеспечения безопасности в период после закрытия, должны быть достаточно долговечными, чтобы не нуждаться в техническом обслуживании в период после закрытия.

4.45. Закрытие пункта захоронения означает начало периода ведомственного контроля. Этот период можно разделить на активную и пассивную фазы, продолжительность которых может быть установлена регулирующими положениями. Деятельность во время активной фазы периода ведомственного контроля будет включать сохранение знаний, предотвращение вмешательства человека, а также мониторинг и наблюдение. Если в ходе мониторинга или наблюдения обнаруживается повреждение или ухудшение состояния барьеров, должны быть приняты корректирующие меры с тем, чтобы восстановить утраченную защитную функцию как минимум тех частей пункта захоронения, к которым по-прежнему имеется доступ. Вместе с тем возможная потребность в техническом обслуживании не отменяет необходимости выполнения требования, согласно которому безопасность должна обеспечиваться в первую очередь пассивными средствами. Во время пассивной фазы периода ведомственного контроля все активные действия, включая мониторинг, наблюдение и техническое обслуживание, прекращаются (или для целей оценки безопасности подразумевается, что они прекращаются). К пассивным мерам, которые будут продолжены, может относиться сохранение учетных документов, установка долговечных предупреждающих знаков и регулирование прав собственности на землю. В конце периода активного ведомственного контроля предполагается, что, несмотря на дальнейшее применение пассивных мер контроля, непреднамеренное проникновение человека на объект становится возможным или даже неизбежным, хотя площадка для строительства объекта выбиралась таким образом, чтобы максимально уменьшить эту возможность.

4.46. В случае с пунктом приповерхностного захоронения период активного ведомственного контроля должен быть таким, чтобы обеспечить изоляцию отходов на срок, соразмерный опасности, которую они представляют. Этот период следует также использовать для повышения доверия к средствам пассивного удержания, предусмотренным системой захоронения, за счет проверки надлежащего функционирования компонентов, предназначенных для удержания отходов. Даже если стопроцентная локализация остается недостижимой целью и некоторая утечка радионуклидов в биосферу все же может произойти, такие утечки должны всегда быть достаточно

небольшими и не требовать корректирующих действий в будущем. В обосновании безопасности должны быть представлены все элементы и аргументы, необходимые для подкрепления этого утверждения.

## НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА ПАССИВНЫМИ СРЕДСТВАМИ БЕЗОПАСНОСТИ

### **Требование 10 SSR-5 [4]. Надзор и контроль за пассивными средствами безопасности**

**«Должен применяться надлежащий уровень надзора и контроля для защиты и сохранения пассивных средств безопасности, в необходимой степени, с тем чтобы они могли выполнять возложенные на них в обосновании безопасности функции по обеспечению безопасности после закрытия установки».**

4.47. Долгосрочная безопасность пункта приповерхностного захоронения зависит от качества всех пассивных средств безопасности, которые обеспечивают долгосрочное удержание и изоляцию, от ограничений, действующих в отношении долгоживущих радионуклидов в отходах, и от надлежащего уровня надзора и контроля, который осуществляется для сохранения и защиты этих пассивных средств безопасности. Поскольку долгосрочная безопасность пункта захоронения не должна зависеть от активного ведомственного контроля, все пассивные средства безопасности и ограничения на активность долгоживущих радионуклидов в захороненных отходах должны оцениваться и использоваться исходя из того, что надзор и контроль будут осуществляться в течение максимум нескольких сотен лет.

4.48. Для пунктов приповерхностного захоронения меры надзора и контроля должны применяться в период активной деятельности на площадке после закрытия пункта, чтобы обеспечить уверенность в постоянной эффективности пассивных защитных барьеров. Надзор и контроль должны обеспечиваться посредством мониторинга и ведомственного контроля, в частности охраны площадки и ограничения доступа к ней; изучения физического состояния в сочетании с сохранением надлежащих возможностей технического обслуживания для борьбы с возможной деградацией барьеров; мониторинга как средства подтверждения того, что барьеры продолжают функционировать согласно заданным параметрам. Поскольку безопасность пунктов захоронения зависит в основном от пассивных средств, цель надзора и мониторинга состоит не в измерении

радиологических параметров (например, радиологическом мониторинге окружающей среды на пункте захоронения и вблизи него), а в обеспечении непрерывного выполнения функций безопасности [4].

4.49. Надзор и контроль за пассивными средствами безопасности должен касаться как средств, повышающих изолирующую способность системы (таких как физические барьеры, отделяющие отходы от биосферы, активные меры контроля для ограничения и контроля доступа на площадку и отсутствие событий или процессов геоморфологического или метеорологического характера, которые могут нарушить нормальное состояние объекта), так и средств, способствующих удержанию отходов. Функции безопасности, связанные с различными компонентами системы, должны быть четко описаны, а возможные механизмы деградации компонентов системы установлены и изучены. Необходимо определить, какие наблюдения и измерения будут проводиться для контроля возможной или ожидаемой деградации компонентов системы и для мониторинга изменений в характеристиках компонентов.

4.50. Должна быть разработана программа надзора и контроля за непрерывным выполнением функций безопасности для подтверждения сохраняющейся адекватности пассивных средств безопасности, которая должна выполняться методично, прозрачно и гибко. В этой программе должно учитываться изменение роли отдельных компонентов с течением времени для достижения общей цели удержания и изоляции отходов. Результаты этой программы и сделанные на ее основе выводы должны быть использованы для подготовки обоснования безопасности на период после закрытия, которое будет представлено регулирующему органу.

4.51. Использование пассивных мер, таких как сохранение информации в виде маркеров и архивов, в том числе международных архивов, позволит снизить риск вмешательства человека в течение более длительного периода, чем это предусмотрено для активного ведомственного контроля, и поэтому такая возможность должна быть рассмотрена. Для оценки последствий вмешательства человека, вероятно, потребуется более осторожный подход к оценке вероятности такого вмешательства.

## 5. ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Обоснование безопасности — это совокупность аргументов и данных, демонстрирующих, что пункт захоронения безопасен. Оценка безопасности является важной частью подготовки обоснования безопасности и включает количественную оценку дозы облучения и/или радиационных рисков, которые могут стать следствием функционирования пункта захоронения, в сравнении с критериями дозы и риска, установленными в SSR-5 [4] (см. вставку 1). Обоснование безопасности пункта приповерхностного захоронения должно касаться как эксплуатационной безопасности, так и безопасности после закрытия, хотя иногда оно представляется отдельно как «обоснование эксплуатационной безопасности» (т.е. демонстрация того, что пункт будет безопасен во время эксплуатации) и «обоснование безопасности после закрытия» (т.е. демонстрация того, что пункт будет безопасен после его закрытия). Полное руководство по оценке безопасности представлено в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-23 [18].

### ПОДГОТОВКА ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

**Требование 12 SSR-5 [4]. Подготовка, одобрение и использование обоснования безопасности и оценки безопасности установки для захоронения**

**«Подготовка и обновление обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности должны осуществляться оператором при необходимости на каждом этапе разработки, эксплуатации и закрытия установки для захоронения. Обоснование безопасности и вспомогательная оценка безопасности должны быть представлены регулирующему органу для одобрения. Обоснование безопасности и вспомогательная оценка безопасности должны быть достаточно детализированными и всеобъемлющими, с тем чтобы обеспечивать необходимый технический вклад в информирование регулирующего органа и информирование при принятии решений, необходимых на каждом этапе».**

5.2. Необходимо подготовить обоснование безопасности и актуализировать его с учетом новой информации, получаемой в ходе разработки проекта захоронения (например, по объемам отходов, по характеристикам площадки, по инженерному проектированию и конструкции пункта, по мониторингу) и по крайней мере на каждом этапе принятия важных решений в течение жизненного цикла пункта (как показано, например, на рис. 2). Обоснование безопасности должно быть представлено регулирующему органу для получения разрешения на переход от одного этапа к другому. По мере строительства, эксплуатации и закрытия пункта необходимо постепенно совершенствовать обоснование безопасности, чтобы в нем указывались все проблемы, связанные с безопасностью, и фиксировались предпринятые действия. В любой момент времени должна быть доступна актуальная документация по обоснованию безопасности, демонстрирующая, что объект безопасен и что можно ожидать, что он останется безопасным в долгосрочной перспективе, и содержащая указания по управлению пунктом захоронения и его эксплуатации.

5.3. В пунктах 4.8 и 4.9 SSR-5 [4] говорится следующее:

«4.8. Обоснование безопасности должно включать результаты оценки безопасности... наряду с дополнительной информацией, включая подтверждающие данные и аргументацию относительно устойчивости и надежности установки, ее конструкции, логики проектных решений, а также качества оценки безопасности и основных допущений.

4.9. Обоснование безопасности может также включать более общие аргументы, касающиеся захоронения радиоактивных отходов, а также информацию, необходимую для рассмотрения результатов оценки безопасности в перспективе».

Такие аргументы включают сравнение прогнозируемых утечек радионуклидов с облучением естественными фоновыми концентрациями и уровнями радиации. Остальные факторы неопределенности и «любые нерешенные вопросы на любом этапе разработки, или эксплуатации, или закрытия установки должны быть отражены в обосновании безопасности» ([4], пункт 4.9). Если нерешенные проблемы серьезно отражаются на безопасности, потребуется дополнительная работа по их решению.

5.4. Главным адресатом обоснования безопасности обычно является регулирующий орган, который будет использовать его как основу для принятия регулирующих решений. Тем не менее обоснование безопасности

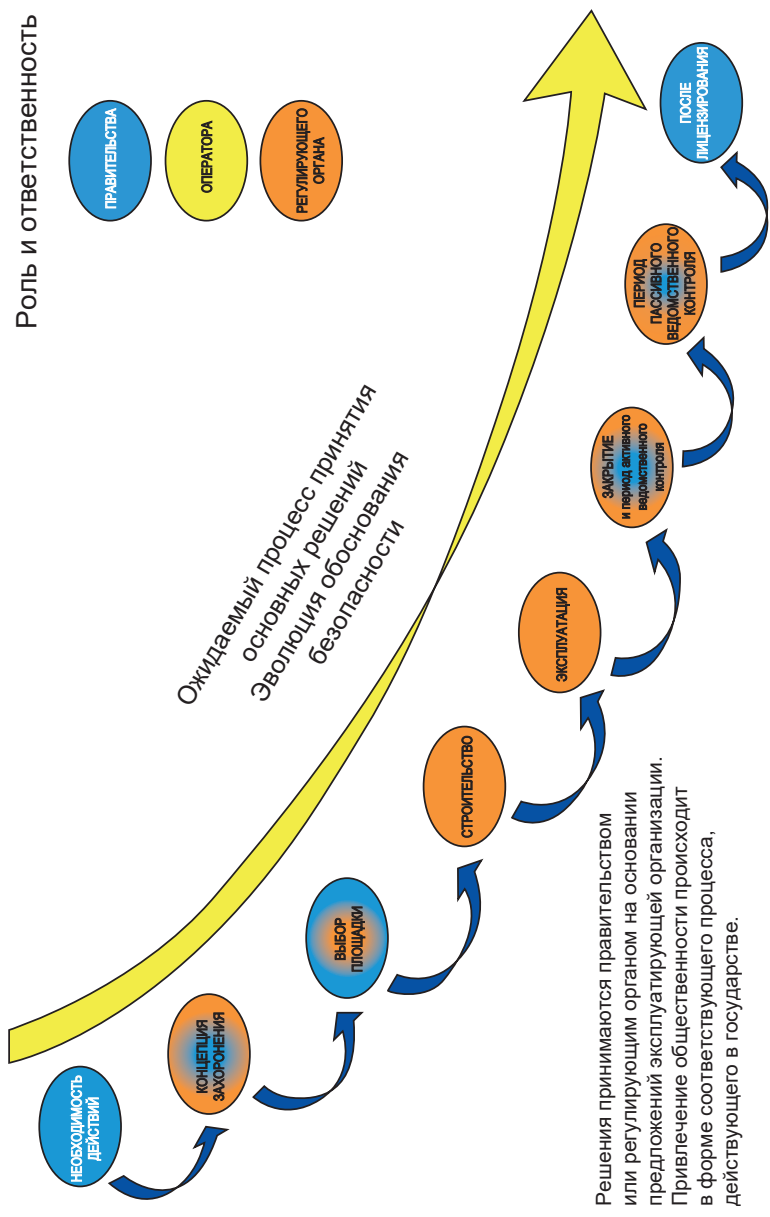


Рис. 2. Типичные этапы процесса создания пункта приповерхностного захоронения.

и вспомогательная оценка безопасности будут также полезны и интересны другим сторонам, и при их представлении следует учитывать нужды других адресатов. Подготовленное оператором обоснование безопасности должно предоставляться в распоряжение других заинтересованных сторон, таких как национальные и местные органы власти, чтобы упростить процессы принятия соответствующих решений, позволяющих оператору перейти к следующему этапу создания, эксплуатации или закрытия пункта.

5.5. Как указывается в SSR-5 [4], обоснование безопасности и вспомогательная оценка безопасности являются подспорьем для оператора в текущем процессе принятия решений, касающихся тематики научных исследований, характеристики площадки, оптимизации конструкции пункта, распределения ресурсов и разработки критериев приемлемости отходов. Оценка безопасности должна предполагать проведение систематической оценки радиационной опасности и давать представление о поведении пункта захоронения при ряде ожидаемых и менее вероятных сценариев, включая нормальные условия и нарушение нормального хода событий, в течение сроков, пока радиоактивные отходы остаются опасными. Оценка безопасности должна включать планомерный анализ неопределенностей. Этот анализ призван улучшить понимание того, как ведет себя и функционирует пункт захоронения, и, таким образом, подвести более прочную основу под аргументы в отношении безопасности, представленные в обосновании безопасности. Для определения процессов, значимых с точки зрения безопасности, следует провести исследования чувствительности.

5.6. Первое обоснование безопасности следует подготовить на ранних этапах создания пункта приповерхностного захоронения, и оно будет задавать направление всей будущей деятельности [4]. На ранних этапах создания пункта оператор должен спланировать предстоящий процесс (например, взаимодействие с властями и заинтересованными сторонами), а обоснование безопасности должно быть сосредоточено на целях, которых предстоит достичь (например, на типах отходов, подлежащих захоронению), и стратегии безопасности и концепции захоронения, которые могут быть использованы, а также на определении потребностей в дальнейших научных исследованиях и разработках. На столь ранних этапах обоснование эксплуатационной безопасности может носить достаточно общий характер, пока не будет разработан более детальный проект объекта. По мере продвижения вперед программы обоснование безопасности должно постепенно развиваться и дополняться, чтобы послужить основой для создания пункта захоронения и управления им, а также для проведения



экспертиз регулирующим органом и лицензирования на ключевых этапах создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения (см. рис. 2). Со временем, по мере пересмотра и постепенного дополнения обоснования безопасности, оно должно все больше фокусироваться на изучении и оценке системы захоронения и опираться на более детальные проекты объекта. После того как пункт начнет функционировать, необходимо периодически актуализировать обоснование безопасности для включения в него новой информации, полученной в результате характеристики площадки, данных о принятых и ожидаемых отходах, а также о конструкции объекта на момент сооружения. В обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности должен также находить отражение растущий объем знаний (например, научных и технических знаний) о том, какие изменения могут происходить с отходами, пунктом захоронения и его окружением.

5.7. Регулирующий орган может потребовать актуализации или пересмотра обоснования безопасности перед принятием решения о переходе к следующему этапу создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения. Степень формальности и глубина проработки технических деталей в обосновании безопасности будут, как правило, отражать уровень опасности, стадию разработки проекта, принимаемое решение и конкретные национальные требования. В некоторых государствах регулирующий орган официально подключается к программе создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения только на более позднем этапе, например после получения заявки на строительство пункта. В этих случаях следует предусмотреть заблаговременный обмен информацией и мнениями, прежде чем будут предприняты официальные действия по лицензированию.

5.8. Обоснование безопасности и вспомогательная оценка безопасности должны быть достаточно полными и подробными, чтобы подкрепить планируемое действие по принятию решения. В окончательном виде обоснование безопасности должно включать:

- методичное описание системы захоронения;
- определение различных характеристик, событий и процессов, которые могут повлиять на то, как пункт будет функционировать и эволюционировать;
- определение сценариев эволюции площадки;
- концептуальные, численные и компьютерные модели соответствующих частей системы захоронения (например, отходов в ближней зоне, инженерных барьеров, вмещающей породы и поверхностной среды пункта).

В обосновании безопасности должны быть также зафиксированы использованные данные и приведены результаты для соответствующих сценариев и путей облучения с точки зрения дозы и/или риска для соответствующих объектов (например, облученных и потенциально облученных индивидов и групп, а в некоторых случаях и биологических видов помимо человека).

5.9. На ранних этапах создания пункта приповерхностного захоронения обоснование безопасности носит достаточно общий характер, и расчеты по оценке безопасности неизбежно будут предварительными и упрощенными (направленными на определение области исследования) ввиду ограниченности данных по конкретной площадке и конкретным отходам. На таких ранних стадиях оценки следует использовать данные и модели из обширной литературы по данному вопросу. Если пункт захоронения получит разрешение регулирующего органа и перейдет в фазу строительства и эксплуатации, сбор дополнительных данных должен продолжаться на протяжении всего поэтапного процесса создания пункта вплоть до прекращения активного ведомственного контроля.

5.10. В зависимости от цели оценки безопасности полученные результаты должны быть сопоставлены с соответствующими граничными дозами и критериями риска, установленными в национальных регулирующих положениях. К разным сценариям и путям облучения могут применяться разные критерии регулирования. Например, результаты оценок потенциальных последствий вмешательства человека можно сравнить с критериями, представленными в SSR-5 [4] и во вставке 1. Однако, как отмечалось выше, принятие решения о переходе от одного этапа к другому не должно основываться исключительно на таких численных сравнениях и определении того, соблюдаются ли такие количественные критерии; необходимо рассматривать вопрос под более широким углом зрения и учитывать целый ряд факторов, включая качественные критерии.

5.11. Уровень детальности, требуемый в обосновании безопасности для любого конкретного этапа принятия решения, должен определяться на основе консультаций с регулирующим органом и по согласованию с ним [4]. В любом случае оператор должен подготовить обоснование безопасности с таким уровнем детальности, какой необходим для наглядной демонстрации безопасности пункта захоронения. Регулирующий орган должен потребовать, чтобы в обоснование безопасности был включен достаточный объем информации для проведения обстоятельного критического анализа выполненной работы. Для этого оператор должен стремиться подготовить

обоснование безопасности и вспомогательную оценку безопасности таким образом, чтобы они были ясными, полными, прозрачными и поддавались прослеживанию. В некоторых случаях регулирующий орган может принять решение о проверке отдельных частей оценок путем повторения определенных расчетов или выполнить собственные оценки, например, для того, чтобы понять, как функционирует пункт захоронения, устранить неопределенности или оценить альтернативы.

## СОДЕРЖАНИЕ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ

### **Требование 13 SSR-5 [4]. Содержание обоснования безопасности и оценки безопасности**

**«Обоснование безопасности установки для захоронения должно содержать описание всех соответствующих аспектов безопасности площадки, конструкции установки, а также управленческих мер и мер регулирующего контроля. Обоснование безопасности и связанная с ним вспомогательная оценка безопасности должны показывать уровень обеспечиваемой защиты людей и окружающей среды и обеспечивать уверенность регулирующего органа и других заинтересованных сторон в том, что требования безопасности будут выполнены».**

5.12. На рис. 3 и 4 показаны основные компоненты обоснования безопасности и оценки безопасности, описанные в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № SSG-23 [18]. В описании системы (рис. 3, блок С) указываются аспекты, имеющие отношение к безопасности площадки и конструкции пункта. Меры управленческого контроля показаны в виде двунаправленной стрелки в правой части рис. 3, обозначающей систему менеджмента, которая необходима для регулирования и применяется ко всем аспектам обоснования безопасности и оценки безопасности. Регулирующий контроль представлен как ограничения, меры контроля и условия, указанные на рис. 3 в блоке G.

5.13. Требование продемонстрировать уровень защиты людей и окружающей среды показано как объединение аргументов, относящихся к безопасности (рис. 3, блок H). Блок H вместе с указанием на то, что обоснование безопасности передается регулирующему органу и другим



РИС. 3. Основные компоненты обоснования безопасности, применение системы менеджмента и процесс взаимодействия с регулирующим органом и заинтересованными сторонами.



РИС. 4. Аспекты, включенные в оценку безопасности.

заинтересованным сторонам (стрелка в левой части рис. 3), также указывает на требование предоставить гарантии регулирующему органу и другим заинтересованным сторонам.

5.14. В обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности на эксплуатационный период и период после закрытия должны быть рассмотрены все регулирующие требования и критерии, а также приведены и использованы различные аргументы и подходы к оценке. В обосновании безопасности также требуется описать меры управленческого контроля, которые будут использоваться для соблюдения соответствующих регулирующих положений.

5.15. Для обеспечения и эксплуатационной безопасности, и безопасности после закрытия будут использоваться активные и пассивные меры, но в обосновании безопасности на период после закрытия больший акцент следует сделать на пассивные меры, направленные на достижение целей безопасности. Тем не менее важное значение для предоставления гарантий безопасности имеет ведомственный контроль после закрытия (см. раздел 7). Кроме того, в течение всего эксплуатационного периода и, возможно, в течение некоторой части периода после закрытия (в зависимости от пункта и национальных правил) на пункте захоронения должно вестись наблюдение и мониторинг.

5.16. В обосновании эксплуатационной безопасности пункта приповерхностного захоронения должны быть рассмотрены все соответствующие аспекты эксплуатации, которые могут стать причиной радиационного облучения на площадке или вблизи нее. Они включают прием, характеризацию, обработку, кондиционирование, упаковку и размещение отходов и все строительные работы, проводимые во время эксплуатации пункта и размещения отходов, а также во время любых работ по засыпке, герметизации и закрытию пункта. В обосновании эксплуатационной безопасности следует также учесть все работы по плановому ремонту или замене оборудования. Может также возникнуть необходимость демонстрации того, что отходы могут быть безопасно извлечены, пока пункт продолжает функционировать (например, в случае, если после размещения будут обнаружены упаковки отходов, не отвечающие требованиям). Такая операция по извлечению должна быть выполнена безопасно и без причинения серьезного вреда долгосрочной безопасности объекта.

5.17. Как указывается в SSR-5 [4], предметом рассмотрения должно быть как профессиональное облучение, так и облучение населения в условиях нормальной эксплуатации и ожидаемых при эксплуатации событий в течение срока службы пункта захоронения. Аналогичным образом, необходимо также принять в расчет аварии с потенциалом значительных радиологических последствий — как в плане вероятности их возникновения, так и с точки зрения величины возможных доз облучения. Национальные нормы некоторых государств требуют учета в обосновании безопасности проблем химической токсичности и включения в него соответствующих оценок.

5.18. В обосновании безопасности после закрытия должен быть описан ряд правдоподобных сценариев эволюции пункта захоронения и окружающей его территории в течение периода, в который отходы представляют потенциально высокую опасность, или в соответствии с национальными регулирующими положениями, часть которых устанавливают временные рамки для оценки. Следует рассмотреть ожидаемые сценарии (сценарии нормальной эволюции) и менее вероятные сценарии. Эти сценарии должны охватывать процессы, которые могут повлиять на функционирование системы захоронения, такие как деградация отходов и барьеров, и события (т.е. землетрясения, сильные осадки, наводнения, оползни и эрозию), которые могут повлиять на удерживающие и изолирующие функции объекта. Следует также рассмотреть потенциальное воздействие деятельности человека (т.е. непреднамеренное вмешательство человека) и последствия такой деятельности. Такая интрузивная деятельность человека скорее затронет пункты приповерхностного захоронения, чем пункты геологического захоронения, и она может обусловить введение существенных ограничений на типы и уровни активности отходов, которые могут безопасно размещаться на пунктах приповерхностного захоронения. Последствия событий, связанных с вмешательством человека, следует оценивать, рассматривая ряд стилизованных сценариев, основанных на предположении, что технология остается такой, какая она есть в настоящее время. Такое предположение о «будущих состояниях» делается потому, что предсказать детали будущего поведения человека не представляется возможным, и потому, что оно помогает избежать ненужных спекуляций в отношении интрузивных действий, которые могут иметь место. Следует также описать дополнительные сценарии типа «что, если?», чтобы можно было оценить, например, разные объемы отходов или альтернативные варианты конструкции и методы захоронения.

5.19. Следует взять на вооружение формализованный подход к разработке сценариев. Сценарии могут быть определены, построены и описаны с помощью ряда взаимодополняющих методов. Применение таких методов может начинаться с составления и рассмотрения списков характеристик, событий и процессов, в которых соответствующие события и процессы могут быть объединены для выстраивания сценариев (подход «снизу вверх»), либо с рассмотрения функций безопасности ключевых компонентов системы захоронения (например, перекрытия пункта) с последующим определением процессов и событий, которые могут затронуть или ухудшить способность компонентов системы захоронения выполнять эти функции безопасности (подход «сверху вниз»).

5.20. Эти сценарии должны быть описаны в обосновании безопасности, а поведение пункта захоронения для подходящего набора сценариев должно быть оценено во вспомогательной оценке безопасности. Похожие сценарии могут быть объединены в группы, чтобы уменьшить количество расчетов, необходимых для оценки безопасности. Вместе с тем в оценке безопасности должен быть рассмотрен достаточно большой круг сценариев для учета неопределенностей, связанных с будущей эволюцией системы захоронения. На практике, однако, рассмотрение большого количества сценариев может не потребоваться — при условии, что рассматриваемые сценарии будут охватывать разные ситуации, которые могут потенциально затронуть пункт захоронения.

5.21. В обоснование безопасности после закрытия должны быть включены количественные оценки безопасности, учитывающие неопределенности, и качественные аргументы в отношении безопасности пункта, основанные на объемах отходов, конструкции, местоположении площадки и управлении. Оно должно включать в себя несколько цепочек рассуждений, основанных, к примеру, на оценке альтернативных концептуальных моделей, альтернативных предположениях относительно функционирования барьеров, альтернативных значениях параметров, а также, среди прочего, на изучении соответствующих природных аналогов и упрощенных расчетах для проверки соблюдения требований. Значительная часть обоснования безопасности должна быть посвящена демонстрации того, что все неопределенности, имеющие отношение к безопасности и значимые для функций безопасности, приняты во внимание и будут соответствующим образом учитываться.

5.22. Необходимо провести методичный анализ неопределенностей, чтобы получить представление о функционировании системы захоронения и ее компонентов для ряда сценариев, концептуальных моделей и наборов параметров. Следует также провести анализ чувствительности, чтобы установить, какие процессы и параметры оказывают наибольшее влияние на функционирование пункта захоронения. Анализ чувствительности и анализ неопределенностей также должны быть использованы для того, чтобы показать, что ни один из параметров или процессов при относительно небольшом изменении не окажет существенного влияния на безопасность.

5.23. Должны быть выполнены расчеты потенциальных доз и/или рисков для ряда соответствующих путей облучения (например, через газы и/или поверхностные и подземные воды, в зависимости от отходов и площадки, о которых идет речь) и для ряда облученных индивидов или групп, в соответствии с регулирующими требованиями. Для очень длительных промежутков времени, когда предположения о поведении людей и характеристиках биосферы отличаются крайней неопределенностью, в целях демонстрации безопасности следует использовать дополнительные аргументы, например концентрации и потоки радионуклидов природного происхождения.

5.24. Результаты расчетов по оценке безопасности должны быть представлены в соответствии с требованиями регулирующего органа на этот счет. В обосновании безопасности должны быть описаны соответствующие регулирующие требования и разъяснен подход, который был использован для выполнения этих требований. В некоторых государствах необходимо объединить результаты оценки безопасности по разным сценариям и оценить риск. Допускается представление и рассмотрение результатов расчетов по оценке безопасности для сценариев вмешательства человека отдельно от результатов оценки безопасности для других сценариев функционирования, при которых объект не был потревожен.

5.25. Сравнение результатов оценки безопасности с критериями дозы или риска, установленными в регулирующих требованиях, может потребоваться на перспективу в несколько тысяч лет, и оно может быть распространено на временные интервалы, выходящие за эти пределы, например для оценки пиковой дозы. Вместе с тем признается, что для очень больших отрезков времени (т.е. более нескольких десятков тысяч лет) неопределенность относительно будущих условий настолько высока, что может быть достаточно упрощенных расчетов и сравнений.



5.26. Новые версии обоснования безопасности, которые подготавливаются параллельно с созданием, эксплуатацией и закрытием пункта захоронения, должны включать в себя планы по обращению с отходами, устройству пункта, закрытию пункта и ведомственному контролю. Например, в планах закрытия пункта должны описываться операции по закрытию и указываться сроки их проведения, а также демонстрироваться их реалистичность. Планы закрытия должны актуализироваться и уточняться по мере получения информации в ходе характеристики площадки, оптимизации проекта, строительства и эксплуатации пункта захоронения. В разрешении на начало работ по размещению отходов должны быть учтены предварительные планы закрытия, хотя эти планы могут меняться по мере проведения работ.

5.27. По мере создания и эксплуатации пункта приповерхностного захоронения обоснование безопасности и вспомогательные оценки безопасности должны становиться все более подробными и полными. Поэтапная подготовка обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности показана в таблице 1.

**ТАБЛИЦА 1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ**

Этап жизненного цикла пункта	Характеристики обоснований безопасности	Основа для оценки безопасности
Первоначальное исследование площадки и предварительное проектирование пункта	Набросок обоснования эксплуатационной безопасности	Данные первоначальных исследований площадки
	Предварительное обоснование безопасности после закрытия исходя из общего объема отходов	Предварительное проектирование и планы закрытия
	Одна или несколько предварительных концепций захоронения	Общий объем отходов, сборники данных о поведении материалов
		Данные и наблюдения по аналогичным системам, площадкам и процессам

ТАБЛИЦА 1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ (продолжение)

Этап жизненного цикла пункта	Характеристики обоснований безопасности	Основа для оценки безопасности
Характеризация площадки	Промежуточные обоснования эксплуатационной безопасности и безопасности после закрытия — достаточно подробные для того, чтобы лечь в основу решения о начале строительства	<p>Подробные данные исследования площадки, полученные в результате поверхностных и подземных исследований</p> <p>Подробные планы проектирования и строительства пункта</p> <p>Общий объем отходов, данные о поведении материалов на конкретной площадке</p> <p>Планы эксплуатации</p> <p>Планы закрытия</p>
Строительство	Заключительное обоснование эксплуатационной безопасности и актуализированное обоснование безопасности после закрытия — достаточно подробные для того, чтобы лечь в основу решения об установлении эксплуатационных пределов и условий и начале эксплуатации	<p>Данные о площадке, полученные в ходе подготовки к строительству</p> <p>Общий объем отходов, любое пробное размещение отходов, подтвержденный проект</p> <p>Планы закрытия, которые будут тестироваться во время эксплуатации</p> <p>Подробные планы эксплуатации</p>

ТАБЛИЦА 1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ (продолжение)

Этап жизненного цикла пункта	Характеристики обоснований безопасности	Основа для оценки безопасности
Эксплуатация	<p>Периодическая актуализация обоснования безопасности как основы для определения приемлемости отходов и текущей деятельности на пункте (такая актуализация должна проводиться в соответствии с национальными регулирующими требованиями или более регулярно для облегчения управления пунктом)</p> <p>Актуализация обоснования эксплуатационной безопасности, проводимая по мере необходимости с использованием опыта и данных о вводе в эксплуатацию, эксплуатации и модификации пункта, данных об общем объеме отходов или эксплуатационных регламентах</p>	<p>Данные о принятых отходах, о будущем объеме отходов, об объекте на момент сооружения, данные характеристики и мониторинга площадки, данные, полученные благодаря углублению знаний о характеристиках, событиях и процессах и сценариях, рассматриваемых в оценках безопасности, и данные уточненных планов освоения площадки, закрытия и ведомственного контроля</p>
После закрытия	<p>Дополнительные обоснования безопасности после закрытия для обеспечения постоянной уверенности в том, что поведение системы соответствует прогнозам</p>	<p>Актуализированные оценки безопасности после закрытия для учета данных мониторинга и всех новых научных данных, относящихся к обоснованию безопасности</p>
Прекращение действия лицензии	<p>Предоставление гарантии того, что объект и площадка могут быть освобождены от активного ведомственного контроля, с целью обосновать прекращение действия лицензии</p>	<p>Актуализация оценки безопасности после закрытия с учетом состояния знаний по всем аспектам обоснования безопасности</p>

## ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ

### **Требование 14 SSR-5 [4]. Документирование обоснования безопасности и оценки безопасности**

**«Обоснование безопасности и вспомогательная оценка безопасности установки для захоронения должны документироваться на уровне детализации и качества, достаточном для информирования и поддержки решения, которое будет приниматься на каждом этапе, а также для проведения независимого рассмотрения обоснования безопасности и вспомогательной оценки безопасности».**

5.28. Следует учитывать потребности различных заинтересованных сторон в информации, а это может потребовать подготовки документов по обоснованию безопасности с различной степенью детальности и в разных стилях.

5.29. Большинство современных обоснований безопасности включают в себя документацию нескольких уровней сложности (образуя иерархию документов), причем документ высокого уровня, представляющий собой обзор обоснования безопасности, составляется относительно простым (по возможности нетехническим) языком, понятным для неспециалистов в правительстве и представителей общественности. В таких обзорных документах высокого уровня должны содержаться основные выводы из обоснования безопасности (например, что функционирование пункта захоронения безопасно и будет таковым и впредь и что пункт захоронения останется безопасным и будет источником лишь допустимо низких доз и рисков в будущем).

5.30. Затем этот обзорный документ высокого уровня должен быть подкреплён детализированными отчетами более низких уровней, насколько это необходимо и целесообразно для пункта захоронения и этапа принятия решения, о котором идет речь. В отчетах, стоящих на один уровень ниже обзорного документа высокого уровня, должны быть зафиксированы

основные компоненты обоснования безопасности, показанные на рис. 3 и 4<sup>3</sup>, а также результаты независимой экспертизы обоснования безопасности и выполненной работы по оценке безопасности.

5.31. Следует предоставить более подробные вспомогательные отчеты, в которых будут описываться различные исследования и работы, такие как исследования по инженерному проектированию, работы по гидрологическому и геохимическому моделированию, отчеты о разработке программного обеспечения и исследования по проверке моделей, исследования по проблеме деградации отходов и инженерных барьеров, исследования возможных схем корректирующих действий и экспертные исследования. Эти документы, в свою очередь, должны быть подкреплены отчетами лабораторных и натурных исследований, фиксирующими результаты измерений, которые в конечном итоге обосновывают значения параметров, используемые в оценке безопасности, вместе с научной литературой, цитируемой в обосновании безопасности.

5.32. Диапазон и объем необходимой документации по обоснованию безопасности должен зависеть от уровня опасности, которую представляют отходы, стадии, достигнутой в создании пункта и в деятельности по захоронению, а также от местных и национальных норм и обстоятельств. Однако независимо от того, насколько обширной должна быть документация по обоснованию безопасности, приводимые в ней аргументы, рассуждения и подтверждающие доказательства должны быть убедительными, прозрачными и поддаваться прослеживанию. Документация должна облегчать понимание используемых моделей, данных и предположений, а также подкрепляющих их аргументов качественного характера. Результаты оценки безопасности должны быть представлены таким образом, чтобы показать, как функционируют отдельные компоненты системы и система в целом. Демонстрация ожидаемого поведения ключевых компонентов

---

<sup>3</sup> Примеры: система менеджмента, включая меры по обеспечению качества; описание системы, включая данные об общем объеме отходов, конструкции и проектировании пункта, вмещающей породе и окружающей геологической среде, а также о поверхностной среде; оценка безопасности, включая сценарии, модели, предположения, данные и параметры, пути облучения и облученные и потенциально облученные группы, которые приняты во внимание, а также выполненные расчеты и их результаты; связь между результатами оценки и соответствующими ограничениями, мерами контроля и условиями регулирующего органа; комплексные выводы, относящиеся к общей безопасности пункта захоронения и управлению им.

пункта повышает уверенность в работоспособности системы в целом. Она также помогает выявить слабые места в конструкции компонентов, чтобы их конструкция могла раз за разом совершенствоваться.

5.33. Важными моментами при документировании обоснования безопасности являются обоснование решений, прослеживаемость аргументации и ясность информации. Для обоснования и обеспечения прослеживаемости необходим надлежащий учет решений и предположений, принимаемых при создании и эксплуатации пункта захоронения, а также моделей и данных, используемых при получении конкретного набора результатов для оценок безопасности. Обоснование, прослеживаемость и ясность обеспечат прозрачность, которая особенно важна, если документы будут передаваться на рассмотрение экспертов или иных лиц, не принимающих непосредственного участия в создании, эксплуатации или регулировании пункта захоронения. Ключевые аргументы, решения и предположения должны быть изложены в документах высокого уровня, а не только в очень подробных технических документах, рассчитанных на узкий круг специалистов.

## АДЕКВАТНОЕ ПОНИМАНИЕ И УВЕРЕННОСТЬ В БЕЗОПАСНОСТИ ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ

### **Требование 6 SSR-5 [4]. Понимание установки для захоронения и уверенность в безопасности**

**«Оператор установки для захоронения должен выработать надлежащее понимание особенностей установки и окружающей ее среды, а также факторов, которые влияют на ее безопасность после закрытия в соответствующие длительные периоды времени, таким образом, чтобы мог быть достигнут достаточный уровень уверенности в безопасности».**

5.34. Как указывалось выше, оператор должен ввести в действие текущую программу оценки безопасности пункта захоронения. Целью оценки безопасности должна быть не только оценка характеристик и радиологического воздействия системы захоронения, но и выяснение того, как система захоронения (пункт и окружающая его среда) может вести себя и в каком направлении эволюционировать. Вышеописанный процесс оценки безопасности, который включает в себя определение характеристик, событий и процессов, а также разработку и моделирование

соответствующих сценариев, должен использоваться для получения представления о том, как функционирует система. При помощи методичного анализа неопределенностей должен быть определен диапазон возможных типов поведения. В ходе разработки обоснования безопасности и оценки безопасности следует уделить внимание проведению более подробных исследований по моделированию отдельных частей системы захоронения и отдельных событий и процессов, чтобы уяснить детали, касающиеся, например, поверхностной среды, деградации отходов и барьеров, а также миграции радионуклидов. Для более глубокого понимания процессов, которые могут быть важны для системы захоронения, и получения сведений, относящихся к более длительным временным интервалам, чем те, которые могут быть оценены путем экспериментов, может использоваться информация о природных аналогах. Необходимо провести исследования чувствительности, чтобы определить факторы, значимые с точки зрения безопасности.

5.35. Оператор должен выработать логичную и разумную стратегию развития знаний о системе захоронения и выполнения оценки безопасности в ходе программы создания, эксплуатации и закрытия пункта. То, что можно назвать адекватным пониманием компонентов системы захоронения, будет зависеть от роли, которую эти компоненты призваны сыграть в выполнении своих функций безопасности.

5.36. Понимание того, как функционирует система захоронения и каким образом она зависит от характеристик, событий и процессов, как внутренних, так и внешних по отношению к пункту захоронения, будет улучшаться по мере накопления данных и развития научных знаний. В пункте 3.30 SSR-5 [4] говорится следующее:

«В начале разработки концепции следует предусматривать, чтобы эти полученные данные и достигнутый уровень понимания обеспечивали достаточную уверенность для выделения ресурсов с целью проведения дальнейших исследований. До начала строительства, во время размещения отходов и при закрытии установки уровень понимания должен быть достаточным для поддержки обоснования безопасности с целью выполнения регулирующих требований, применимых к конкретному этапу осуществления проекта».

5.37. Оператор должен открыто признать те неопределенности, которые существуют на каждом этапе создания, эксплуатации и закрытия системы захоронения, и разработать и взять на вооружение подход к

устранению неопределенностей, гарантирующий, что объект будет создан и будет управляться таким образом, чтобы обеспечить эксплуатационную безопасность и безопасность после закрытия. Существование неопределенностей само по себе не является причиной для отказа от перехода к следующему этапу создания и эксплуатации пункта.

5.38. По мере выполнения программы захоронения необходимо актуализировать обоснование безопасности с учетом новых данных и уроков, извлекаемых из опыта эксплуатации. Уверенность в безопасности должна демонстрироваться, например, путем подтверждения того, что оценка безопасности является максимально полной и основывается на заслуживающих доверия научных и инженерных наработках и данных, путем демонстрации того, что система захоронения надежна (т.е. что ее работа не слишком подвержена влиянию негативных событий и процессов), путем предоставления доказательств уместности и эффективности мер контроля, таких как критерии приемлемости отходов, и путем предоставления информации, демонстрирующей целесообразность и эффективность инженерных элементов пункта захоронения.

## **6. ЭЛЕМЕНТЫ ПОЭТАПНОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ПУНКТА ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ**

### **ПОЭТАПНАЯ РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА**

**Требование 11 SSR-5 [4]. Поэтапная разработка и оценка установок для захоронения**

**«Установки для захоронения радиоактивных отходов должны разрабатываться, эксплуатироваться и закрываться поэтапно. Каждый из этих этапов должен поддерживаться, при необходимости, итеративными оценками площадки, вариантов конструкции, строительства, эксплуатации и управления, а также функционирования и безопасности системы захоронения».**



6.1. Создание, эксплуатация и закрытие пункта приповерхностного захоронения могут растянуться на многие годы или десятилетия. Требование оценки безопасности в моменты принятия ключевых решений в этом процессе, перед выделением дополнительных ресурсов, диктует необходимость разделения программы на ряд этапов. Хотя в создании, эксплуатации и закрытии пункта захоронения может быть выделено множество этапов, наиболее важные из них совпадают с моментами принятия регулируемыми или государственными органами решений по утверждению строительства пункта приповерхностного захоронения (строительство), утверждению приема и размещения отходов (эксплуатация), утверждению закрытия пункта (закрытие), а также решения о прекращении активного ведомственного контроля. На каждом из этих этапов необходимо актуализировать обоснование безопасности [4]. Экспертиза и актуализация должна также проводиться на других этапах программы по другим причинам (например, для обоснования стратегических решений, принимаемых оператором в ходе реализации программы). Такой подход открывает множество возможностей для оценки качества технической программы и обоснования безопасности, подкрепляющего процесс принятия решений, и тем самым способствует повышению доверия к ним. Уверенность в безопасности пункта приповерхностного захоронения и осуществимости проекта его создания повышается в ходе этого поэтапного процесса и благодаря исследованиям вопросов безопасности, которые становятся все более основательными по мере реализации проекта. На рис. 1 показана хронология создания пункта захоронения с указанием моментов принятия решений и этапов деятельности.

6.2. Для каждого этапа этого процесса оператор должен определить, какое решение должно быть принято и какая информация необходима для принятия данного решения. Оператор должен также установить круг соответствующих заинтересованных сторон и определить, когда и как подключать их к процессу принятия решений. Благодаря своевременному подключению регулирующего органа и других соответствующих заинтересованных сторон повышается качество принятия решений и обеспечивается ясность в руководстве осуществлением проекта.

6.3. Поэтапный подход также открывает возможности для проведения независимой технической экспертизы, проведения экспертизы регулирующим органом и для участия политических и общественных кругов в данном процессе. Характер этих экспертиз и степень вовлеченности будут зависеть от национальной практики и конкретного объекта, но подключение регулирующего органа должно происходить на ранней стадии

процесса создания объекта. Предметом технических экспертиз, проводимых оператором и регулирующим органом или по их поручению, должны быть альтернативные варианты выбора площадки и проектирования, адекватность научной базы и проведенного анализа и вопрос о том, были ли соблюдены нормы и требования безопасности. Альтернативные варианты обращения с отходами, процесс выбора площадки и прочие аспекты социальной приемлемости, например, должны быть предметом более общей экспертизы. На всех этапах жизненного цикла пункта захоронения должны также проводиться периодические экспертизы безопасности. При помощи этих экспертиз должна проверяться сохраняющаяся адекватность обоснования безопасности в свете улучшения знаний о системе захоронения, развития технологии и регулирующей основы, а также опыта эксплуатации данного пункта и сопоставимых объектов в других местах.

6.4. На протяжении ряда этапов создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения должны осуществляться ключевые вспомогательные программы (например, характеристика площадки, проектные работы, мониторинг окружающей среды, оценка безопасности и учет). По мере появления и нарастания объема информации в ходе подготовки обоснований безопасности, проектирования и характеристики площадки информация, генерируемая этими ключевыми программами, должна передаваться другим компонентам проекта захоронения (например, обоснование безопасности должно давать программам характеристики площадки и проектирования информацию о значимости тех или иных неопределенностей; мониторинг показателей функционирования должен использоваться для подтверждения предположений, сделанных в обосновании безопасности). Данный поэтапный процесс — это многократно повторяющийся процесс, который должен максимально повысить ценность информации по мере ее эволюции на протяжении ряда этапов.

6.5. Должны быть введены дополнительные этапы, которые облегчат управление проектом в ходе проектирования и ввода в эксплуатацию пункта, приема отходов, эксплуатации и деятельности после закрытия и которые должны стать дополнительными контрольными точками для экспертизы обоснования безопасности или вспомогательных оценок безопасности.

## ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ПЛОЩАДКИ

### **Требование 15 SSR-5 [4]. Определение характеристик площадки для установки для захоронения**

**«Характеристики площадки для установки для захоронения должны быть определены на уровне детализации, достаточном для поддержки общего понимания как характеристик площадки, так и результатов ее эволюции со временем. Это должно включать описание ее современного состояния, ее вероятной естественной эволюции, возможных природных явлений, а также планов и действий человека на близлежащей территории, которые могут оказать воздействие на безопасность установки в течение периода, представляющего интерес. Это должно также включать конкретное понимание воздействия на безопасность характеристик, событий и процессов, связанных с площадкой и установкой».**

6.6. В процессе выбора площадки для пункта захоронения радиоактивных отходов следует выделить четыре этапа (см. рис. 5):

- 1) этап разработки концепции и планирования;
- 2) этап обследования территории;
- 3) этап исследования площадок;
- 4) этап детальной характеристики площадки, ведущий к подтверждению пригодности площадки для строительства пункта захоронения.

Дополнительную информацию о первых трех этапах см. в приложении I, которое следует рассматривать вместе с данным разделом. Исследование площадок должно пройти путь от общих изысканий на ранней стадии обследования территории до программы все более детальной характеристики площадок-кандидатов по мере их определения, решения конкретных задач и прояснения неясных моментов. Детальная характеристика площадки должна выполняться для подтверждения пригодности площадки для строительства пункта захоронения и может продолжаться на этапах строительства и эксплуатации.

6.7. На этапе процесса выбора площадки, посвященном разработке концепции и планированию, следует принять во внимание основные параметры, ограничивающие выбор возможных вариантов для пункта захоронения. Оператор должен рассмотреть такие вопросы, как типы

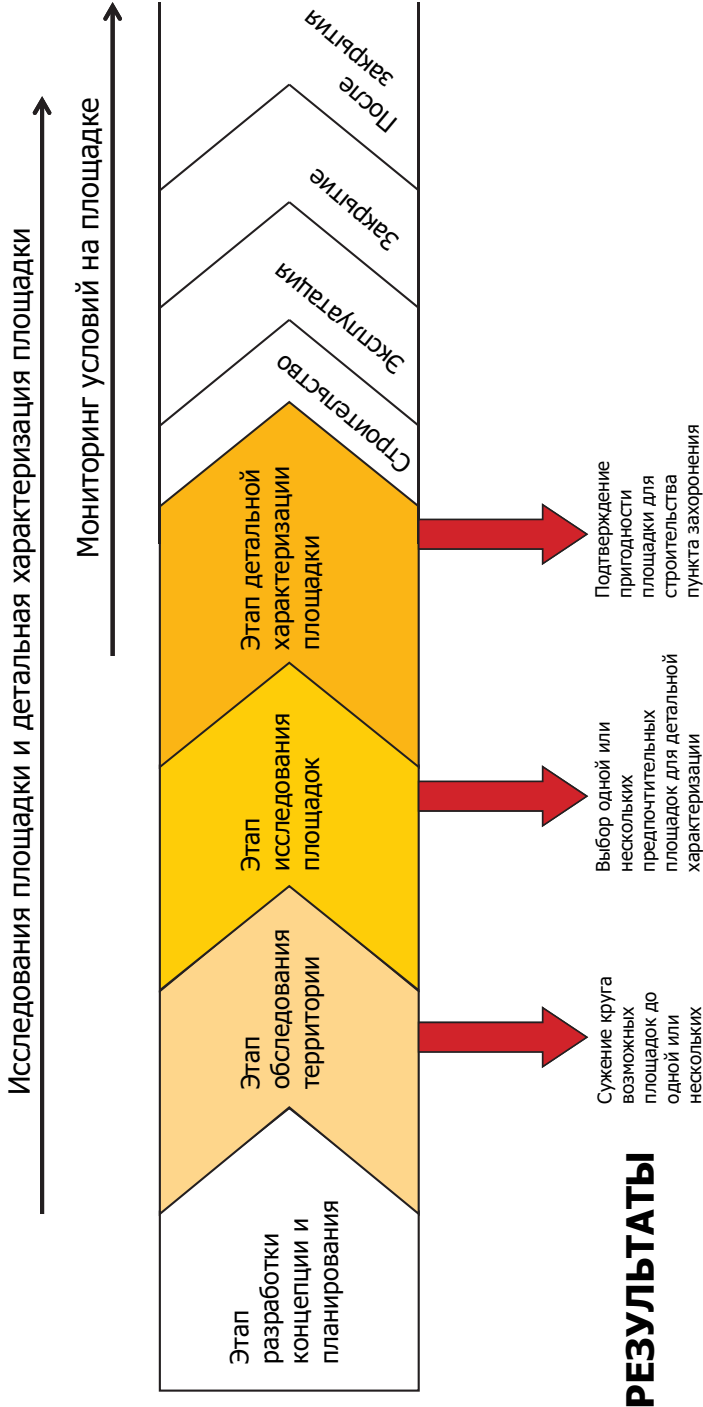


Рис. 5. Этапы процесса выбора площадки.

отходов, подлежащих захоронению, прогнозируемые объемы отходов, базовые требования к площадке, а также конкретные критерии, по которым площадка будет исключена из рассмотрения. Эта информация поможет оператору выработать общую концепцию пункта. Работа, выполненная на этом этапе, должна лечь в основу следующего этапа: этапа обследования территории.

6.8. На этапе обследования территории желательные характеристики и возможные ограничения, выявленные на концептуальном этапе, должны быть использованы для того, чтобы сфокусировать внимание на одной или нескольких потенциальных площадках в интересующем районе. Оператор должен сузить границы интересующего его района, сосредоточившись на местах с соответствующими свойствами и характеристиками, которые могли бы подойти для реализации общего концептуального проекта пункта. Этот шаг должен привести к исключению неподходящих площадок и определению потенциально приемлемых мест. Далее потенциальная(ые) площадка(и) должна(ы) быть охарактеризована(ы) с соответствующим уровнем детальности для того, чтобы получить необходимую информацию, подтверждающую, что пункт захоронения может соответствовать требованиям безопасности при захоронении предполагаемого типа отходов.

6.9. Важной частью характеристики площадки является уяснение того, как данная площадка будет вести себя в долгосрочной перспективе. Характеризация площадки должна дать информацию о том, какое влияние на удержание и изоляцию радионуклидов окажет природная среда. Хотя во время эксплуатации воздействие многих процессов может быть смягчено, в период после закрытия основной акцент будет делаться именно на пассивных средствах контроля. В этой связи должны быть хорошо изучены потенциальные последствия эрозии, наводнений, сейсмичности и других разрушительных процессов.

6.10. Характеризация площадки — это деятельность, осуществляемая с целью изучения природных особенностей, событий и процессов на площадке (в настоящее время, в прошлом и потенциально в будущем) и описания их масштаба и изменчивости в пространстве и времени. Характеризация площадки должна привести к составлению полного описания площадки, достаточного для разработки обоснования безопасности и вспомогательных оценок. Для пунктов приповерхностного захоронения это описание должно включать информацию о населении и землепользовании в близлежащем районе. Для правильного определения объема и направленности мероприятий по характеристике площадки,

которые должны быть выполнены, должны быть установлены условия, в которых проводится характеристика площадки, и выработано ясное понимание целей. Мероприятия по характеристике площадки должны включать в себя сбор данных (т.е. разного рода измерения, отбор проб и мониторинг) и интерпретацию этих данных для получения информации и знаний.

6.11. В конечном итоге уяснение того, как функционирует система захоронения, на основе информации, полученной в результате характеристики площадки, должно иметь своим результатом достоверное научное описание природных систем на площадке и демонстрацию понимания значимых для безопасности характеристик, событий и процессов (геологических, гидрологических, геохимических, метеорологических и т.д.). Такое понимание необходимо для сохранения доверия к технической основе оценок безопасности.

6.12. Для получения данных по конкретной площадке, необходимых для технического обоснования оценок безопасности долгосрочного удержания и изоляции отходов в пределах пункта захоронения, должна быть выполнена детальная программа характеристики площадки. Должны быть получены количественные данные такого уровня детальности, который соответствует их конечному назначению (с точки зрения требуемой степени погрешности и точности данных и их репрезентативности в условиях пространственной изменчивости). В приложении II содержатся указания по типам информации, которые должна давать программа исследования и характеристики площадки. Однако этот перечень не претендует на полноту, и специфика конкретной площадки будет диктовать, какая информация и какого уровня детальности требуется, в частности, в отношении ее способности к удержанию и изоляции.

6.13. На предпочтительной(ых) площадке(ах) должны быть проведены детальные исследования вплоть до этапа подтверждения пригодности площадки в целях достаточно подробного определения характеристик вмещающей среды:

- a) для обоснования или подтверждения роли площадки и ее окружения в реализации принятой стратегии безопасности;
- b) для обоснования или подтверждения выбора предпочтительной(ых) площадки(ок);
- c) для получения дополнительной информации по конкретной площадке, необходимой для технического проектирования пункта;

- d) для получения дополнительной информации по конкретной площадке для оценки безопасности.

6.14. Цели каждого этапа программы характеристики площадки с точки зрения того, какая информация требуется, зачем она нужна и как она будет предоставляться, должны быть определены на ранней стадии процесса создания пункта. Следует предусмотреть описание того, каким образом информация, собранная в рамках программы, будет использоваться для обоснования будущих оценок и связанных с ними решений. В то же время следует признать, что детальные цели и методы сбора и интерпретации данных могут потребовать корректировки с учетом развития знаний или изменения приоритетов, определенных в ходе моделирования для оценки безопасности.

6.15. Помимо описания текущих характеристик площадки, программа характеристики площадки должна предусматривать сбор и интерпретацию информации относительно эволюции площадки в прошлом. Такая информация должна быть использована как подспорье при определении сценариев будущей естественной эволюции площадки и для оценки значимости характеристик, событий и процессов, способных повлиять на функционирование системы захоронения, включая взаимодействие между природными и инженерными компонентами. Вместе с тем в сценариях будущей эволюции должны также учитываться ожидаемые различия между будущим и прошлым, например потенциальные последствия деятельности человека в настоящее время и в обозримом будущем. Временные интервалы для рассмотрения прошлой эволюции площадки должны быть как минимум сопоставимы с будущими временными интервалами, представляющими интерес для оценки безопасности.

6.16. В программе характеристики площадки должны быть определены условия на площадке, которые будут контролироваться до строительства и на этапах строительства и эксплуатации, и установлен требуемый уровень детальности измерений (например, погрешность и точность) для надлежащей фиксации базовых параметров исходных условий на площадке. Эти базовые параметры природной системы будут служить эталоном, с которым можно будет сравнивать результаты будущего мониторинга площадки для выявления всех изменений, вызванных строительством и эксплуатацией пункта.

6.17. Программа характеризации площадки должна проводиться в рамках соответствующей системы менеджмента (см. пункты 7.20–7.33) в целях обеспечения качества данных и возможности долгосрочного пользования ими, а также их доступности. Система менеджмента должна учитывать тот факт, что данные характеризации площадки включают в себя пространственно распределенную информацию и данные временных рядов и что такая информация необходима для нужд, связанных с установлением базовых параметров для будущего мониторинга.

6.18. В ходе исследований площадки будет достигнут этап, когда ценность любых новых данных, получаемых в процессе сбора, уже не окажет существенного влияния на безопасность и, в частности, на оценки безопасности. Решение о том, что характеризация площадки завершена, должно основываться на уверенности в том, что цели программы характеризации площадки достигнуты с точки зрения значений параметров и количества и качества данных, необходимых для обоснования оценки безопасности и проектирования пункта либо для обеспечения дополнительной уверенности в понимании систем и процессов. Например, исследования чувствительности могут показать, что основными неопределенностями в данных можно пренебречь, что расчетные дозы и риски отвечают соответствующим критериям и что никакой дополнительный сбор данных уже не повысит уровень доверия к обоснованию безопасности. До этого времени работы по характеризации следует продолжать, в том числе на этапах строительства и эксплуатации, чтобы получить дополнительные данные и, при необходимости, еще больше уменьшить остаточные неопределенности в обосновании безопасности.

## КОНСТРУКЦИЯ

### **Требование 16 SSR-5 [4]. Конструкция установки для захоронения**

**«Установка для захоронения и ее инженерно-технические барьеры должны проектироваться таким образом, чтобы они удерживали отходы и сводили к минимуму связанные с ними риски, были физически и химически совместимыми с вмещающей геологической формацией и/или окружающей средой на поверхности и обеспечивали такие характеристики безопасности после закрытия, которые дополняют характеристики вмещающей**



**среды. Проектирование установки и ее инженерно-технических барьеров должно осуществляться в целях обеспечения безопасности в течение эксплуатационного периода».**

6.19. Предполагается, что пункты приповерхностного захоронения будут функционировать в течение намного более длительных интервалов времени, чем периоды, обычно рассматриваемые в инженерной практике. Для повышения доверия к оценке долгосрочного функционирования пункта должно быть проведено исследование того, как аналогичные материалы ведут себя в природной среде или как древние артефакты и созданные человеком сооружения ведут себя во времени. Следует также подготовить техническое обоснование, подтверждающее долговечность материалов, с помощью испытаний, которые подходят для данной области применения материала. Должна быть продемонстрирована техническая возможность изготовления упаковок для отходов и сооружения инженерных компонентов, а также их характеристики для оценки того, может ли быть достигнут адекватный уровень функционирования, и обеспечения уверенности в этом. Должна быть также продемонстрирована техническая возможность строительства пунктов захоронения новой, ранее не применявшейся конструкции. Следует предоставить информацию об аналогичных конструкциях и использовании аналогичных материалов в других проектах захоронения для повышения доверия к обоснованию безопасности и вспомогательной оценке безопасности.

6.20. Проект пункта должен обеспечивать безопасность как в период эксплуатации, так и после закрытия. В нем также должны учитываться требования, связанные с мониторингом, обеспечением физической безопасности, параллельной деятельностью (экскавацией и размещением отходов), а также, если потребуется, с возможностью извлечения отходов и выполнения обратных действий. Мероприятия по закрытию пункта и меры ведомственного контроля должны быть приняты во внимание на ранней стадии проектирования пункта. Проект пункта должен быть достаточно подробным и точным для того, чтобы влияние проектных требований могло быть надлежащим образом взвешено при оценке эксплуатационной безопасности и безопасности после закрытия. По мере того, как проект пункта дополняется и становится все более детальным на этапах создания, эксплуатации и закрытия пункта, оценки безопасности должны актуализироваться для оценки влияния изменений в проекте на соблюдение критериев регулирования.

6.21. При проектировании пункта следует учитывать отходы, которые будут захоронены на площадке. Типы и объемы отходов, для которых создается пункт, должны быть определены на ранней стадии процесса его создания. До начала этапа разработки концепции и планирования в национальной политике и стратегии обращения с отходами должны быть установлены типы отходов (например, НАО и ОНАО в результате эксплуатации и/или вывода из эксплуатации атомных электростанций; радиоактивные отходы, образующиеся в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и образовании), объемы и характеристики отходов и радиоактивное содержимое отходов, которые планируется захоронить на данном пункте. В ходе проектирования пункта информация об отходах должна использоваться как подспорье в определении концепции и фактического проекта.

6.22. Первоначальный проект пункта должен быть использован для подтверждения пригодности площадки-кандидата для размещения пункта захоронения. Конструкция пункта, физические характеристики площадки и характеристики отходов или радиоактивного содержимого взаимозависимы, и их следует использовать таким образом, чтобы можно было разработать набор независимых и взаимодополняющих функций безопасности для достижения желаемой эффективности системы захоронения. Первоначальный проект пункта должен быть использован для демонстрации того, что площадка в сочетании с конструкцией пункта и характеристиками отходов обеспечит адекватное удержание и изоляцию радионуклидов в течение необходимого времени. Первоначальный проект подлежит официальному утверждению в рамках процесса лицензирования.

6.23. Проект пункта и качество его строительства должны быть также совместимы с предполагаемой длительностью ведомственного контроля и с потребностями в период после закрытия. Потребность в техническом обслуживании и ремонте доступных элементов пункта захоронения (таких как верхнее перекрытие) в период ведомственного контроля должна быть сведена к минимуму с учетом намерения использовать, насколько это практически возможно, пассивные средства контроля и не создавать чрезмерной нагрузки для будущих поколений.

6.24. В проекте пункта должна быть учтена предполагаемая эксплуатационная деятельность и практика радиационной защиты (т.е. контроль доступа и зонирование), которая должна быть определена исходя из предполагаемых условий радиационного облучения и потенциала загрязнения. Как отмечается в разделе 4, проектирование пункта для

обеспечения эксплуатационной безопасности может предполагать использование как активных, так и пассивных систем и должно опираться на передовые наработки и методы, применяемые в радиационной защите и промышленности.

6.25. Средства радиационного мониторинга во время эксплуатации должны разрабатываться с учетом ожидаемых при эксплуатации событий, инцидентов и постулируемых аварий. Следует разработать программу мониторинга, включая установку устройств мониторинга, исходя из вероятных мест расположения объектов облучения и с учетом реалистичных путей облучения. Пути облучения персонала и населения могут быть неодинаковыми, и различия в путях облучения должны найти отражение в типах и местах расположения станций радиационного мониторинга. Должны быть оборудованы надлежащие станции мониторинга для измерения уровней внешнего излучения, загрязнения воздуха и загрязнения воды (подземных и поверхностных вод, в зависимости от ситуации). Программой должны быть предусмотрены точки измерения в контролируемых и неконтролируемых зонах на площадке и за ее пределами с целью учесть пути облучения населения.

6.26. Процессом проектирования пункта должна управлять соответствующая система менеджмента, которая также обеспечивает контроль изменений конфигурации (см. пункты 7.20–7.33). Должны быть охарактеризованы проектные свойства инженерных барьеров, обеспечивающих эксплуатационную безопасность и безопасность после закрытия, для того чтобы система менеджмента применяла меры контроля, соразмерные значимости таких барьеров для безопасности.

6.27. Хотя захоронением называют размещение отходов на соответствующем объекте без намерения их извлекать, некоторые национальные системы все же могут требовать, чтобы в любой период времени до закрытия имелась возможность их извлечения (конструкция, допускающая безопасное удаление отходов). Если возможность извлечения отходов является требованием проекта, ее необходимо предусмотреть в концептуальном проекте и в последующем процессе проектирования, чтобы не поставить под угрозу безопасность пункта после закрытия. Как и при выполнении любого другого проектного требования, следует взять на вооружение оптимизированный подход, соответствующий принципам проекта. Хотя возможность извлечения может быть предусмотрена на всех этапах создания, эксплуатации и закрытия пункта, извлекаемость после закрытия должна допускаться только в порядке исключения.

6.28. Для обеспечения безопасности в период после закрытия конструкция пункта должна отвечать принципам надежности, простоты, технической осуществимости и пассивного функционирования барьеров. Пункт захоронения должен быть спроектирован и эксплуатироваться таким образом, чтобы обеспечить долгосрочную стабильность площадки для захоронения и устранить, насколько это возможно, необходимость активного текущего обслуживания площадки после закрытия. При проектировании пункта следует учитывать особенности, изначально присущие вмещающей его среде (включая потенциал эрозии, наводнений, сейсмической активности и других разрушительных явлений). Однако относительное значение этих процессов для разных площадок будет неодинаковым, и при проектировании пункта следует сосредоточить внимание на тех процессах, которые создают наибольшие трудности с точки зрения достижения целей эффективного функционирования и соблюдения регулирующих требований.

## ПРИЕМЛЕМОСТЬ ОТХОДОВ

### **Требование 20 SSR-5 [4]. Приемлемость отходов на установке для захоронения**

**«Упаковки отходов и неупакованные отходы, принимаемые для размещения на установке для захоронения, должны соответствовать критериям, которые полностью согласуются с обоснованием безопасности установки для захоронения во время эксплуатации и после закрытия, а также разработаны на его основе».**

6.29. Типы отходов, которые будут захоронены в любом пункте захоронения радиоактивных отходов, будут главным фактором, определяющим потенциальную опасность, которую этот пункт и его эксплуатация могут представлять для работников и населения. Следовательно, при проектировании пункта и оценке безопасности должны быть учтены характеристики отходов, подлежащих захоронению — как уровни их активности, так и другие характеристики. Когда отходы размещаются на пункте захоронения, оператор должен при помощи процедуры определения приемлемости отходов убедиться в том, что упаковки отходов и в соответствующих случаях неупакованные отходы отвечают критериям приемлемости отходов для данного пункта. Процедура определения приемлемости отходов должна обеспечивать, чтобы:

- пункт захоронения безопасно эксплуатировался (например, благодаря безопасному обращению с упаковками отходов как в нормальных условиях эксплуатации, так и при ожидаемых при эксплуатации событиях);
- форма отходов и упаковка отходов выполняли заданные функции безопасности на этапе эксплуатации и, если применимо, на этапе после закрытия;
- отходы, размещенные на пункте, соответствовали всем ограничениям по концентрации и/или общей активности радионуклидов;
- характеристики отходов не оказывали негативного влияния на другие компоненты системы до такой степени, чтобы это привело к отказу или значительному снижению эффективности функций безопасности.

6.30. Целью характеристики отходов, предназначенных для приповерхностного захоронения, должно быть получение достаточной информации для соблюдения критериев приемлемости отходов. Должны быть приняты меры с целью удостовериться в том, что отходы и упаковки отходов, принятые для захоронения, соответствуют этим критериям, а если они не соответствуют, то для обеспечения того, чтобы производителем отходов или оператором пункта захоронения были приняты корректирующие меры. Мероприятия по характеристике отходов должны проводиться на ранних стадиях процесса обращения с отходами (т.е. на стадии образования и переработки отходов). Меры контроля качества упаковок отходов должны основываться на учетных документах процесса обработки отходов, испытаниях перед кондиционированием (например, контейнеров) и контроле процесса кондиционирования. Испытания после кондиционирования и необходимость принятия корректирующих мер должны быть по возможности ограничены.

6.31. В процедуре определения приемлемости отходов, установленной оператором, должны учитываться стадии образования и переработки отходов. Если это предусмотрено кругом национальных обязанностей, производитель отходов, организация по обращению с отходами или оператор пункта захоронения должны установить и/или применять критерии приемлемости отходов, а также технические условия и регламенты для контроля образования отходов, их переработки и характеристики. Это должно обеспечить наличие в процессе образования отходов и обращения с ними механизмов (например, регламентов и мер контроля), гарантирующих, что критерии приемлемости отходов для захоронения могут быть и будут соблюдены. В рамках процедуры определения приемлемости отходов оператор должен проводить проверки и контроль при приеме отходов для

захоронения. Основные элементы процедуры определения приемлемости отходов должны быть представлены на одобрение регулирующему органу, например как часть обоснования безопасности при подаче заявки на получение лицензии.

6.32. При разработке критериев приемлемости отходов следует обратить особое внимание на тот факт, что приповерхностное захоронение предназначено для короткоживущих радиоактивных отходов, содержащих лишь ограниченные объемы долгоживущих радионуклидов, и что более долгоживущие отходы, как правило, требуют более высоких уровней удержания и изоляции, которые не могут быть обеспечены приповерхностным захоронением. Национальная политика обращения с радиоактивными отходами должна обеспечивать, чтобы эти ограничения на долгоживущие радионуклиды соблюдались и чтобы захоронение отходов с более высокими концентрациями долгоживущих радионуклидов происходило на пунктах, предназначенных для приема таких отходов.

6.33. Критерии приемлемости отходов должны разрабатываться оператором пункта захоронения в ходе многократно повторяющегося диалога между заинтересованными сторонами, включая производителя отходов, любые другие организации по обращению с отходами и регулирующий орган. Они должны разрабатываться как часть обоснования безопасности с учетом процессов образования отходов, схем переработки отходов, ожидаемого в результате этих процессов объема отходов для захоронения, а также эксплуатационной безопасности (включая безопасность перевозки) и долгосрочной безопасности пункта захоронения. В части, касающейся долгосрочной безопасности, в принятом подходе к разработке критериев приемлемости отходов должны учитываться как сценарии утечки радионуклидов из пункта захоронения, так и сценарии вмешательства человека и использоваться граничные дозы и риски для нормальной эволюции, а также для природных процессов, нарушающих нормальное состояние объекта, и возможного вмешательства человека.

6.34. В критериях приемлемости отходов должны быть учтены характеристики отходов, важные для безопасности в эксплуатационный период и период после закрытия, и должно указываться следующее:

- допустимые уровни активности для каждой упаковки и допустимые объемы долгоживущих радионуклидов в каждой упаковке;
- допустимая мощность дозы на поверхности и допустимое загрязнение поверхности;

- допустимый диапазон химических и физических свойств отходов и форм отходов;
- вещества или свойства, которые недопустимы в отходах для захоронения;
- допустимые размеры, масса и другие производственные спецификации каждой упаковки отходов;
- ограничения на допустимые неопределенности в отношении характеристик отходов;
- требования к сопроводительной документации.

Как указывается в пункте 2.26 публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-1, «Классификация радиоактивных отходов» [8], ограничения по уровням концентрации активности долгоживущих радионуклидов в отдельных упаковках отходов могут быть дополнены ограничениями по средним уровням концентрации активности или эксплуатационными методами, такими как размещение упаковок отходов с более высокими уровнями концентрации активности на отдельных участках пункта приповерхностного захоронения.

6.35. Свойства фактически размещенных отходов определяют меры, которые будет необходимо принять по окончании эксплуатации пункта, такие как меры по закрытию, установление планируемых или прогнозируемых сроков прекращения действия лицензии и мероприятия после закрытия, включая активный и пассивный ведомственный контроль. При закрытии пункта и введении в действие программы контроля закрытого пункта, а также при определении минимального периода времени до прекращения действия лицензии и для последующего ведомственного контроля следует учитывать различные факторы. К примерам таких факторов относится присутствие значительных количеств мобильных радионуклидов, которые могут попасть в биосферу в течение контрольного периода, возможность образования нерадиоактивных газов и общий объем долгоживущих радионуклидов.

6.36. В большинстве случаев оптимизация системы приповерхностного захоронения с точки зрения объема радиоактивных отходов должна проводиться на основе осторожного подхода, нацеленного на ограничение активности, особенно активности долгоживущих радионуклидов, которые могут быть захоронены на пункте, и при помощи надлежащей процедуры определения приемлемости отходов. Если планируются дополнительные меры оптимизации, то следует взглянуть на общую картину обращения с радиоактивными отходами, включающую разные этапы (например, дополнительное разделение отходов в месте образования отходов,

переработку отходов и возможность снижения объемов долгоживущих радионуклидов, присутствующих в конкретных потоках отходов, подлежащих захоронению на пункте приповерхностного захоронения). Оценивая такую общую картину, выигрыш в безопасности пункта приповерхностного захоронения следует сопоставить с увеличением профессионального облучения на предприятиях по обращению с отходами и экономическими факторами.

6.37. В соответствии с дифференцированным подходом и предположениями, сделанными в обосновании безопасности, следует провести моделирование и/или испытания поведения форм отходов, чтобы обеспечить физическую и химическую стабильность различных упаковок отходов и неупакованных отходов в условиях, ожидаемых на пункте захоронения, и гарантировать их адекватное поведение в случае аварий, инцидентов или аномальных условий.

6.38. Необходимо выстроить учетную документацию о приеме и захоронении отходов таким образом, чтобы в нее включалась информация о приемлемости отходов.

## СООРУЖЕНИЕ

### **Требование 17 SSR-5 [4]. Сооружение установки для захоронения**

**«Установка для захоронения должна сооружаться в соответствии с проектом, как изложено в утвержденном обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности. Она должна сооружаться таким образом, чтобы сохранялись функции безопасности вмещающей среды, важность которых для обеспечения безопасности после закрытия установки была подтверждена в обосновании безопасности. Строительные работы должны осуществляться таким образом, чтобы обеспечивалась безопасность в течение эксплуатационного периода».**

6.39. Строительство пункта должно вестись в соответствии с утвержденным проектом пункта и с учетом всех утвержденных проектных модификаций, которые могут потребоваться после начала строительства. Сооружение систем и компонентов, важных для безопасности пункта, не должно начинаться до тех пор, пока строительство пункта не будет утверждено в соответствии с требованиями регулирующего органа.



6.40. Перед началом строительства необходимо подготовить соответствующую документацию и вести ее с помощью эффективной системы документооборота. В частности, должны быть подготовлены и должны периодически актуализироваться детальные проектные и строительные чертежи, технические спецификации и технологии изготовления. Следует определить применимые коды и стандарты для всех зданий (конструкций), систем и элементов.

6.41. Должны иметься планы производства, и все спецификации материалов должны быть известны до начала строительства или производства. В таких планах должны определяться критерии, спецификации и стандарты обеспечения качества материалов. Необходимо создать адекватную систему менеджмента с соответствующими программами обеспечения качества и контроля качества, для того чтобы конструкции, системы и элементы, имеющие отношение к безопасности, проектировались, изготавливались и сооружались таким образом, чтобы надлежащим образом выполнять свою функцию безопасности. На этапе, предшествующем строительству, и на этапе активного строительства должны предприниматься шаги по проверке и контролю. Этот процесс должен гарантировать, что объект соответствует утвержденному проекту, представленному в обосновании безопасности, или фактически выполненным модификациям, которые были оценены и одобрены регулирующим органом.

6.42. Документы, представляемые регулирующему органу, должны быть подробными. Регулирующий орган должен подготовить методические указания в помощь заявителям при подготовке заявок на получение лицензии; в некоторых государствах такие указания подготавливаются в виде стандартного плана рассмотрения. Следование этим планам и руководствам повысит шансы на то, что заявки и сопроводительная документация, представленные регулирующему органу, будут соответствовать ожиданиям, и снизит вероятность того, что они будут содержать структурные недостатки или недоработки, которые могут стать причиной задержек с рассмотрением и утверждением проекта и началом строительства.

6.43. Начальный этап строительства пункта захоронения предполагает проведение ряда мероприятий, таких как подготовка площадки, строительство зданий, монтаж оборудования и строительство инженерных коммуникаций, а также сооружение связанных с ними вспомогательных систем. При строительстве пункта захоронения следует принимать меры по недопущению или ограничению таких нарушений вмещающей среды, как создание неоправданно больших котлованов или чрезмерно

нарушенных зон, а также занесения в местную среду вредных в химическом отношении веществ. Необходимо определить наилучшую практику ведения строительных работ и включить ее в соответствующие регламенты. Все строительные работы должны вестись таким образом, чтобы максимально сохранить удерживающие и изолирующие свойства, изначально присущие вмещающей среде.

6.44. Особое внимание следует уделить контролю качества работ, связанных с безопасностью (т.е. тех работ, которые должны быть указаны в обосновании безопасности и одобрены регулирующим органом), которые выполняются во время строительства, с целью гарантировать, что пункт захоронения сооружается строго по проекту, представленному в обосновании безопасности, или что фактически выполненным модификациям была дана оценка и было показано, что они не влияют на обоснование безопасности.

6.45. По окончании начального этапа строительства системы и компоненты должны пройти серию приемочных испытаний для установления того, функционируют ли они в соответствии с утвержденным проектом и отвечают ли требуемым критериям эффективности. Период ввода в эксплуатацию должен использоваться для проведения этих испытаний и оценки адекватности конструкции и эксплуатационных регламентов.

6.46. Строительные работы могут продолжаться в ходе эксплуатации пункта во время открытия и закрытия камер и траншей для захоронения отходов. В ходе эксплуатационной деятельности, включая текущее строительство и размещение отходов, должна обеспечиваться охрана здоровья работников и соблюдаться техника безопасности. При организации и выполнении всех видов деятельности должно применяться сочетание наилучших практик в области радиационной защиты, техники безопасности на производстве и строительства. Безопасность работ по строительству пункта должна опираться на современные методы обеспечения безопасности, аналогичные тем, которые применяются на действующих ядерных или промышленных объектах. В ходе эксплуатационной деятельности, осуществляемой во время строительства пункта, должны быть взяты на вооружение и применяться наилучшие методы радиационной защиты, чтобы обеспечить защиту как работников, так и населения.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### **Требование 18 SSR-5 [4]. Эксплуатация установки для захоронения**

**«Установка для захоронения должна эксплуатироваться в соответствии с условиями лицензии и соответствующими регулируемыми требованиями с целью обеспечения безопасности в течение эксплуатационного периода и таким образом, чтобы после закрытия установки сохранялись важные для безопасности функции, предусмотренные в обосновании безопасности».**

6.47. В качестве одного из условий получения разрешения на эксплуатацию (лицензии) и перед приемом первых отходов на пункт оператор должен выполнить применимые регулирующие требования, чтобы продемонстрировать адекватность конструкций, систем и элементов пункта. Кроме того, оператор должен удостовериться в наличии необходимых услуг, функций и процедур. Эта демонстрация должна быть выполнена для нормальных и аномальных событий, а также для аварийных условий. Программа ввода в эксплуатацию должна использоваться для оценки работоспособности оборудования, имеющего отношение к безопасности, и адекватности эксплуатационных регламентов, включая процедуры безопасного обращения с отходами, размещения и при необходимости извлечения отходов в ходе нормальной эксплуатации.

6.48. Оператор должен пересматривать и актуализировать оценку безопасности и обоснование безопасности, чтобы продемонстрировать, что опасности и риски для работников и населения в нормальных условиях эксплуатации и при аномальных условиях снижены до минимальных уровней, которые могут быть фактически достигнуты. Активный контроль безопасности должен поддерживаться до тех пор, пока сохраняется необходимость в доступе к объекту. Он может охватывать длительный период после завершения операций по размещению отходов и до окончательного закрытия пункта. Опасности и риски, связанные с эксплуатацией (например, пожары и наводнения), должны быть определены в обосновании безопасности. Должны быть введены в действие стратегии, методы и процедуры для уменьшения опасностей и рисков.

6.49. Должны быть разработаны стратегии и процедуры для всех видов деятельности, необходимых для безопасной эксплуатации пункта. Процедуры должны быть официально задокументированы и включены

в систему документооборота объекта. Необходимо выпустить четкие инструкции, организовать официальное обучение и аттестацию работников, чтобы гарантировать надлежащее выполнение персоналом своей работы.

6.50. Операции должны выполняться в соответствии с утвержденными регламентами, обеспечивающими радиационную защиту при профессиональном облучении [3, 21]. Оператор несет ответственность за то, чтобы такие регламенты и инструкции соблюдались работниками пункта.

6.51. Оператор должен разработать учебные программы, обеспечивающие правильное и безопасное выполнение действий, связанных с безопасной эксплуатацией пункта захоронения. Учебные программы должны быть введены для того, чтобы персонал на всех уровнях обладал необходимой компетенцией. Эти программы должны быть источником знаний и опыта практической деятельности и способствовать развитию культуры безопасности. Программы обучения и связанные с ними процедуры должны регулярно актуализироваться с учетом информации, полученной в результате анализа опыта эксплуатации.

6.52. Эксплуатационные регламенты (включая процедуры приема, обработки и размещения отходов) должны быть введены в действие, проверены и должны периодически рассматриваться и актуализироваться для повышения уровня безопасности. Оператор должен обеспечить, чтобы такие регламенты и инструкции соблюдались работниками пункта. Для того чтобы письменные регламенты и методы практической деятельности были хорошо известны, задокументированы и соблюдались, следует организовать обучение и аттестацию работников.

6.53. Должны быть введены в действие регламенты технического обслуживания для обеспечения того, чтобы сооружения и оборудование продолжали выполнять заданные функции (связанные и не связанные с безопасностью) в течение всего срока службы пункта. Узлы, важные для безопасности (например, оборудование для обработки отходов или обращения с ними), должны инспектироваться, испытываться и обслуживаться в соответствии с установленными регламентами. Периодическое техническое обслуживание вспомогательного оборудования (механических, строительных и электрических конструкций, систем и элементов) должно также осуществляться в соответствии с установленными стратегиями и регламентами.

6.54. Поскольку пункт приповерхностного захоронения будет работать в течение длительного времени до его окончательного закрытия, необходимо ввести в действие программу управления старением (например, программу профилактического обслуживания) как активных, так и пассивных систем. Основной упор в программе технического обслуживания должен делаться на активные компоненты. Кроме того, следует ввести в действие программу управления старением пассивных конструкций (например, инженерных сооружений), которые должны оставаться в рабочем состоянии на этапе эксплуатации, а также в период после закрытия. Программы управления старением должны быть нацелены на выявление проблем строительства и эксплуатации, которые в противном случае могут быть обнаружены только после закрытия пункта.

6.55. Необходимо ввести в действие процедуры обеспечения качества, чтобы оператор мог подтверждать компетентность работников, оценивать эффективность программ обучения и сертификации и содействовать созданию безопасных условий труда. Цель таких процедур — обеспечить, чтобы деятельность на пункте велась в соответствии со стандартными эксплуатационными регламентами и чтобы к вопросам безопасности применялся дифференцированный подход, позволяющий сосредоточить ресурсы на тех аспектах эксплуатации пункта, которые сопряжены с наибольшим риском и представляют наибольшую опасность.

6.56. Должны быть предусмотрены процедуры действий в аварийных ситуациях, которые могут возникнуть и иметь последствия на площадке или за ее пределами [22]. В обосновании безопасности должно указываться, какие факторы могут способствовать реализации сценария, который повлечет за собой значительные последствия на площадке и/или за ее пределами. В полученных сценариях должна быть отражена эксплуатационная реальность, но должны также учитываться результаты анализа наихудших ситуаций. Для таких случаев или сценариев должны быть разработаны планы противоаварийных мероприятий. Планы противоаварийных мероприятий должны отрабатываться на учениях, проводимых через соответствующие промежутки времени согласно национальным регулирующим положениям.

6.57. Следует осуществлять контроль доступа в зоны, где происходит обращение с отходами, их хранение или размещение, с целью обеспечения безопасности и физической защиты отходов. Должны быть установлены требования по обнаружению любого несанкционированного проникновения и оперативному принятию контрмер.

6.58. Техническое обслуживание механических, строительных и электрических конструкций и оборудования должно выполняться в соответствии с графиком профилактического обслуживания. Узлы, важные для безопасности (например, оборудование для манипулирования с отходами, подъемное оборудование), должны инспектироваться, испытываться и обслуживаться в соответствии с графиками технического обслуживания пункта захоронения. В график технического обслуживания должны быть включены отсеки для захоронения (например, камеры, траншеи и участки пункта), которые уже закрыты, а также те, которые пока остаются открытыми на этапе эксплуатации. Необходимо ясно и тщательно документировать все изменения и модификации оборудования, процедур и условий, а при необходимости такие изменения и модификации следует обосновывать в обосновании безопасности.

6.59. Конструктивные изменения и усовершенствования процессов являются неизбежным элементом эксплуатации пункта захоронения. Необходимо разработать систему контроля конфигурации и управления ею для документирования и утверждения модификаций, а также для отслеживания изменений на объекте. Конструкция пункта приповерхностного захоронения может нуждаться в модификации по ряду причин, включая внутренние и внешние воздействия. Совершенствование процессов продиктовано необходимостью лучшего управления людскими ресурсами или более эффективного контроля облучения. Например, мониторинг уровней профессионального облучения и выбросов радиоактивных материалов может обусловить необходимость внесения изменений в конструкцию, включая пересмотр регламентов, который может привести к улучшению функционирования, снижению облучения и уменьшению выбросов радиоактивных материалов за пределами площадки. Аналогичным образом, мониторинг окружающей среды (например, мониторинг подземных вод) может дать представление о том, соответствуют ли фактические процессы и характеристики тем, которые были смоделированы в оценке безопасности.

6.60. Период между размещением последней упаковки отходов и закрытием последней камеры или траншеи для захоронения должен быть максимально коротким, чтобы можно было как можно скорее в полном объеме задействовать пассивные средства безопасности.

6.61. Контроль доступа на площадку и в зоны радиологического контроля имеет важное значение для обеспечения того, чтобы облучение работников и населения было настолько низким, насколько это реально достижимо.

## ЗАКРЫТИЕ

### Требование 19 SSR-5 [4]. Закрытие установки для захоронения

**«Закрытие установки для захоронения должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечивались функции безопасности, предусмотренные в обосновании безопасности как важные в период после закрытия установки. Планы закрытия, включая отход от активного управления установкой, должны быть четко определены и практически осуществимы, так чтобы закрытие установки можно было безопасно провести в соответствующее время».**

6.62. Закрытие пункта приповерхностного захоронения должно предполагать вывод из эксплуатации рабочих систем и компонентов, а также перевод пункта в состояние, при котором, как было ранее продемонстрировано, выполняются функции безопасности, необходимые для долгосрочной безопасности.

6.63. Процесс закрытия пункта должен быть задокументирован в плане закрытия пункта. Как правило, отдельные части или секции площадки могут закрываться по мере размещения отходов и заполнения отсеков для захоронения. В других местах пункта деятельность по захоронению может продолжаться до тех пор, пока они не будут полностью заполнены отходами и пока не будут завершены мероприятия по окончательному закрытию площадки. План закрытия пункта должен быть разработан во время эксплуатации пункта, и он должен сделать запланированную деятельность по захоронению упорядоченной и методичной. В плане закрытия пункта должны учитываться такие факторы, как тип отходов, подлежащих захоронению на пункте, сроки проведения мероприятий по захоронению, годовые оценки объемов отходов, местонахождение отходов на пункте, если может потребоваться их извлечение (это касается в первую очередь размещения отходов с более высоким уровнем концентрации активности в отдельных местах), и поэтапное промежуточное закрытие отсеков для захоронения (бункеров, камер или траншей). Наконец, в плане закрытия пункта должен описываться порядок установки окончательных инженерных барьеров и маркеров площадки (если применимо) и то, как пункт будет переведен в режим ведомственного контроля. Регулирующий орган должен рассмотреть и утвердить план закрытия пункта. План закрытия пункта

должен также служить инструментом для связи с общественностью, информируя ее о долгосрочных планах и о том, как эти планы могут повлиять на жизнь местного населения.

6.64. План закрытия пункта должен стать частью обоснования безопасности после закрытия. Безопасность пункта захоронения после закрытия зависит от проектирования, строительства и эксплуатации пункта. При проектировании пункта должны быть учтены требования к периоду после закрытия, и конструкция элементов, необходимых для закрытия пункта, должна обновляться по мере эволюции проекта. Функционирование пункта в период после закрытия должно быть предметом рассмотрения при актуализации обоснования безопасности, и в актуализированном обосновании безопасности должны быть приведены доказательства того, что система закрытия будет эффективной и что безопасность пункта захоронения после закрытия будет гарантирована.

6.65. Перед началом строительных работ и заполнением отсеков для захоронения должны быть получены достаточные доказательства того, что элементы системы закрытия будут функционировать согласно заданным параметрам. С началом работ по захоронению цели эффективного функционирования после закрытия должны лечь в основу решений, принимаемых в отношении таких эксплуатационных факторов, как размещение отходов и временная конструкция перекрытия. Мероприятия по закрытию должны начинаться на ранних этапах жизненного цикла пункта по мере заполнения отсеков для захоронения. Влияние закрытия отдельных отсеков для захоронения на обоснование безопасности всего пункта должно хорошо пониматься и надлежащим образом документироваться.

6.66. Мероприятия по закрытию каждого отсека для захоронения будут в совокупности определять эффективность функционирования пункта после закрытия. Должно быть получено достаточно доказательств того, что инженерные барьеры отсеков для захоронения (например, засыпка, герметизация и перекрытие) будут функционировать так, как это необходимо для выполнения проектных требований. В ходе эксплуатации конструкция отсеков для захоронения может быть видоизменена под действием многих факторов, таких как совершенствование материалов и методов строительства, получение более точной информации о свойствах и характеристиках площадки, а также изменение характеристик или форм отходов. Необходимо ввести в действие систему учета для фиксации этих изменений и подтверждения посредством актуализации обоснования безопасности того, что эксплуатационные требования будут выполняться



и в дальнейшем. Должны быть созданы системы управления информацией для отслеживания всех изменений, которые могут потенциально повлиять на функционирование пункта после закрытия.

6.67. План закрытия должен вестись на постоянной основе и периодически актуализироваться. План закрытия должен включать или содержать ссылку на всю совокупность данных, собранных на предыдущих этапах, которая может потребоваться для принятия корректирующих мер в будущем или, если это необходимо, для повторной оценки безопасности пункта захоронения в будущем. В плане закрытия должны указываться тип захороненных отходов, их радионуклидное содержимое, местоположение на пункте и материалы, использованные для засыпки.

6.68. В плане закрытия должны быть описаны все меры контроля, предусмотренные на период после закрытия. К таким мерам могут относиться план радиационного мониторинга и программа наблюдения. В него следует также включить описание системы учета и правил контроля за использованием площадки, а также средств обеспечения соблюдения всех ограничений на доступ к площадке или ее использование. Необходимо определить круг организаций, ответственных за действия и меры контроля, описанные в плане на период после закрытия.

6.69. В плане мероприятий по закрытию должна быть определена, а в обосновании безопасности обоснована минимальная продолжительность ведомственного контроля, необходимая для обеспечения безопасности. Активный ведомственный контроль должен сохраняться до тех пор, пока последствия вмешательства человека не превысят критериев, указанных в SSR-5 [4]. По истечении этого периода следует рассмотреть вопрос о необходимом типе пассивного контроля, и площадка, в частности, может быть передана в ведение местного органа по планированию землепользования. Введенные в действие меры ведомственного контроля должны предусматривать следующее:

- предотвращение несанкционированного использования площадки и проникновения человека на пункт захоронения;
- мониторинг системы захоронения и наблюдение за ней;
- техническое обслуживание и корректирующие меры, если это необходимо;
- передачу знаний будущим поколениям.

6.70. В плане закрытия должна быть описана методика закрытия, включая используемые материалы и технологии, а также ожидаемые характеристики компонентов, используемых при закрытии. Методика закрытия должна быть оптимизирована с учетом имеющихся материалов и технологий для обеспечения той степени эффективности функционирования после закрытия, которая требуется от системы захоронения на протяжении всего периода ведомственного контроля и после него. Предлагаемая методика закрытия должна быть описана в обосновании безопасности, подготовленном для получения разрешения на закрытие пункта захоронения.

6.71. Эффективность системы закрытия должна быть продемонстрирована путем формирования картины естественной эволюции площадки, а также путем проведения натурных испытаний, анализа данных и моделирования. Необходимо на месте протестировать фактическое поведение системы закрытия, чтобы получить представление о ее функционировании и уменьшить степень неопределенности в моделях и в оценке безопасности. Информация, которую нельзя получить путем анализа конкретной площадки, должна быть получена за счет использования подходящих аналогов, в том числе опыта эксплуатации аналогичных систем в данном государстве или в других странах.

6.72. Закрытие пункта должно также предполагать составление планов по окончательному закрытию отсеков для захоронения, окончательной физической подготовке площадки (например, установке перекрытия), организации ведомственного контроля и выводу из эксплуатации сооружений на площадке. При закрытии отсеков для захоронения и подготовке площадки к закрытию следует учитывать требования к мониторингу после закрытия и обязательства в отношении процесса лицензирования, а также конструктивные элементы, от которых, как следует из обоснования безопасности, зависит эффективность долгосрочного функционирования.

6.73. Закрытие пункта должно также предполагать вывод из эксплуатации тех его частей, которые не относятся собственно к системе захоронения (например, административных зданий, а также компонентов и оборудования, используемых для эксплуатации пункта захоронения), и все необходимые меры по восстановлению окружающей среды и должно предусматривать принятие мер по предотвращению или снижению вероятности действий человека. Окончательное закрытие пункта захоронения должно осуществляться в соответствии с условиями для закрытия, установленными

регулирующим органом в лицензии на установку, с уделением особого внимания любым изменениям обязанностей, которые могут произойти на этом этапе.

## **7. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ГАРАНТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА**

#### **Требование 21 SSR-5 [4]. Программы мониторинга на установке для захоронения**

**«Программа мониторинга, если она является частью обоснования безопасности, должна выполняться до начала и во время сооружения и эксплуатации установки для захоронения и после ее закрытия. Эта программа должна быть составлена так, чтобы собиралась и обновлялась информация, необходимая для целей обеспечения защиты и безопасности. Должна быть получена информация для подтверждения условий, необходимых для обеспечения безопасности работников и лиц из населения и охраны окружающей среды в период эксплуатации установки. Должен также проводиться мониторинг с целью подтверждения отсутствия любых условий, которые могли бы снижать безопасность после закрытия установки».**

7.1. Мониторинг означает непрерывное или периодическое наблюдение и измерение инженерных, экологических и радиологических параметров, важных для безопасности. Мониторинг должен начинаться на максимально ранней стадии создания пункта захоронения и в любом случае до начала строительства пункта захоронения для установления фоновых уровней и содействия характеристике площадки. Программа мониторинга дает исходные данные для оценки безопасности, постоянной гарантии эксплуатационной безопасности пункта и последующего подтверждения того, что фактические условия соответствуют предположениям, сделанным в отношении безопасности после закрытия. Полное руководство по мониторингу пунктов захоронения радиоактивных отходов содержится в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № 31, «Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities» («Мониторинг пунктов захоронения радиоактивных отходов и надзор за ними») [23].

7.2. Программа мониторинга должна быть определена до начала строительства и составляться параллельно с разработкой обоснования безопасности. Перед началом строительных работ необходимо провести базовое обследование площадки, включая характеристику вмещающей среды. Программа мониторинга должна периодически пересматриваться с учетом новой информации, получаемой в ходе строительства, эксплуатации и закрытия.

7.3. В программе мониторинга должны быть определены методы мониторинга (например, отбор проб почвы, растительности, воды и воздуха), методы измерения, требования, пределы и допуски, периодичность мониторинга и измерений и требования к отчетности, в том числе к хранению результатов мониторинга и измерений.

7.4. Программа мониторинга должна быть включена в обоснование безопасности и должна уточняться при каждом пересмотре обоснования безопасности. Программа мониторинга должна сама по себе стать предметом аудита и независимой проверки со стороны регулирующего органа. В течение эксплуатационного периода программа мониторинга должна использоваться для демонстрации соблюдения регулирующих требований и условий лицензии на эксплуатацию, включая соблюдение требований безопасности для защиты окружающей среды и радиологической защиты [3]. Технические и научные данные, полученные по результатам мониторинга и измерений, также могут использоваться для улучшения предположений и моделей в оценках безопасности.

7.5. Организация программы мониторинга после закрытия или опора на такую программу не должна быть условием гарантии безопасности пункта приповерхностного захоронения в период после закрытия. Если это необходимо, правительство или регулирующий орган могут проводить мониторинг после закрытия для снятия проблем, волнующих общественность, но он не должен ставить под угрозу выполнение функций безопасности пункта. Кроме того, может потребоваться мониторинг нерадиологических загрязнителей, которые могут представлять интерес. Оператор пункта должен принять во внимание такие загрязнители при разработке программы мониторинга.

## ПЕРИОД ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ И СРЕДСТВА ВЕДОМСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ

### **Требование 22 SSR-5 [4]. Период после закрытия и средства ведомственного контроля**

**«Для периода после закрытия установки должны готовиться планы, охватывающие вопросы ведомственного контроля и меры по обеспечению наличия информации об установке для захоронения. Эти планы должны соответствовать требованиям пассивных средств безопасности и должны быть частью обоснования безопасности, на основании которого выдается официальное разрешение на закрытие установки».**

7.6. Ведомственный контроль после закрытия должен рассматриваться как способ предоставления дополнительной гарантии безопасности пункта захоронения. Ведомственный контроль может способствовать обеспечению безопасности, предотвращая действия человека или снижая вероятность таких действий, которые могут непреднамеренно нарушить нормальное состояние отходов или повредить средства безопасности системы захоронения. Ведомственный контроль также может способствовать повышению социальной приемлемости пункта приповерхностного захоронения.

7.7. В пункте 5.6 SSR-5 [4] говорится следующее: «Обеспечение долгосрочной безопасности установки для захоронения радиоактивных отходов состоит в том, чтобы не зависеть от активных средств ведомственного контроля». Однако содержание радионуклидов в отходах на пункте приповерхностного захоронения может быть таким, что над пунктом потребуется сохранить ведомственный контроль (например, для предотвращения вмешательства человека) в течение определенного периода после его закрытия.

7.8. Оператор должен подготовить планы ведомственного контроля, которые будут введены в действие на основе консультаций с регулирующим органом и любым местным, региональным или национальным органом, ответственным за управление территорией, на которой расположена площадка. В этих планах следует определить предполагаемую функцию мер ведомственного контроля, описать, каким образом они будут осуществляться, указать предполагаемый период их эффективности, а также привести аргументы и доказательства в пользу того, что на них

можно рассчитывать. Вначале, когда объект только построен, эти планы могут быть гибкими и концептуальными по характеру, но они должны постепенно детализироваться и уточняться по мере приближения момента закрытия пункта и освобождения площадки от регулирующего контроля.

7.9. Ведомственный контроль может быть активным (т.е. контроль, требующий активных действий со стороны оператора) либо пассивным (т.е. меры, которые могут применяться без будущих действий со стороны оператора или других сторон). Активный ведомственный контроль может включать меры по предотвращению доступа лиц из населения на площадку (например, ограждение площадки и организация охраны) и мероприятия по мониторингу концентрации радионуклидов в окружающей среде, а также целостности и эффективности инженерных барьеров. Пассивный ведомственный контроль может включать размещение информации о пункте захоронения в местных, национальных или международных базах данных и архивах (чтобы будущие поколения могли принимать решения относительно пункта захоронения и его безопасности), использование долговечных маркеров на площадке [4] и введение юридических ограничений на землепользование.

7.10. Оператор должен проводить четкое различие между планами ведомственного контроля, которые должны быть введены в действие, и всеми предположениями относительно продолжительности и эффективности ведомственного контроля, сделанными для целей оценки безопасности. Сделанное в оценке безопасности предположение о том, что, к примеру, активный ведомственный контроль будет эффективным с точки зрения предотвращения вмешательства человека в течение 100 лет, необязательно означает, что через 100 лет активный ведомственный контроль будет фактически прекращен. Решение об освобождении площадки от регулирующего контроля и переходе от активного к пассивному ведомственному контролю — это решение, которое должно быть принято в будущем оператором совместно с регулирующим органом с учетом мнений соответствующих заинтересованных сторон.

7.11. В оценке безопасности и обосновании безопасности не должна делаться ставка на то, что ведомственный контроль будет эффективным (например, в плане предотвращения вмешательства человека) в течение неопределенного периода времени.

7.12. Результаты оценки безопасности могут стать подспорьем в принятии решений относительно плана ведомственного контроля, но они не должны быть единственным фактором, который принимается во внимание; для подготовки убедительного и хорошо аргументированного обоснования безопасности должны быть учтены мнения всех заинтересованных сторон. При разработке планов ведомственного контроля следует также учитывать вероятность наступления событий, которые могут нарушить нормальное состояние объекта. Если говорить в целом, то в результате радиоактивного распада опасность, которую представляют отходы, и связанные с ними дозы и риски со временем уменьшаются. Однако в некоторых случаях (например, на пунктах приповерхностного захоронения, которые содержат достаточно большие количества долгоживущих радионуклидов) оцененные дозы могут со временем оставаться относительно постоянными или даже немного увеличиваться из-за роста содержания дочерних радионуклидов.

7.13. Для некоторых пунктов приповерхностного захоронения оценки доз при сценариях вмешательства человека служат количественным показателем для принятия решения о периоде активного ведомственного контроля, необходимом после закрытия пункта для того, чтобы соответствовать критериям, представленным в требованиях безопасности при захоронении радиоактивных отходов [4], как показано во вставке 1. На необходимость введения ведомственного контроля и на продолжительность этого периода могут также повлиять другие пути и сценарии облучения (например, утечки в газообразной форме или через подземные воды и облучение от них). Планы ведомственного контроля не должны основываться исключительно на таких численных сравнениях; необходимо оценивать более общую картину и учитывать целый ряд факторов.

7.14. Оператор должен обосновать все утверждения, сделанные в обосновании безопасности и в плане ведомственного контроля в отношении продолжительности и эффективности ведомственного контроля. Как правило, в обосновании безопасности и вспомогательной оценке безопасности следует исходить из того, что ведомственный контроль будет оставаться эффективным не более нескольких сотен лет.

7.15. По всей вероятности, за разные мероприятия по ведомственному контролю будут нести ответственность разные организации. В большинстве случаев за активный ведомственный контроль будет отвечать оператор, а за такие виды деятельности, как архивирование документов и регулирование землепользования, могут нести ответственность государственные

организации. На соответствующем этапе может быть запрошено разрешение регулирующего органа на передачу ответственности за площадку от оператора, например, правительству.

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА

### **Требование 23 SSR-5 [4]. Рассмотрение государственной системы учета и контроля ядерного материала<sup>9</sup>**

**«При проектировании и эксплуатации установок для захоронения, подлежащих применению соглашений об учете и контроле ядерного материала, должны быть рассмотрены вопросы обеспечения безопасности таким образом, чтобы она не подвергалась угрозе в результате принятия мер, требующихся в рамках системы учета и контроля ядерного материала...»**

<sup>9</sup> Создание государственных систем учета и контроля ядерного материала требуется в соответствии с соглашениями о ядерных гарантиях МАГАТЭ» [24–26].

7.16. Материалы или отходы, к которым применяются меры по учету и контролю ядерного материала, вряд ли будут вызывать озабоченность в связи с созданием большинства пунктов приповерхностного захоронения. Однако, если требования по учету и контролю ядерного материала все же применяются, их будет необходимо интегрировать в программу создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения. В отношении ядерного материала и ядерных установок могут также потребоваться меры физической защиты, которые рассматриваются в публикации Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13, «Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок» (INFCIRC/225/Revision 5) [15].

7.17. Если в отношении закрытого пункта приповерхностного захоронения потребуются меры по учету и контролю ядерного материала, то следует избегать интрузивных методов, которые могут поставить под угрозу безопасность после закрытия. Насколько это возможно, ядерные гарантии МАГАТЭ могут применяться на практике при помощи дистанционных средств (например, спутникового мониторинга, аэрофотосъемки, микросейсмического наблюдения и административных мер).



## ФИЗИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### **Требование 24 SSR-5 [4]. Требования в отношении мер по обеспечению физической ядерной безопасности**

**«Должны быть приняты меры по применению комплексного подхода к обеспечению безопасности и физической ядерной безопасности на установке для захоронения радиоактивных отходов».**

7.18. В тех случаях, когда необходимы меры по обеспечению физической ядерной безопасности с целью предотвращения несанкционированного доступа лиц и несанкционированного изъятия радиоактивного материала, меры по обеспечению безопасности и физической ядерной безопасности должны приниматься комплексно [1, 15, 27].

7.19. Уровень физической ядерной безопасности должен быть соразмерным уровню радиологического риска и характеру отходов. Требования к физической безопасности будут наиболее строгими там, где применяются требования ядерных гарантий [4] (см. также пункты 7.16–7.17).

## СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

### **Требование 25 SSR-5 [4]. Системы управления**

**«Системы управления<sup>12</sup>, предусматривающие обеспечение качества, должны применяться ко всем связанным с безопасностью видам деятельности, системам и компонентам на всех этапах разработки и эксплуатации установки для захоронения. Уровень обеспечения качества каждого элемента должен быть соразмерным его важности с точки зрения безопасности.**

<sup>12</sup> Термин "система управления (менеджмента)" охватывает все первоначальные концепции контроля качества (контроля качества продукции) и их постепенное превращение в обеспечение качества (систему обеспечения качества продукции) и менеджмент качества (систему менеджмента качества)».

7.20. Требования к системе управления (менеджмента) установлены в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-3, «Система управления для установок и деятельности» [27], общие рекомендации содержатся в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.1, «Применение системы управления для установок и деятельности» [28], а подробные рекомендации по системе управления захоронением радиоактивных отходов — в публикации Серии норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.4, «Система менеджмента для захоронения радиоактивных отходов» [29].

7.21. Первый особый момент, который следует учесть, когда оператор и регулирующий орган разрабатывают систему менеджмента для пункта приповерхностного захоронения радиоактивных отходов, состоит в том, что после прекращения активного ведомственного контроля на этапе после закрытия безопасность и защита окружающей среды будут зависеть от пассивной системы, которая должна обеспечить адекватное удержание и изоляцию отходов. В зависимости от типа пункта приповерхностного захоронения (на поверхности или на небольшой глубине, с высокотехнологичными камерами или более простого траншейного типа), пассивное удержание и изоляция отходов будут зависеть от инженерных барьеров, естественных барьеров, если таковые имеются, и благоприятных характеристик природной среды пункта захоронения (например, ее долгосрочной стабильности). Такая зависимость от пассивной системы влияет на разработку и применение системы менеджмента, в которой эффективность, стабильность, взаимодополняемость и долговечность всех компонентов, способствующих удержанию и изоляции отходов, должны быть предметом постоянного внимания начиная с этапа проектирования до момента прекращения ведомственного контроля на площадке.

7.22. Второй особый момент, который следует учесть, состоит в том, что после закрытия пункта захоронения и до прекращения активного ведомственного контроля необходим длительный период ведомственного наблюдения и контроля (от нескольких десятков до нескольких сотен лет, главным образом в зависимости от активности долгоживущих радионуклидов в размещенных отходах), чтобы гарантировать, что созданная пассивная система не будет потревожена деятельностью человека, которая может привести к случайному проникновению в пункт захоронения. В течение этого длительного периода за площадкой будет вестись наблюдение с целью ограничения доступа к объекту и контроль пассивного функционирования системы. Во время создания, эксплуатации и закрытия пункта захоронения система менеджмента должна уделять особое

внимание регистрации информации о том, что было сделано, и о причинах, по которым были приняты решения. Это должно делаться для решения задачи управления всеми соответствующими знаниями и информацией о системе захоронения в течение столь длительного периода времени, чтобы обеспечить поддержку поэтапного процесса принятия решений вплоть до прекращения всех контрольных мероприятий на площадке.

7.23. Третьим особым моментом, который следует учесть, является требование установить соответствующее ограничение на объем отходов с точки зрения их активности, в основном долгоживущих радионуклидов, которые могут быть захоронены. Поэтому следует ввести в действие процедуру определения приемлемости отходов, которая объединяет в себе все элементы (характеризацию отходов и систему управления приемом отходов для захоронения), необходимые для того, чтобы это ограничение соблюдалось в ходе работ по размещению отходов.

7.24. Система менеджмента должна определять роль менеджмента и организационную структуру процессов для всех видов деятельности, связанной с безопасностью. В ней также должны определяться обязанности и полномочия различных лиц и организаций, участвующих в управлении процессами, их осуществлении и оценке их качества.

7.25. Необходимо продемонстрировать достаточность финансовых ресурсов, которые будут доступны оператору для создания и эксплуатации пункта захоронения, и надежность их источника. Регулирующий орган должен периодически проверять достаточность финансовых ресурсов, рассматривать и утверждать механизм, призванный гарантировать, что средства будут сохранены и выделены на намеченные цели, когда это будет необходимо.

7.26. Для всех этапов и мероприятий по созданию пункта захоронения оператор должен определить свои потребности в персонале, набрать и обучить достаточно квалифицированных сотрудников, а также поддерживать и развивать культуру безопасности. Оператор должен предпринять необходимые шаги для поддержания компетентности персонала и культуры безопасности на протяжении всей программы создания пункта посредством подготовки, обучения и передачи знаний. Дополнительную информацию о поддержании компетентности и о культуре безопасности можно найти в [30–32].

7.27. В элементах системы менеджмента, дающих гарантию качества процессов, связанных с безопасностью, должны учитываться неопределенности вмещающей среды. Несмотря на ее важность для безопасности, вмещающая среда не может быть спроектирована или изготовлена, а только охарактеризована с тем или иным уровнем детальности. Кроме того, создание пункта захоронения подразумевает осуществление ряда последовательных шагов по проектированию, характеристике и оценке с возрастающей степенью детальности и точности. Однако некоторая степень неопределенности всегда будет сохраняться, и система менеджмента должна гарантировать надлежащий учет этих неопределенностей при демонстрации безопасности.

7.28. Система менеджмента пункта захоронения должна обеспечивать подготовку и сохранение документальных доказательств того, что необходимое качество данных достигнуто, что соответствующие компоненты поставлены и используются в соответствии с действующими спецификациями и что упаковки отходов и неупакованные отходы соответствуют установленным требованиям и критериям и надлежащим образом размещены на пункте захоронения. Система менеджмента должна также обеспечивать сравнительный анализ всей информации, зафиксированной на всех этапах создания, эксплуатации и закрытия пункта, и сохранение информации, которая может быть важной для безопасности и для любой повторной оценки пункта в будущем.

7.29. Система менеджмента оператора должна отвечать национальным стандартам в отношении систем менеджмента, и по возможности следует использовать действующие на национальном или международном уровне кодексы, правила и стандарты [27–29]. Надлежащая система менеджмента, объединяющая в себе элементы безопасности, охраны здоровья, охраны окружающей среды, физической безопасности, качества и экономики, способствует повышению уверенности в соблюдении соответствующих требований и критериев, касающихся характеристики площадки, проектирования, сооружения, эксплуатации, закрытия и безопасности после закрытия. Соответствующие виды деятельности, системы и элементы должны быть определены на основе результатов систематических оценок безопасности, и применение системы менеджмента должно быть соразмерным их важности для безопасности.

7.30. Системы менеджмента производителя отходов и оператора должны быть частью обоснования безопасности, и они должны быть рассмотрены и одобрены регулирующим органом. Система менеджмента должна

быть одобрена старшим руководством эксплуатирующей организации с обязательством обеспечить ее полномасштабное применение во всей организации.

7.31. Эксплуатирующая организация должна периодически оцениваться соответствующими внешними органами на предмет соблюдения процедур, установленных в рамках системы менеджмента.

7.32. В случае с пунктами приповерхностного захоронения система менеджмента и ее комплексная программа обеспечения качества должны предусматривать подготовку, накопление и сохранение объективных данных (например, проб для мониторинга и документальных свидетельств).

7.33. Следует подумать об использовании физических и электронных форм учетных документов, чтобы обеспечить доступность информации в будущем и ее надлежащее архивирование в интересах будущих поколений. Учетные документы, описывающие точное местонахождение и характер отходов, должны быть надлежащим образом защищены.

## **8. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПУНКТЫ ЗАХОРОНЕНИЯ**

**Требование 26 SSR-5 [4]. Существующие установки для захоронения**

**«Безопасность существующих установок для захоронения должна периодически оцениваться до прекращения действия лицензии. В течение этого периода безопасность должна также оцениваться при планировании любой модификации, значимой с точки зрения безопасности, или в случае внесения изменений в условия разрешения. В случае невыполнения любых требований, изложенных в настоящей публикации категории "Требования безопасности", должны быть приняты меры для повышения безопасности установки с учетом экономических и социальных факторов».**

8.1. Необходимо проводить периодическую оценку безопасности и актуализацию обоснования безопасности, чтобы получать общую картину положения дел с защитой и безопасностью пункта. Это должно

предполагать анализ приобретенного эксплуатационного опыта и возможных усовершенствований, которые можно было бы внести с учетом существующей ситуации, технологических новшеств или нововведений в системе регулирования.

8.2. Некоторые из существующих пунктов приповерхностного захоронения не были спроектированы или размещены или не эксплуатируются в соответствии с современными стандартами безопасности после закрытия. На некоторых существующих пунктах в первые годы эксплуатации критерии приемлемости отходов либо отсутствовали, либо использовались совсем не так, как критерии, которые считались бы приемлемыми для таких объектов сегодня. Как следствие, на этих пунктах могут содержаться отходы или типы упаковок отходов, которые в настоящее время считаются непригодными для приповерхностного захоронения. Решения о том, следует ли вновь открывать такие пункты захоронения с извлечением отходов и/или перепроектировать и перестраивать их, должны приниматься на основе исследований, позволяющих судить о рисках доступных альтернатив — оставить объект в покое либо полностью или частично реконструировать или переместить его — для работников и населения.

8.3. В случае изменения правил безопасности должны быть оценены последствия этого для существующих пунктов захоронения путем изучения и при необходимости пересмотра оценки безопасности. Если пункт по-прежнему эксплуатируется, оценка безопасности должна основываться на текущих планах его дальнейшей эксплуатации, окончательного закрытия и введения любых мер ведомственного контроля после закрытия. Если пункт закрыт, оценка безопасности должна предполагать, что нынешние активные меры ведомственного контроля будут применяться не более нескольких сотен лет.

8.4. Периодическая переоценка безопасности должна основываться на существующем обосновании безопасности и оценке безопасности и приводить к их актуализации, а используемый методологический подход должен быть таким, какой описан в разделе 5.

8.5. Может потребоваться сбор дополнительных данных о характеристиках площадки. Большая часть этой работы может быть проведена на площадке, но, как правило, возникает необходимость в проведении исследований и за пределами площадки (например, для получения данных о динамике региональных подземных вод). Данные мониторинга должны использоваться для разработки и калибровки

моделей, а при наличии достаточного количества независимых наборов данных — для подтверждения адекватности моделей. Если оценка покажет, что пункт соответствует современным нормам безопасности после закрытия, дальнейшие действия не потребуются. Если он не соответствует современным нормам, то дальнейшие действия должны зависеть от того, продолжает ли пункт эксплуатироваться или он уже закрыт.

8.6. Если действующий пункт приповерхностного захоронения не соответствует современным стандартам для новых объектов, необходимо принять решение о том, следует ли закрыть данный пункт или разрешить ему продолжать работу с некоторыми модификациями, либо о том, следует ли принять корректирующие меры и закрыть объект или разрешить ему продолжать работу после исправления положения. Эти решения должны приниматься на основе результатов оценки безопасности, но они также непременно потребуют учета более общих экономических и социальных факторов, которые выходят за рамки данного Руководства по безопасности. В этой связи будет необходимо оценить и сравнить возможности для принятия корректирующих мер, внесения изменений в текущие критерии приемлемости отходов, регламенты эксплуатации и технического обслуживания, планы закрытия и планируемые меры ведомственного контроля после закрытия. К числу корректирующих мер может относиться оборудование новых дренажных систем или установка средств контроля на путях движения подземных вод, улучшение характеристик для предотвращения проникновения на объект дождевых или подземных вод или, в крайнем случае, извлечение некоторых или всех отходов. Кроме того, могут потребоваться новые процедуры мониторинга и наблюдения во время эксплуатации и/или после закрытия.

8.7. Главным принципом радиационной защиты, применяемым при принятии решений относительно корректирующих мер или изменений в эксплуатационных планах и регламентах на действующей площадке, является принцип оптимизации [3]. Исходные данные для принятия такого решения должны быть получены путем сравнения различных вариантов упомянутых мер и изменений на основе ряда факторов, таких как их влияние на радиологическое воздействие на людей и окружающую среду, их нерадиологическое воздействие на людей и окружающую среду, их воздействие на общество и их стоимость. Для нужд процесса принятия решений необходимо готовить технико-экономические обоснования и проводить демонстрационные программы.

8.8. В случае закрытого пункта приповерхностного захоронения следует определить, нужно ли принимать корректирующие меры, и если да, то какие меры будут оптимальными. С точки зрения радиационной защиты речь идет о принципах обоснования, а в дальнейшем — оптимизации [3]. Обоснование означает сравнение последствий принятия возможных корректирующих мер с бездействием, а затем принятие решения о том, какие из мер, если таковые существуют, в конечном итоге принесут пользу. Когда будут определены корректирующие меры, принятие которых будет оправданным, их следует сравнить друг с другом, чтобы получить информацию для выбора предпочтительных мер. Это сравнение должно включать в себя все факторы, необходимые для выбора и обоснования рекомендуемых корректирующих мер.

8.9. Круг возможных корректирующих мер на закрытом пункте более ограничен, чем на действующем пункте. Возможны такие варианты, как добавление дополнительных инженерных барьеров с целью ограничить проникновение воды (например, нового перекрытия), ремонт инженерных барьеров или продление запланированных периодов ведомственного контроля для предотвращения вмешательства человека в течение более длительного срока. Установка новых дренажных систем под камерами обычно невозможна. Открытие пункта для извлечения некоторых или всех отходов, как правило, технически возможно, но оно, по всей вероятности, повлечет за собой значительные затраты ресурсов и радиационное облучение и риски для работников, которые следует сопоставить с преимуществами, которые, как можно ожидать, будет иметь извлечение отходов.

8.10. Кроме того, следует задуматься о сроках принятия тех или иных корректирующих мер. Меры, принимаемые на раннем этапе, могут иметь свои преимущества и недостатки. С одной стороны, деградация форм и упаковок отходов будет менее выраженной, и поэтому отходы будет легче удалить с объекта. Однако, с другой стороны, отходы в меньшей степени подвергнутся распаду, и поэтому радиационное облучение работников будет выше. Таким образом, для того чтобы корректирующие меры были признаны оправданными, необходимо, чтобы их преимущества перевесили связанные с ними радиационные риски.



## Приложение I

### ВЫБОР ПЛОЩАДОК ДЛЯ ПУНКТОВ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ

#### ВВЕДЕНИЕ

I.1. При захоронении радиоактивных отходов выбор площадки является вопросом принципиальной важности. В процессе выбора площадки для пункта захоронения радиоактивных отходов можно выделить четыре этапа:

- 1) этап разработки концепции и планирования;
- 2) этап обследования территории, ведущий к выбору одной или нескольких площадок для более детального рассмотрения;
- 3) этап исследования площадок, включающий детальное изучение конкретной площадки и характеризацию площадки;
- 4) этап подтверждения пригодности площадки.

При выборе площадки производится отбор одной или нескольких предпочтительных площадок-кандидатов после обследования большого района, отсева непригодных площадок и скрининга и сравнения остальных площадок; Из нескольких — возможно, многих — перспективных площадок, определенных в начале процесса выбора, выбирается одна или несколько предпочтительных площадок исходя из геологических условий и с учетом других факторов. Важное значение в любом процессе выбора площадки имеют социально-политические факторы (например, демографическая ситуация, транспортная инфраструктура и современные формы землепользования). Принятие решений в процессе выбора площадки может предполагать различные уровни участия общества и местного населения, включая использование права вето и волонтерскую деятельность. Национальные предпочтения у разных государств будут неодинаковыми, и, следовательно, они не могут быть предметом рассмотрения в международном руководстве по безопасности пунктов захоронения. На начальных этапах выбора площадки информация по конкретной площадке (например, геологическая и гидрогеологическая информация) может быть скудной либо отсутствовать вовсе. Тем не менее имеющиеся данные подобного рода и экспертная оценка должны использоваться для обоснования решения о выборе одного или нескольких мест в качестве перспективной площадки для приповерхностного захоронения. На перспективной площадке должны иметься свидетельства

наличия благоприятных природных характеристик удержания и изоляции для рассматриваемых типов отходов и указания на возможность установки всех необходимых инженерных барьеров для предотвращения или замедления миграции радионуклидов из системы захоронения в доступную окружающую среду. Эти данные должны быть проверены в ходе последующего детального исследования площадки, характеристики и соответствующего моделирования для оценки безопасности.

I.2. Детальные исследования и характеристика площадки проводятся на заключительных этапах процесса выбора площадки (этапах 1 и 2), и в разделе 6 настоящего Руководства по безопасности содержатся рекомендации, в частности, для этапа детальной характеристики площадки, ведущего к подтверждению ее пригодности. В данном приложении вкратце освещаются некоторые важные моменты, касающиеся этапа разработки концепции и планирования, этапа обследования территории и этапа исследования площадок. Далее следуют дополнительные руководящие указания по типам данных, которые предполагается получить в ходе программы исследования и характеристики.

## ЭТАП РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ

I.3. Поскольку первый этап выбора площадки связан с концептуальным проектированием и планированием перед выбором площадки, он обязательно проводится на ранней стадии процесса создания пункта захоронения. Целью этапа концептуального проектирования и планирования является разработка общего плана для осуществления процесса выбора площадки и определение на базе имеющихся данных типов пород и геологических формаций, которые могут быть взяты за основу на этапе обследования территории. Руководящие принципы процесса выбора площадки должны быть определены оператором на ранней стадии этого этапа планирования. Насколько это возможно, должны быть оценены необходимые финансовые и людские ресурсы, материалы, оборудование и время, а также оговорены обязанности по проведению всего исследования, связанного с выбором площадки. Организация, на которую возложена ответственность за выбор площадки, может быть той же, что и организация, которая занимается детальной характеристикой площадки(ок) или сооружением и эксплуатацией пункта захоронения. Такие решения о распределении обязанностей будут приниматься на национальном уровне. Однако процесс выбора площадки должен идти по определенному плану,

который, вероятно, потребует периодической актуализации и который должен разрабатываться в консультации с регулирующим органом. Этот план должен включать:

- a) постановку и описание общих задач, которые должны быть выполнены;
- b) диаграммы последовательности действий при выполнении различных задач;
- c) любые рекомендации или критерии, принятые в отношении характеристик площадки;
- d) описание процедур применения этих рекомендаций или критериев;
- e) график всех мероприятий;
- f) смету расходов;
- g) информацию о том, как при оптимизации проекта учитывается проблема долгосрочной безопасности;
- h) причины, по которым предлагаемые площадки могут быть отсеяны или были отсеяны.

I.4. В начале этапа разработки концепции и планирования следует определить моменты принятия ключевых решений исходя из потребностей и сроков создания пункта захоронения. Должны быть уточнены и охарактеризованы типы и объемы отходов, которые будут размещены на пункте захоронения. Прогнозируемые объемы отходов и виды деятельности должны быть представлены в количественной форме. Используя эту информацию, следует выработать общую концепцию проекта пункта захоронения.

I.5. В соответствии с национальными регулирующими требованиями оператором должны быть разработаны ключевые геолого-геофизические критерии, которые будут использоваться для обоснования суждений о потенциальной пригодности площадки. Такие критерии могут включать требования или предпочтения в отношении вмещающей породы и окружающей геосферы, например тектонические условия, характеристики породы и свойства подземных вод. На основе этих критериев следует разработать рекомендации по скринингу для отбора подходящих зон и вмещающих пород, а в дальнейшем и для выбора предпочтительной площадки(ок). Следует признать, что в процессе выбора площадки критерии или любые ограничения, налагаемые на критерии, могут меняться по мере развития знаний. Следует также учесть, что рассмотрение критериев можно улучшить благодаря использованию результатов предварительных оценок всей системы.

## ЭТАП ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ

I.6. Цель этапа обследования территории заключается в определении районов и постепенном сужении круга мест, где могут находиться подходящие площадки, после учета соответствующих факторов выбора площадки, определенных на предыдущем этапе. Этот процесс выбора площадки может осуществляться путем поэтапного скрининга интересующего района, в результате которого выявляются подходящие участки небольшого размера. Если некоторые небольшие участки уже определены как возможные места размещения, на этом этапе можно провести исследования для сбора информации районного масштаба, необходимой для уточнения граничных условий.

I.7. Этап обследования территории обычно включает в себя две стадии:

- 1) стадию картирования или исследования района для выявления участков с потенциально пригодными площадками;
- 2) скрининг для отбора одной или нескольких потенциальных площадок для дальнейшей и более детальной оценки.

### **Стадия картирования или исследования района**

I.8. Типичный поэтапный подход к скринингу начинается с определения критериев, которые будут использоваться для выбора интересующих районов. К этим критериям относятся благоприятные географические, геологические и гидрогеологические характеристики для реализации концепции захоронения. Вообще говоря, важна эффективность функционирования системы в целом, но могут быть выявлены факторы, имеющие решающее значение для успеха или неудачи конкретной концепции захоронения. Картирование или исследование района может, к примеру, охватывать всю территорию района, определяемую естественными или политическими границами, либо быть ограничено участками, прилегающими к основным местам производства отходов в государстве. Последующая деятельность должна быть сосредоточена на постепенно уменьшающихся в размерах и все более подходящих участках. Этот процесс должен допускать выбор одной или нескольких потенциальных площадок.

I.9. Определение факторов, связанных с выбором площадки, которые будут использоваться на стадии картирования района, должно основываться на типе предполагаемого пункта захоронения, возможности применения простых рекомендаций и наличии необходимых данных. Следует также

учесть все специальные требования регулирующего органа, например требования в отношении близости к крупным активным разломам и центрам вулканической активности. Проводимый на этой стадии анализ будет опираться в основном на имеющуюся информацию (например, данные предыдущих геологоразведочных работ, исторические данные о сейсмической активности и данные дистанционного зондирования).

### **Стадия скрининга площадок**

I.10. На стадии скрининга на подходящих участках подбираются потенциальные площадки. При скрининге потенциальных площадок могут приниматься во внимание некоторые факторы, не учтенные на стадии картирования района, в том числе социально-политические критерии, если они не использовались ранее. Например, при анализе района и последующем скрининге потенциальных площадок потребуется учесть многие национальные законы и иные нормативные акты (например, в отношении национальных парков и исторических памятников). Как правило, они ясно сформулированы, и поэтому никаких специальных решений от регулирующего органа не потребуется.

### **ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОЩАДОК**

I.11. Этап исследования площадок предполагает детальное изучение одной или нескольких потенциальных площадок, отобранных на этапе обследования территории, для определения их приемлемости в различных отношениях, в частности с точки зрения безопасности. На этом этапе должна быть получена информация, необходимая для составления предварительного проекта конкретной площадки.

I.12. На этапе исследования площадок требуется проведение более детальных исследований, чем на этапе картирования района, для получения информации по конкретной площадке в целях установления характеристик и диапазонов параметров площадки в отношении расположения предполагаемого пункта захоронения. Это потребует проведения разведочных работ и исследований на площадке для получения данных о фактических геологических, гидрогеологических и экологических условиях на ней. Это будет предполагать проведение натурных поверхностных и, возможно, подземных (например, скважинных) исследований, дополняемых лабораторными работами. Потребуется также собрать другие данные, имеющие отношение к более общему знанию и описанию площадки, в

том числе о транспортной доступности, демографических и социальных аспектах. Исследование площадок может проходить в несколько этапов, которые включают в себя сбор и интерпретацию все более крупного массива данных, и иметь целью выбор одной или нескольких предпочтительных площадок для детальной характеристики.

I.13. На относительно ранней стадии должна быть проведена предварительная оценка безопасности с целью определить, является ли площадка потенциально пригодной для размещения пункта захоронения. Эта предварительная оценка безопасности должна включать результаты предварительных исследований площадки и описание использованного процесса принятия решения.

I.14. Если рассматривается несколько площадок, то в разумных пределах может быть проведена их сравнительная оценка на основе суждений об их способности удовлетворять всем требованиям безопасности и приемлемости для строительства пункта захоронения.

I.15. По завершении этапа исследования площадок будет определена предпочтительная площадка или площадки. Необходимо подготовить отчет обо всем процессе, в котором будут документально зафиксированы все данные и аналитические выкладки, включая предварительную оценку безопасности. Предполагается, что при окончательном выборе площадки будут также учитываться суждения, основанные на социально-экономических и политических соображениях. На этом этапе может быть проведена оценка воздействия на окружающую среду<sup>4</sup>, предписанная соответствующими национальными органами. В зависимости от

---

<sup>4</sup> Оценки воздействия на окружающую среду не регламентируются нормами безопасности МАГАТЭ, но они включены во многие международные документы и национальные законодательные и нормативные акты. В тексте готовящегося к изданию руководства по безопасности по оценке радиологического воздействия установок и деятельности на окружающую среду принято определение из Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Конвенция Эспо). Согласно статье 1 Конвенции Эспо, «оценка воздействия на окружающую среду» означает национальную процедуру оценки возможного воздействия предлагаемой деятельности на окружающую среду, а «воздействие» означает любые последствия планируемой деятельности для окружающей среды, включая здоровье и безопасность людей, флору, фауну, почву, воздух, воду, климат, ландшафт, исторические памятники и другие материальные объекты или взаимосвязь между этими факторами. Оно охватывает также последствия для культурного наследия или социально-экономических условий, являющиеся результатом изменения этих факторов.

соответствующего национального законодательства оценка воздействия на окружающую среду может быть весьма широкой по охвату и включать в себя оценку воздействия предполагаемого пункта захоронения на здоровье и безопасность населения и на окружающую среду. Также предполагается, что регулирующий орган рассмотрит результаты и примет решение о том, могут ли предпочтительная площадка или площадки быть пригодными для строительства пункта захоронению, а также о том, могут ли запланированные исследования для подтверждения пригодности площадки привести к подаче заявки на получение лицензии.

## Приложение II

### РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПЛОЩАДКИ И ХАРАКТЕРИЗАЦИИ ПЛОЩАДКИ И ПОТРЕБНОСТИ В ДАННЫХ

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

II.1. В связи с преобладанием факторов и процессов, которые могут быть весьма специфичными для конкретных площадок и интерактивными, руководящие указания по определению пригодности потенциальных площадок для размещения пункта захоронения могут носить лишь общий характер. В частности, социально-политические факторы будут сильно зависеть от национальных приоритетов и обстоятельств, и поэтому подробные рекомендации или указания в настоящем Руководстве по безопасности не приводятся.

II.2. Круг тем, рассматриваемых в данном приложении, не выстраивался в порядке приоритетности и не претендует на абсолютную полноту, поскольку значимость различных аспектов для процесса исследования площадок в отдельных случаях может быть разной. Поэтому необходимо, чтобы в процессе выбора площадки применение данных руководящих указаний и разработка любых вспомогательных критериев осуществлялись с учетом долгосрочной безопасности, технической выполнимости и социальных, экономических и экологических соображений. Разработанные таким образом критерии должны быть такими, чтобы технические и институциональные соображения можно было перевести в плоскость практических мер.

II.3. Руководящие указания могут быть полезными в общем процессе принятия решения, но они необязательно должны использоваться для установления жестких предварительных условий. Для оценки того, отвечает ли функционирование системы захоронения поставленным целям, система естественных и искусственных барьеров должна рассматриваться как единое целое. При проектировании системы захоронения важна гибкость, и необходимо предусмотреть возможность компенсировать неопределенность в работе одного компонента большей опорой на другой.



II.4. В пунктах II.6–II.34 приведены примеры тех типов информации, которые потребуются при исследовании и характеристике площадок. Эта информация может быть использована для обоснования оценок безопасности, исследований по проектированию пункта захоронения или оценок воздействия на окружающую среду либо для повышения доверия к выбранному варианту захоронения. Как явствует из определения, характеристика площадки начинается с того момента, когда в результате геологических, гидрогеологических и других научных исследований начнут поступать данные о ее характеристиках. Характеристика площадки будет продолжаться как минимум до начала строительства пункта захоронения и может быть продолжена на этапе эксплуатации. На разных этапах процесса выбора площадки и строительства потребности в данных будут варьироваться в зависимости от требуемой детальности и объема. В самом начале, на этапах обследования территории и предварительного исследования, данные и знания будут оцениваться путем сравнения с различными факторами выбора площадки, которые необходимо учитывать в процессе выбора. Некоторые или все из этих факторов могут приобрести форму конкретных критериев, на основании которых могут быть приняты решения и вынесены суждения о выборе площадки. Нижеследующие пункты не претендуют на полноту описания информационных потребностей и не имеют какого-либо конкретного веса. При определении значимости этих информационных потребностей и применения этой информации следует учитывать имеющиеся альтернативы, конкретные характеристики площадки и систему регулирования, существующую в каждом государстве. Кроме того, типы информации, указанные в настоящем Руководстве, не должны рассматриваться обособленно, а должны использоваться комплексно в интересах общей оптимизации процесса выбора и подтверждения пригодности площадки.

II.5. Помимо геолого-геофизических и экологических данных, комплексное описание площадки включает в себя дополнительную информацию для обоснования решений по выбору и подтверждению пригодности площадки. Например, определенная роль отводится землепользованию, транспортной инфраструктуре и учету влияния других антропогенных факторов на площадку. Соответственно, здесь также приводятся некоторые общие рекомендации по этим вопросам.

## ГЕОЛОГИЯ

II.6. Геологические характеристики площадки для захоронения должны способствовать изоляции отходов и ограничению утечки радионуклидов в биосферу. Они должны также способствовать стабильности системы захоронения и обеспечивать достаточный объем и свойства (геологические, механические, геохимические, гидрогеологические и т.д.), благоприятствующие захоронению. Следует отдавать предпочтение площадкам с однородным и предсказуемым геологическим строением, которое можно без труда охарактеризовать с помощью геологоразведочных методов.

II.7. На этапе обследования территории сбор геологической информации должен включать установление приблизительной геологической и стратиграфической структуры, возможно, с указанием глубины, мощности и простираения поверхностной формации и окружающих стратиграфических подразделений. На этапе характеризации площадки информация, которую необходимо собрать, должна включать следующее:

- стратиграфические, литологические и минералогические данные;
- характеристики геологического строения;
- геотехнические характеристики.

На этапе подтверждения пригодности площадки следует провести обстоятельные геологические исследования, чтобы полностью охарактеризовать геологическую структуру в такой степени, которая необходима для детальной оценки безопасности, моделирования и окончательного проектирования пункта.

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ

II.8. Гидрогеологические характеристики будущей площадки должны включать пути движения подземных вод, залегающих ниже пункта захоронения, и длинные пути движения для ограничения миграции радионуклидов. Следует оценить ожидаемые изменения основных гидрогеологических условий (например, градиента) в результате природных явлений и сооружения пункта захоронения. Следует отдавать предпочтение площадкам с простым геологическим строением, благодаря которому можно будет проще и увереннее проводить характеризацию или

моделирование гидрогеологической системы. Важное значение могут также иметь характеристики рассеивания гидрогеологической системы, и их следует оценить.

П.9. На этапе обследования территории гидрогеологические характеристики территории или площадки могут быть еще недостаточно подробными. В тех случаях, когда гидрогеологические карты отсутствуют, анализируемая информация должна включать в себя:

- данные о современных и прогнозируемых основных видах водопользования;
- определение основных точек разгрузки и экстракции;
- оценку скорости и направления потока подземных вод.

На этапе характеризации площадки необходимо изучить информацию о:

- местоположении и протяженности основных гидрогеологических подразделений в данном районе, а также взаимосвязи между ними;
- средних скоростях потока и преобладающих направлениях потока подземных вод;
- питании и разгрузке основных гидрогеологических подразделений;
- региональных и местных водных горизонтах и их сезонных колебаниях.

На этапе подтверждения пригодности площадки может потребоваться подробная информация о гидрогеологических характеристиках выбранной площадки. По своему типу это в целом должны быть данные, в численной форме выражающие вышеуказанные характеристики, чтобы можно было установить время переноса радионуклидов по вероятным путям движения от отходов к биосфере.

## ГЕОХИМИЯ

П.10. Геохимические характеристики подземных вод и геологической среды должны способствовать ограничению утечки радионуклидов из пункта захоронения и не должны существенно снижать долговечность инженерных барьеров. Следует отдавать предпочтение площадкам, где геохимические условия способствуют сорбции, осаждению и совместному осаждению

радионуклидов, которые могут мигрировать из системы захоронения, и замедляют образование химических соединений легко мигрирующих радионуклидов.

П.11. При рассмотрении вероятных химических взаимодействий в системе захоронения необходимо оценить следующее:

- коррозионное воздействие подземных вод на инженерные барьеры;
- процессы или условия, влияющие на растворимость и сорбцию радионуклидов;
- окислительно-восстановительный потенциал и рН подземных вод;
- процессы или условия, включающие присутствие природных коллоидов и органических материалов;
- потенциальное образование газа в системе захоронения.

П.12. Информация, необходимая для оценки потенциала миграции радионуклидов в биосферу, должна включать описание геохимических и гидрохимических условий на площадке, окружающих стратиграфических и гидрогеологических подразделений, а также путей потенциального движения подземных вод. Эта информация должна включать данные о:

- минералогическом и петрографическом составе системы, где происходит движение подземных вод, и ее геохимических свойствах;
- химических параметрах подземных вод.

П.13. Эта информация вряд ли будет доступна на этапе обследования территории для выбора площадок-кандидатов. Однако ее следует собирать в рамках программы исследований, проводимых на этапах характеристики площадки и подтверждения пригодности площадки.

## ТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧНОСТЬ

П.14. Площадка должна быть расположена в зоне с низкой тектонической и сейсмической активностью, чтобы не подвергать опасности изолирующую способность системы захоронения. При проведении регионального анализа следует выбирать зоны с низкой тектонической и сейсмической активностью. Следует отдавать предпочтение территориям или площадкам, где потенциал неблагоприятных тектонических, вулканических или сейсмических явлений достаточно низок для того, чтобы не повлиять на способность системы захоронения отвечать требованиям безопасности.

II.15. При применении критериев выбора площадки необходимо учитывать следующие условия:

- недавние или исторические следы активного разлома, тектонических процессов или магматической активности;
- прошлые землетрясения такой силы и интенсивности, которые в случае их повторения могут негативно повлиять на изоляцию отходов;
- возможность возникновения природных явлений, таких как оседание грунта или вулканическая активность, которые могут изменить региональную гидрогеологическую систему;
- свидетельства разжижения грунта при сейсмических нагрузках.

II.16. Расстояние между площадками и зонами высокой сейсмичности или известными или предполагаемыми потенциально активными разломами может быть использовано в качестве критерия отсева при отборе площадок-кандидатов на этапе обследования территории.

II.17. При проектировании пункта захоронения следует учитывать тектоническую стабильность и сейсмическую активность площадки, которые могут негативно повлиять на предполагаемую систему захоронения. На этапе подтверждения пригодности площадки необходимо проанализировать информацию о:

- прошлой сейсмической активности на площадке;
- наличии на площадке разрывных нарушений, датированных четвертичным периодом, и времени последнего движения;
- следах активных тектонических процессов, таких как вулканизм;
- оценке наиболее мощного потенциального землетрясения в данных геологических условиях.

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПРОЦЕССЫ

II.18. Следует удостовериться в том, что поверхностные процессы, такие как затопление площадки для захоронения, оползни или эрозия, не происходят с такой частотой или интенсивностью, чтобы повлиять на способность системы захоронения отвечать требованиям безопасности. Площадка для захоронения должна в целом хорошо дренироваться и не иметь зон затопления или частого скопления воды. Накопление воды в зонах дренажа выше по течению в результате выпадения осадков или таяния снега и выхода из строя гидротехнических сооружений, непроходимости русла или

оползней должно быть оценено и сведено к минимуму, чтобы уменьшить объем стоков, которые могут размывать или затопить объект. Следует отдавать предпочтение зонам или площадкам с такими топографическими и гидрологическими характеристиками, которые исключают возможность затопления.

П.19. На этапе обследования территории следует оценить зоны и площадки, подверженные затоплению. Потенциальные площадки могут быть отобраны по принципу наименьшей тяжести последствий затопления. Поверхностные геологические процессы, такие как эрозия, оползни или выветривание, должны быть оценены с точки зрения их частоты и способности повлиять на безопасность системы захоронения. На этапах характеристики площадки и подтверждения пригодности площадки необходимо собрать информацию о:

- топографии площадки, показывающей фактические пути дренажа;
- местонахождении существующих и планируемых поверхностных водоемов;
- определении зон развития оползней и других потенциально неустойчивых склонов, а также материалов с низкой несущей способностью или высоким потенциалом разжижения;
- определении зон местонахождения плохо дренируемых материалов;
- прошлых наводнениях в данном районе;
- зонах дренажа выше по течению.

## МЕТЕОРОЛОГИЯ

П.20. Метеорологическая обстановка на территории, где находится площадка, должна быть охарактеризована таким образом, чтобы влияние неожиданных, экстремальных метеорологических условий могло быть адекватно учтено при проектировании и лицензировании пункта захоронения. Следует оценить потенциал экстремальных метеорологических явлений. Потенциальные площадки могут быть отобраны по принципу наименьшей тяжести последствий таких явлений.

П.21. В процессе выбора площадки необходимо учитывать следующие условия:

- осадки (дождь и снег);
- условия рассеивания потенциальных атмосферных выбросов радиоактивного материала;

- возможность возникновения экстремальных погодных явлений, таких как тропические и внетропические циклоны и ураганы, торнадо, сильные зимние бури и песчаные бури.

П.22. На этапе обследования территории данные об экстремальных погодных условиях, которые могут негативно повлиять на безопасность пункта, должны быть нанесены на карты страны или данного района. На этапах характеризации площадки и подтверждения пригодности площадки необходимо получить информацию о метеорологических условиях с ближайшей(их) метеостанции(й), чтобы спрогнозировать потенциальное воздействие экстремальных осадков на гидрологические и гидрогеологические системы площадки, а также оценить радиоактивные выбросы в окружающую среду во время эксплуатации пункта захоронения. Должны быть собраны следующие типы информации:

- характеристики ветра и атмосферного рассеивания;
- характеристики осадков;
- данные об экстремальных погодных явлениях.

## СОБЫТИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

П.23. Площадка должна быть размещена таким образом, чтобы деятельность, осуществляемая нынешним или будущими поколениями на площадке или вблизи нее, не могла повлиять на изолирующую способность системы захоронения. Следует оценить зоны, находящиеся в непосредственной близости от крупных опасных предприятий, аэропортов или транспортных путей, по которым перевозятся большие объемы опасных материалов. Кроме того, следует оценить территории или площадки на наличие ценных геологических ресурсов или потенциальных будущих ресурсов, включая подземные воды, пригодные для орошения или питьевого водоснабжения, которые могут стать причиной вмешательства, приводящего к утечке радионуклидов в количествах, превышающих допустимые пределы. Площадку следует считать менее пригодной, если предыдущая или будущая деятельность может привести к созданию значительных путей утечки отходов в биосферу. При скрининге потенциальных площадок должно учитываться расстояние до таких объектов и тех мест, где проявляется их воздействие.

II.24. На этапе обследования территории известные месторождения ценных геологических ресурсов, в том числе подземных вод, должны быть нанесены на карту в рамках процесса определения интересующего района. На этапах характеристики площадки и подтверждения пригодности площадки для оценки любого негативного воздействия, которое объекты за пределами площадки могут оказать на проектируемую систему захоронения, необходимо собрать информацию о:

- местонахождении близлежащих опасных объектов, таких как нефтеперерабатывающие и химические заводы, склады, трубопроводы и другие объекты, которые могут оказать влияние на функционирование площадки;
- расположении аэропортов и основных воздушных коридоров и частоте полетов;
- расположении транспортных путей, по которым часто перемещаются опасные материалы.

II.25. На этапе характеристики площадки и подтверждения пригодности площадки для оценки того, может ли прошлая или будущая деятельность по разведке и добыче полезных ископаемых негативно повлиять на систему захоронения, необходимо также собрать следующую информацию:

- данные об известных месторождениях энергетических и минеральных ресурсов, включая подземные воды, и оценки их текущего и прогнозируемого качества и ценности, а также потенциала их использования;
- данные о прошлых и текущих буровых и горнодобывающих работах вблизи площадки.

## ПЕРЕВОЗКА ОТХОДОВ

II.26. Площадка должна быть размещена таким образом, чтобы подъездные пути позволяли транспортировать отходы с минимальным риском для населения. Необходимо учитывать такие параметры, как радиационное облучение и возможность аварии, связанной с перевозкой отходов на площадку для захоронения.



II.27. Для оценки существующих или требующихся подъездных путей необходимо собрать, в частности, следующую информацию:

- описание существующих маршрутов вблизи площадки и анализ их адекватности для перевозки партий отходов;
- данные об ожидаемых улучшениях в существующей транспортной сети;
- оценки общих затрат и рисков, связанных с перевозкой отходов;
- анализ требований и возможностей аварийного реагирования в связи с перевозкой.

## ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ

II.28. В связи с прогнозируемой застройкой и региональным планированием представляющего интерес района должны учитываться вопросы землепользования и землевладения. Будущие формы землепользования вблизи предполагаемой площадки должны быть оценены на предмет потенциального влияния на эксплуатацию и функционирование пункта захоронения. Кроме того, следует оценить, как эксплуатация пункта захоронения повлияет на будущее землепользование вблизи предполагаемой площадки.

II.29. В некоторых государствах юрисдикция над землей или право собственности на землю может быть важным фактором финансовой жизнеспособности и социальной приемлемости пункта захоронения. Своевременное установление контроля над площадкой или права собственности на нее оператором или правительством упростит планирование и оценку площадки, позволит сократить время, необходимое до ввода пункта в эксплуатацию, и уменьшить проблемы, связанные с изъятием земли из хозяйственного оборота.

II.30. Собранная информация должна включать данные о:

- существующих земельных ресурсах, формах землепользования и юрисдикции над этими ресурсами;
- прогнозируемом освоении земель на интересующей территории.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

П.31. Следует исключить из рассмотрения районы с высокой плотностью населения. Выбор площадок-кандидатов должен осуществляться на основе соответствующих факторов пригодности с учетом вероятности будущих нарушений нормального состояния объекта и необходимости радиационной защиты людей, которые могут пострадать в результате утечки радионуклидов из пункта захоронения.

П.32. На этапе обследования территории следует подготовить крупномасштабные карты с указанием основных населенных пунктов и районов с плотностью населения на единицу площади. На этапе характеристики площадки следует собрать более подробные данные на основе последней переписи населения и при необходимости экстраполировать их.

## ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

П.33. Площадка должна быть размещена таким образом, чтобы окружающая среда была адекватно защищена в течение всего срока службы пункта и чтобы потенциальное негативное воздействие могло быть уменьшено до приемлемого уровня с учетом технических, экономических, социальных и экологических факторов. Пункты приповерхностного захоронения должны соответствовать требованиям защиты окружающей среды. Возможные негативные последствия функционирования системы приповерхностного захоронения для окружающей среды включают следующее:

- нарушение нормального состояния окружающей среды в результате строительства и эксплуатации пункта захоронения;
- воздействие на территории, представляющие значительную общественную ценность;
- ухудшение состояния коммунальных источников водоснабжения;
- воздействие на биологические виды, находящиеся под угрозой исчезновения.

П.34. Чтобы оценить потенциальное воздействие на окружающую среду, необходимо собрать информацию о:

- расположении национальных парков и территорий с историческими памятниками и археологическими раскопками;

- существующих ресурсах поверхностных и подземных вод и их качестве;
- существующей наземной и водной растительности и фауне, особенно о видах, находящихся под угрозой исчезновения.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основополагающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности (промежуточное издание), Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3 (Interim), МАГАТЭ, Вена (2011).
- [4] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Elsevier, Amsterdam (2007).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 5, МАГАТЭ, Вена (2010).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Хранение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-6.1, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Классификация радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-1, МАГАТЭ, Вена (2014).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обращение с радиоактивными отходами, образующимися при добыче и переработке руд, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WS-G-1.2, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [11] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Stakeholder Involvement in Decommissioning Nuclear Facilities: International Lessons Learnt, NEA No. 6320, OECD, Paris (2007).
- [12] МЕЖДУНАРОДНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Привлечение заинтересованных сторон к решению ядерных вопросов, INSAG-20, МАГАТЭ, Вена (2015).

- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов (издание 2012 года), Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-6, МАГАТЭ, Вена (2013).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-5, IAEA, Vienna (2008).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок (INFCIRC/225/Revision 5), Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 13, МАГАТЭ, Вена (2012).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся радиоактивных материалов и связанных с ними установок, Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 14, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [17] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012).
- [19] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- [20] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, A Framework for Assessing the Impact of Ionising Radiation on Non-Human Species, ICRP Publication 91, Pergamon Press, Oxford and New York (2003).
- [21] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНОЕ БЮРО ТРУДА, Радиационная защита при профессиональном облучении, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.1, МАГАТЭ, Вена (1999).
- [22] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, IAEA Safety Standards Series No. 31, IAEA, Vienna (2014).
- [24] Система гарантий Агентства (1965 года, расширенная в предварительном порядке в 1966 и 1968 годах), INFCIRC/66/Rev.2, МАГАТЭ, Вена (1968).

- [25] Типовой дополнительный протокол к Соглашению(ям) между государством(ами) и Международным агентством по атомной энергии о применении гарантий, INFCIRC/540 (Corr.), МАГАТЭ, Вена (1998).
- [26] Структура и содержание соглашений между Агентством и государствами, требуемых в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия, INFCIRC/153 (Corr.), МАГАТЭ, Вена (1975).
- [27] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-3, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [28] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение системы управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [29] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система менеджмента для захоронения радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.4, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [30] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Ключевые вопросы практики повышения культуры безопасности, INSAG-15, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [31] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Поддержание знаний, учебной работы и инфраструктуры для НИОКР в области ядерной безопасности, INSAG-16, МАГАТЭ, Вена (2015).
- [32] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Управление изменениями в ядерной промышленности: влияние на безопасность, INSAG-18, МАГАТЭ, Вена (2015).





## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Baekelandt, L.	Федеральное агентство по ядерному контролю, Бельгия
Bennett, D.G.	«ТерраСалус, лимитед», Соединенное Королевство
Bercy, K.	ЭТВ-ЭРОТЕРВ, Венгрия
Bruno, G.	Международное агентство по атомной энергии
Crossland, I.	консультант, Соединенное Королевство
Cummings, R.	«Лоу левел уэйст репозитори, лтд.», Соединенное Королевство
De Preter, P.	«Ондраф/Нирас», Бельгия
Egan, M.	«Куинтесса, лимитед», Соединенное Королевство
Hill, M.	консультант, Соединенное Королевство
Letourneau, M.	Министерство энергетики, Соединенные Штаты Америки
Leverd, P.	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
Metcalf, P.	консультант, Нидерланды
Nys, V.	Федеральное агентство по ядерному контролю, Бельгия
Pellegrini, D.	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
Rowat, J.	Международное агентство по атомной энергии
Simón Cirujano, I.	Совет по ядерной безопасности, Испания
Suber, G.	Комиссия по ядерному регулированию, Соединенные Штаты Америки





# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

## ЗАКАЗ В СТРАНАХ

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

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

### СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

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

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

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

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

### ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

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

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

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

United Kingdom

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

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

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

#### ***Индивидуальные заказы:***

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

#### ***Дополнительная информация:***

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

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

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

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

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

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

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





**Обеспечение безопасности с помощью международных норм**

**МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА**