



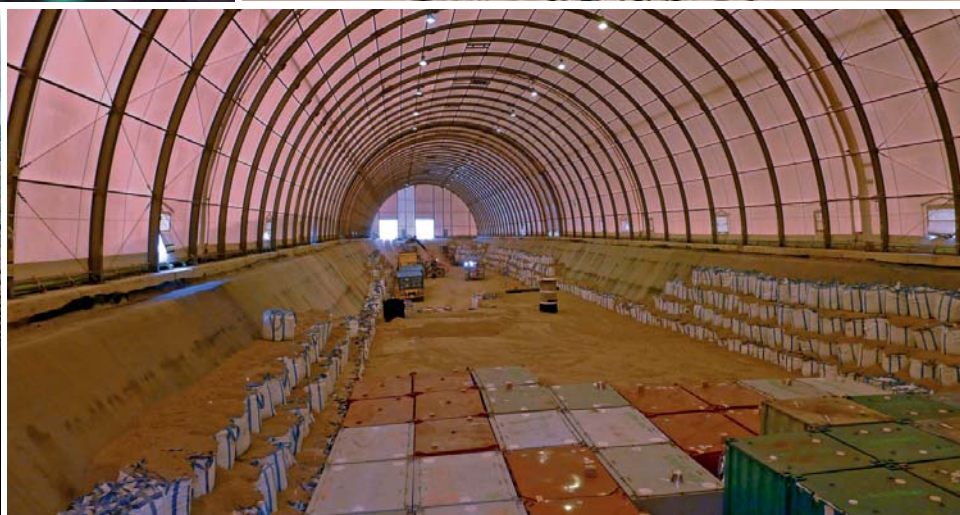
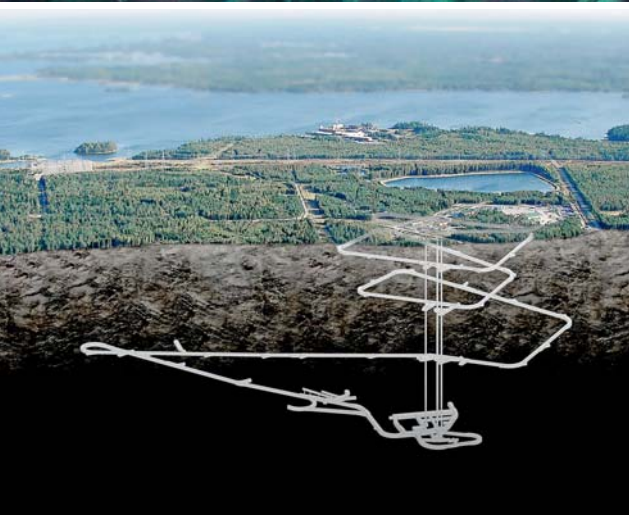
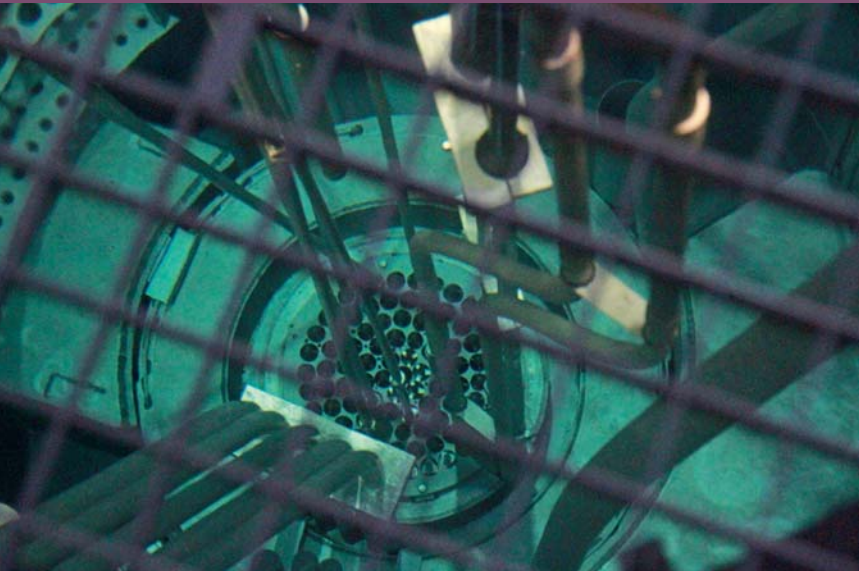
IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

55-3-Сентябрь 2014 • www.iaea.org/bulletin

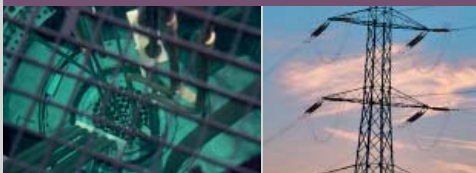


Радиоактивные отходы: решение проблемы





Радиоактивные отходы: решение проблемы



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации

Международное агентство по атомной энергии

P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Тел.: (43-1) 2600-21270

Факс: (43-1) 2600-29610

IAEABulletin@iaea.org

Технический редактор: Аабха Диксит

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется

· в Интернете по адресу www.iaea.org/bulletin

· как мобильное приложение по адресу

www.iaea.org/bulletinapp

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии наличия ссылки на источник. Если указано, что автор материалов не является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на повторную публикацию материала с иной целью, чем простое ознакомление, следует испрашивать у автора или предоставившей данный материал организации.

Взгляды, выраженные в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают взгляды Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не берет на себя ответственности за них.

На обложке:

Ядерные технологии используются во многих областях, включая здоровье человека, сельское хозяйство и выработку электроэнергии. Для обращения с радиоактивными отходами, образующимися в ходе этой деятельности, существуют технологии хранения и захоронения.

(Фото: МАГАТЭ; АНДРА; компания "Посива"; Photodisc)

Читайте этот выпуск на iPad



IAEA

Миссия Международного агентства по атомной энергии состоит в том, чтобы предотвращать распространение ядерного оружия и помогать всем странам – особенно развивающимся – в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданное в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ – единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам – членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

Нормы безопасности МАГАТЭ закладывают систему фундаментальных принципов безопасности и отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов – Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

СОДЕРЖАНИЕ

Бюллетень МАГАТЭ 55-3-Сентябрь 2014

Наука и технологии – основа для безопасного и долгосрочного обращения с радиоактивными отходами	2
Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ	
Что такое радиоактивные отходы?	3
Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
Шаг за шагом: обращение с радиоактивными отходами в течение всего жизненного цикла	5
Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
МАГАТЭ способствует развитию применения норм безопасности и образцовой практики при обращении с радиоактивными отходами	8
Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением	10
Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
Основные соображения: проблема хранения и захоронения отходов	12
Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
Полный жизненный цикл: обращение с изъятыми из употребления закрытыми радиоактивными источниками в Средиземноморском регионе	16
Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	
Кондиционирование радиоактивных источников в Черногории: межрегиональные учебные курсы МАГАТЭ	18
Луиза Поттертон, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ, и Вильмош Фридрих, международный консультант и лектор межрегиональных учебных курсов	
МАГАТЭ привлекает международное сообщество к решению вопросов обращения с радиоактивными отходами	19
Департамент ядерной и физической безопасности МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ	
Будущее: инновационные технологии переработки и захоронения радиоактивных отходов	22
Александр В. Бычков, Департамент ядерной энергии МАГАТЭ	
Правовые аспекты обращения с радиоактивными отходами: соответствующие международно-правовые документы	24
Энтони Уотеролл и Изабель Робин, Бюро по правовым вопросам МАГАТЭ	
Регулирование обращения с радиоактивными отходами на национальном уровне	26
Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ	
Развитие потенциала в области обращения с радиоактивными отходами	27
Омар Юсуф, Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ	

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВА ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО И ДОЛГОСРОЧНОГО ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Ядерные технологии приносят огромную пользу во многих областях, включая здоровье человека, сельское хозяйство и выработку электроэнергии. Обращение с радиоактивными отходами, образующимися в результате деятельности в этих и других областях, часто воспринимается как весьма сложное дело. На самом деле технологии хранения давно и успешно отработаны на практике, а, помимо этого, существуют и технологии захоронения.



Безопасное и долгосрочное обращение с отходами должно иметь под собой прочную научно-техническую базу.

Безопасное и долгосрочное обращение с отходами должно иметь под собой прочную научно-техническую базу. Технологии продолжают развиваться, в том числе в таких областях, как геологическое захоронение высокоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива.

В этой области должна быть создана надлежащая правовая, государственная и регулирующая основа.

Важное значение, однако, имеет и постоянное и полное информирование об этой проблеме общественности. Неудивительно, что именно для тех стран, где безопасность ядерных технологий менее всего беспокоит общественность, характерен

наиболее высокий уровень открытости и прозрачности.

Я решил посвятить Научный форум МАГАТЭ 2014 года технологиям обращения с радиоактивными отходами, потому что мне хотелось предоставить экспертам со всего мира площадку для обсуждения проблем и путей их решения и разъяснения сути технологий более широкой аудитории.

Обеспечение безопасного обращения с отходами и их захоронения – прерогатива каждой отдельной страны, использующей ядерные технологии. Однако страны могут многому научиться на опыте друг друга. Создание форума для обмена опытом и информацией об образцовой практике – одна из главных функций МАГАТЭ.

МАГАТЭ с самого начала активно занималось оказанием помощи государствам-членам в деле безопасного обращения с радиоактивными отходами в целях защиты населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Мы разрабатываем нормы и руководящие материалы по безопасности. Мы публикуем технические отчеты. И мы организуем учебные курсы, семинары-практикумы и технические совещания с целью содействовать безопасному и планомерному осуществлению национальных программ обращения с радиоактивными отходами.

На Научном форуме по теме “Радиоактивные отходы: решение проблемы” будет проведен обзор технологических достижений, касающихся обращения со всеми типами радиоактивных отходов. На нем будут рассмотрены ныне существующие решения и новейшие технологии. Авторитетные эксперты и организации по вопросам обращения с отходами поделятся своими экспертными знаниями.

Цель настоящего издания Бюллетеня МАГАТЭ – дать читателям ясное представление о различных типах радиоактивных отходов и мерах, необходимых для безопасного обращения с ними и их захоронения, а также о роли МАГАТЭ в поддержке усилий государств-членов.

Надеюсь, он окажется полезным и содержательным.

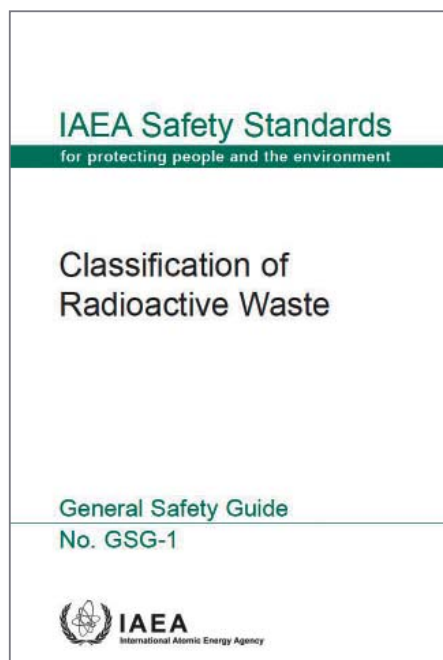
Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

ЧТО ТАКОЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ?

Радиация и радиоактивные вещества естественным образом присутствуют в окружающей среде, но они могут быть и результатом деятельности человека. Они с успехом применяются в целом ряде областей – от производства энергии до медицины, промышленности и сельского хозяйства. Эта деятельность ведет к образованию отходов в различных газообразных, жидких и твердых формах. Эти отходы радиоактивны потому, что атомы в них нестабильны и в процессе трансформации в стабильные спонтанно испускают ионизирующее излучение. Это ионизирующее излучение может иметь потенциально вредные последствия. Этим и обусловлена важность безопасного обращения с отходами для защиты населения и окружающей среды и недопущения того, чтобы проблема отходов встала в полный рост перед будущими поколениями.

Радиоактивные отходы образуются в результате производства электроэнергии на АЭС, а также осуществления операций ядерного топливного цикла, таких как изготовление топлива, и другой деятельности в рамках ядерного топливного цикла, например добычи и переработки урановой и ториевой руд. В одних странах отработавшее ядерное топливо квалифицируется как радиоактивные отходы, поскольку другого применения ему не находится. В других странах отработавшее ядерное топливо становится сырьем для дальнейшей переработки. В самом процессе переработки образуются высокоактивные и тепловыделяющие отходы, которые обычно кондиционируются в стеклянной матрице, а также другие типы радиоактивных отходов, такие как металлическая оболочка, которая снимается с тепловыделяющих элементов перед обработкой.

Радиоактивные отходы также образуются в результате самой разнообразной деятельности в промышленности, медицине, НИОКР и сельском хозяйстве. Большинство отходов такого типа – это изъятые из употребления закрытые радиоактивные источники. Закрытые источники применяются в разных сферах: например, высокоактивные кобальтовые источники применяются в лечении онкологических заболеваний. В них находится радиоактивный материал, постоянно запечатанный в капсуле. Источники превращаются в радиоактивные отходы, если они больше не используются или становятся непригодными для использования по первоначальному назначению. Радиоактивные отходы также становятся результатом деятельности и процессов, в которых радиоактивный материал природного происхождения в концентрированном виде попадает в отходы. Один из таких примеров – это обедненный уран, побочный продукт изготовления топлива, который может быть также отнесен к категории отходов, если не планируется его дальнейшее использование.



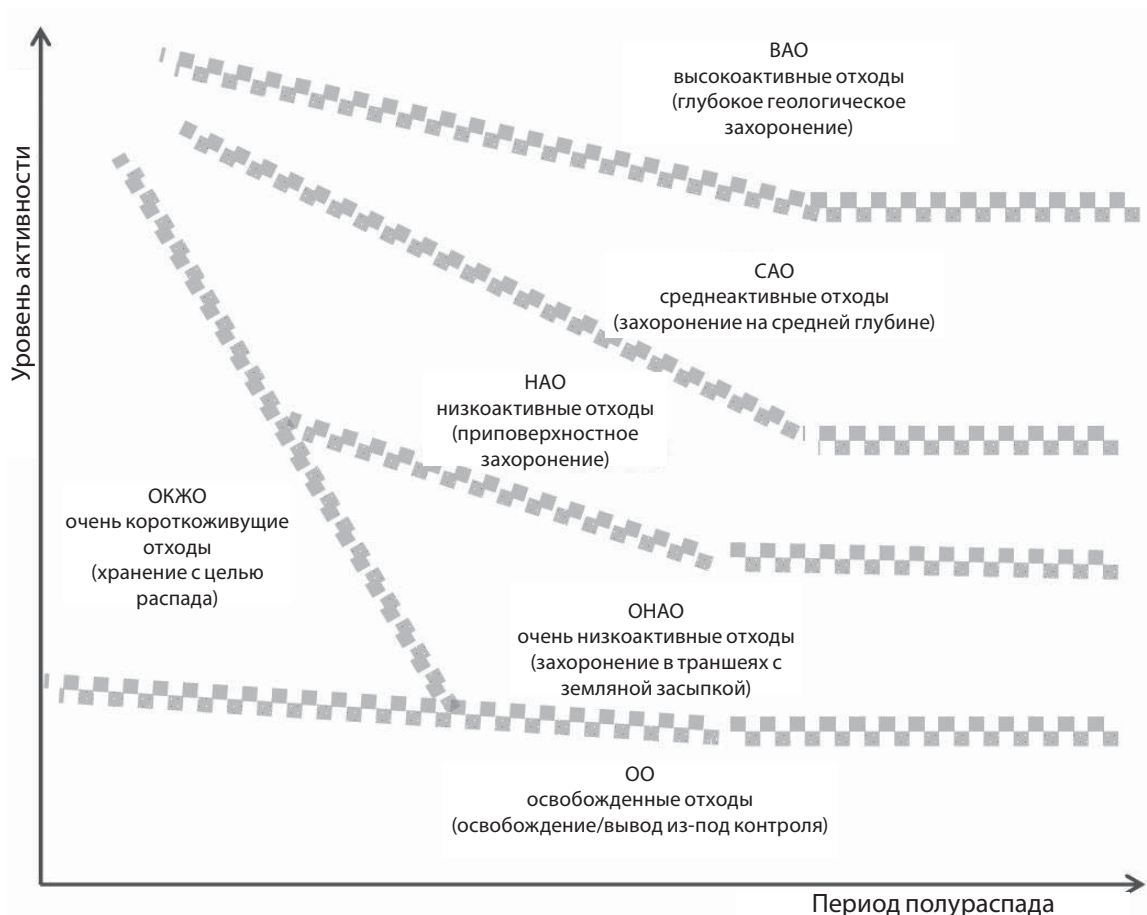
МАГАТЭ устанавливает нормы безопасности с тем, чтобы облегчить надлежащее обращение с радиоактивными отходами. Среди них – руководство по безопасности, содержащее общие нормы классификации радиоактивных отходов: “Классификация радиоактивных отходов”.

Вывод из эксплуатации ядерных установок и очистка загрязненных площадок также ведут к образованию радиоактивных отходов, которые требуют обращения и, в конечном итоге, захоронения. В этой деятельности используется множество разных методов для минимизации объема радиоактивных отходов, но она все же приводит к накоплению разных количеств строительного материала, такого как бетон и металл. Очистка площадок неизбежно требует удаления загрязненной почвы.

Радиационные риски, которым могут подвергаться работники, население и окружающая среда в результате контакта с радиоактивными отходами, должны оцениваться и при необходимости контролироваться. Радиоактивные отходы различаются не только по содержанию радиоактивных веществ и концентрации их активности, но и по физическим и химическим свойствам. Общей характеристикой всех радиоактивных отходов является их потенциальная опасность для людей и окружающей среды. Эта потенциальная опасность может варьироваться от обычной до значительной.

Для того чтобы снизить все риски, связанные с этими опасностями, до приемлемых уровней, при выборе формы обращения с радиоактивными отходами и их захоронения должны приниматься во внимание неодинаковые характеристики и свойства радиоактивных отходов, а также круг потенциальных

Система классификации отходов МАГАТЭ, 2009 год



опасностей. Кроме того, должен учитываться весь цикл обращения с радиоактивными отходами – от момента образования отходов до их захоронения. Это предполагает переработку потока отходов таким образом, чтобы отходы приобрели устойчивые и твердые формы, были уменьшены в объеме и иммобилизованы, насколько это возможно с практической точки зрения, а также помещение их в контейнеры с целью облегчить их хранение, перевозку и захоронение. В некоторых случаях радиоактивные отходы могут также представлять угрозу для безопасности, которую необходимо учитывать и должным образом уменьшать при обращении с такими отходами.

Чтобы обеспечить надлежащее обращение с отходами, МАГАТЭ устанавливает нормы безопасного обращения с радиоактивными отходами, которые включают в себя руководства по классификации радиоактивных отходов по их физическим, химическим и радиологическим свойствам. Эти нормы облегчают применение надлежащих методов обращения и выбор безопасных площадок для захоронения радиоактивных отходов.

МАГАТЭ устанавливает нормы безопасности с тем, чтобы облегчить надлежащее обращение с радиоактивными отходами. Среди них – руководство по безопасности, содержащее общие нормы

классификации радиоактивных отходов: «Классификация радиоактивных отходов» (Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-1). Главный упор в этой системе классификации сделан на долгосрочную безопасность, которая требует применения надлежащих подходов к захоронению и обращению, учитывающих разные типы отходов. В ней выделены шесть классов отходов: освобожденные отходы (ОО), очень короткоживущие отходы (ОКЖО), очень низкоактивные отходы (ОНАО), низкоактивные отходы (НАО), среднеактивные отходы (CAO) и высокоактивные отходы (BAO).

Безопасной формой долгосрочного обращения с отходами классов ОКЖО, НАО, CAO и BAO является их захоронение. В этой классификации разные классы отходов увязываются со способами их захоронения, которые в принципе являются приемлемыми. Необходимо продемонстрировать, что захоронение конкретного типа отходов на конкретной площадке для захоронения является приемлемым.

Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ

ШАГ ЗА ШАГОМ: ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

1 *Радиоактивные отходы – это неизбежный побочный продукт использования ядерных технологий для производства электроэнергии и в разных полезных видах деятельности в медицине, сельском хозяйстве и промышленности.*



(Фото: Магдалена Абланедо Алькала)

Когда уровень радиоактивности отходов превышает некое предельное значение, отходы требуют специальных методов захоронения. Благодаря обширным исследованиям были выработаны нормы и подходы для безопасной подготовки и организации захоронения радиоактивных отходов.

На своем пути от места образования к месту захоронения радиоактивные отходы проходят ряд этапов обработки перед захоронением, в ходе которых они преобразуются в безопасную, устойчивую и управляемую форму, пригодную для перевозки, хранения и захоронения.



Пассивно-активная система анализа нейтронного потока методом дифференциального затухания (PANDDATM) – система гамма-спектрометрии высокого разрешения с устройством контроля контейнеров. (Фото: "Пахарито сайенцифик корпорейшн", США)



Сортировочный бокс для разделения отходов. (Фото: "Данрей сайт ресторейшн, лтд." и Управление по выводу из эксплуатации ядерных объектов (УВЭ), Соединенное Королевство)

2 Характеризация

Характеризация – это метод, позволяющий получить информацию о физических, химических и радиологических свойствах отходов для установления надлежащих требований безопасности и потенциальных способов обработки, а также для обеспечения соблюдения действующих требований к хранению и захоронению. Для установления присутствия или поиска опасных материалов или запрещенных предметов используются также радиографический и другие томографические методы.

3 Предварительная обработка

На этапе предварительной обработки отходы подготавливаются к обработке, что может предполагать сортировку и разделение разных типов отходов, а также их уменьшение в размере или измельчение для оптимизации процессов обработки и захоронения. При помощи методов дезактивации сокращается объем отходов, требующих обработки, благодаря чему сокращаются затраты на захоронение.



Установка "Суперкомпактор" для контейнеров с твердыми отходами. (Фото: "Теоллисууден воймай ой" (ТВО), Финляндия)



Герметизированная в цементе оболочка топлива из магнокса в Селлафилде. (Фото: "Селлафилд, лтд.", Соединенное Королевство)

4 Обработка

На этапе обработки производится сокращение объема отходов, удаление из отходов радионуклидов, а нередко и изменение их физического и химического состава. Существуют технологии обработки как жидких, так и твердых отходов.

5 Кондиционирование

На этапе кондиционирования отходы преобразуются в безопасную, стабильную и управляемую форму для перевозки, хранения и захоронения. К обычным формам отходов, кондиционированных для захоронения, относятся герметизированные или отвержденные отходы в цементе, битуме или стекле. Методы кондиционирования призваны замедлить выброс в окружающую среду радионуклидов, которые излучаются захороненными отходами.



Пункт долгосрочного хранения низкоактивных отходов.
(Фото: Центральная организация по радиоактивным отходам (ЦОРО), Нидерланды)



Захоронение низкоактивных отходов в хранилище в департаменте Об.
(Фото: Национальное агентство по обращению с радиоактивными отходами ("Андра"), Франция)



Подземные разведочные работы для нужд технико-экономического обоснования глубокого геологического захоронения высокоактивных отходов.
(Фото: компания "Посива", Финляндия)

6 Хранение

Необработанные и обработанные отходы должны храниться в безопасном и защищенном месте и при необходимости извлекаться. Требования к хранению зависят от типа отходов, и хранение может быть краткосрочным – до завершения радиоактивного распада – либо долгосрочным, до тех пор пока отходы не будут безопасно перемещены на подходящую площадку для захоронения.

На всех пунктах хранения отходов должен действовать режим мониторинга целостности упаковки отходов для обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

7 Захоронение

Надлежащий способ захоронения и необходимая степень изоляции и локализации зависят от свойств отходов и длительности периода, в течение которого отходы остаются радиоактивными.

Пригодность отходов для захоронения на той или иной конкретной площадке должна быть продемонстрирована при помощи обоснования безопасности и сопутствующей оценки безопасности данной площадки.

Текст: Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ

МАГАТЭ СПОСОБСТВУЕТ РАЗВИТИЮ ПРИМЕНЕНИЯ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБРАЗЦОВОЙ ПРАКТИКИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

МАГАТЭ проводит работу по содействию обеспечению высокого уровня безопасности, поскольку это способствует развитию мирного использования ядерной энергии во всем мире. Устав МАГАТЭ уполномочивает его устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм. Устав также уполномочивает МАГАТЭ способствовать обмену научными и техническими сведениями с целью развития использования атомной энергии в мирных целях.

Для этого МАГАТЭ разрабатывает нормы безопасности в различных областях, включая безопасность обращения с радиоактивными отходами. Эти нормы, выпускаемые в рамках Серии норм безопасности МАГАТЭ, отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей от вредного воздействия ионизирующих излучений и охраны окружающей среды.

МАГАТЭ также приступило к разработке Серии изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, целью которой является содействие внедрению образцовой практики при мирном использовании ядерных технологий, и, в частности при обращении с радиоактивными отходами. Эти две серии изданий должны дополнять друг друга.

Серия норм безопасности МАГАТЭ

В Серии норм безопасности МАГАТЭ излагаются основополагающие принципы, требования и меры безопасности, применяемые с целью контроля облучения людей и радиоактивных выбросов в окружающую среду. В нормах рассматриваются вопросы предотвращения инцидентов, которые могут привести к утрате контроля за активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или любым другим источником излучения, а также смягчения последствий таких событий, если они происходят. Нормы безопасности разрабатываются для использования применительно к установкам и видам деятельности, приводящим к возникновению радиационных рисков, таким как ядерные установки, использование радиационных и радиоактивных материалов, перевозка радиоактивных материалов

и обращение с радиоактивными отходами. Нормы выпускаются в трех категориях:

Основы безопасности (Основополагающие принципы безопасности) содержат основополагающую цель безопасности и принципы и концепции защиты и безопасности и служат основой для Требований безопасности.

Требования безопасности устанавливают условия, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Требования регулируются целями и принципами Основ безопасности. Требования должны выполняться; если они не выполняются, то должны приниматься меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности.

Руководства по безопасности содержат рекомендации и руководящие материалы по соблюдению Требований безопасности. В руководствах представлена международная образцовая практика, и они во все большей степени отражают наилучшую практику с целью помочь пользователям достичь высоких уровней безопасности.

Нормы безопасности МАГАТЭ являются основой для предоставляемых государствам-членам услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности. Кроме того, эти нормы используются МАГАТЭ в поддержку развития компетенции, включая разработку образовательных программ и учебных курсов.

Устав МАГАТЭ связывает деятельность МАГАТЭ с этими нормами безопасности и требует, чтобы государства-члены также руководствовались этими нормами при осуществлении деятельности с использованием помощи МАГАТЭ. Нормы безопасности МАГАТЭ также оказывают государствам поддержку в выполнении их обязательств в рамках международных конвенций, содержащих требования, имеющие обязательную силу для договаривающихся сторон.

Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии

Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии содержит руководящие материалы и информацию по вопросам ядерной энергетики, ядерного топливного цикла, обращения с радиоактивными отходами и

снятия с эксплуатации установок, включая общие темы, имеющие отношение ко всем этим областям. Информация в этой серии изданий основывается на экспертных знаниях представителей государств-членов, участвующих в работе технических рабочих групп. Целью этой серии изданий является оказание помощи государствам-членам, которые осуществляют или планируют ядерную деятельность, и ее структура включает следующие уровни:

Публикация **“Основные принципы”** в Серии изданий по ядерной энергии содержит описание обоснования и видения в отношении использования ядерной энергии в мирных целях.

В публикациях **“Цели”** в Серии изданий по ядерной энергии разъясняются ожидаемые цели, которые должны быть достигнуты в разных областях на различных этапах осуществления.

В публикациях **“Руководства”** в Серии изданий по ядерной энергии содержатся рекомендации высокого уровня относительно путей достижения целей, которые имеют отношение к различным темам и областям, связанным с использованием ядерной энергии в мирных целях.

В публикациях **“Технические доклады”** в Серии изданий по ядерной энергии предоставляется дополнительная, более подробная информация о видах деятельности, имеющих отношение к различным областям, которым посвящена Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии.

Серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии также содействует научно-исследовательской работе в государствах-членах и практическому применению ядерной энергии в мирных целях. Это включает практические примеры и извлеченные уроки, которые могут использоваться, наряду с прочими, энергопредприятиями, владельцами и операторами установок, организациями технической поддержки, исследователями и правительственными должностными лицами.

Серии изданий МАГАТЭ: элементы целого

Эти две серии изданий МАГАТЭ представляют собой элементы международной системы договорно-правовых документов, международных норм и руководящих материалов, национальных требований и промышленных стандартов, которые в целом образуют всеобъемлющую систему для эффективного управления ядерной энергией и обращения с радиоактивными отходами с целью защиты людей от вредных эффектов ионизирующих излучений и охраны окружающей среды.

Видное место в ряду договорно-правовых документов, связанных с обращением с радиоактивными отходами, занимает Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами

(Объединенная конвенция). Объединенная конвенция является единственным имеющим обязательную силу международным договорно-правовым документом для Договаривающихся сторон в области безопасности обращения с отработавшим топливом и обращения с радиоактивными отходами. МАГАТЭ выполняет функции депозитария Объединенной конвенции и ее научного секретариата. Цели Конвенции являются следующими:

i) достичь и поддерживать высокий уровень безопасности обращения с отработавшим топливом и с радиоактивными отходами во всем мире путем укрепления национальных мер и международного сотрудничества, в том числе в соответствующих случаях технического сотрудничества в области безопасности;

ii) обеспечить, чтобы на всех стадиях обращения с отработавшим топливом и с радиоактивными отходами имелись эффективные средства защиты от потенциальной опасности, с тем чтобы защитить отдельных лиц, общество в целом и окружающую среду от вредного воздействия ионизирующих излучений таким образом, чтобы нужды нынешнего поколения удовлетворялись без ущерба для возможности будущих поколений реализовывать свои нужды;

iii) предотвращать аварии с радиологическими последствиями и смягчать последствия таких аварий в том случае, если они произойдут на любой стадии обращения с отработавшим топливом или с радиоактивными отходами.

Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ

ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПЕРЕД ЗАХОРОНЕНИЕМ

Признание важности безопасного обращения с радиоактивными отходами означает, что в течение ряда лет было разработано много проверенных и эффективных методов и ядерная отрасль и правительства накопили значительный опыт в этой области.

Минимизация отходов – это основополагающий принцип, определяющий проектирование и осуществление всех ядерных работ наряду с повторным использованием и рециркуляцией отходов. В отношении остальных образующихся радиоактивных отходов необходимо иметь четкий план (называемый путем переработки отходов), обеспечивающий безопасное обращение с радиоактивными отходами и, в конечном счете, их безопасное захоронение, с тем чтобы гарантировать устойчивое долгосрочное развертывание ядерных технологий.

Выбранный вариант переработки будет определяться государственной политикой и национальными регулирующими положениями в области обращения с ядерными отходами, однако общая стратегия состоит в концентрации и локализации радиоактивных отходов и изоляции их от людей и окружающей среды. Для осуществления этой стратегии организация, в которой образуются отходы (оператор атомной электростанции, горнодобывающая компания, медицинское учреждение и т.д.), должна выполнить ряд операций, предшествующих захоронению отходов, включая определение их характеристик,

предварительную обработку, обработку, кондиционирование и хранение.

Все эти работы выполняются подготовленным персоналом в соответствии с установленными руководящими принципами радиационной защиты, безопасности и физической безопасности.

МАГАТЭ установило жесткие правила обращения с радиоактивными отходами, с тем чтобы гарантировать, что все работы выполняются в соответствии со строгими нормами в отношении безопасности и физической безопасности.

Прежде, чем выбрать стратегию или технологию обращения с отходами, необходимо установить и понять источник отходов и темпы образования отходов, а также объемы и характеристики отходов. Это позволяет выбрать соответствующую стратегию обработки, обеспечивающую совместимость окончательной формы отходов с избранным путем захоронения.

После того, как поняты характеристики, отходы необходимо преобразовать в форму, пригодную для захоронения. Первым этапом является подготовка отходов к обработке. Она может включать разделение с целью отделения загрязненных предметов от незагрязненных, уменьшение размеров или корректировку химических свойств, таких как водородный показатель pH, для облегчения последующей переработки.

При выполнении работ, предшествующих обработке, может также использоваться процесс дезактивации,

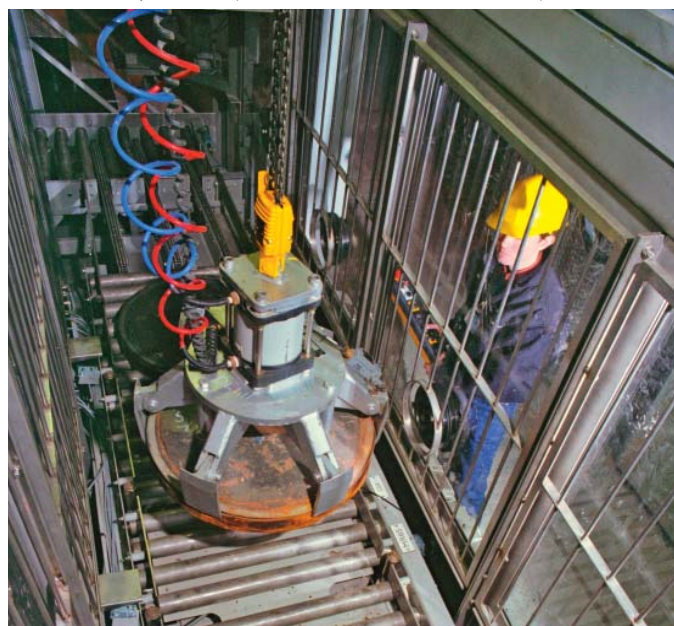
Для сбора радиоактивных отходов часто используются 200-литровые контейнеры

(Фото: "Проект по усовершенствованной переработке смешанных отходов", министерство энергетики, США)



Технологический процесс прессования под высоким давлением позволяет уменьшить высоту 200-литрового контейнера до менее чем 10 см

(Фото: компания "Данрей сайт ресторейшн лтд" и Управление по выводу из эксплуатации ядерных объектов (УВЭ), Соединенное Королевство)





Остекловывание является практически целесообразным и эффективным вариантом кондиционирования радиоактивных и опасных химических отходов.

(Фото: Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория, США)

при котором радионуклиды удаляются с поверхностей зданий или компонентов с помощью физических (например, пескоструйная обработка) или химических средств воздействия (например, путем мойки специальным раствором, позволяющим выборочно удалять радионуклиды с поверхностей).

Методы дезактивации особенно полезны, когда радиоактивное загрязнение неравномерно распределено по большой площади поверхности, например, по этажам или трубопроводам, поскольку применение этих методов существенно уменьшает объем отходов, требующих обработки.

После того, как отходы подготовлены надлежащим образом, следующим шагом является обработка. Вообще говоря, целью процессов обработки является уменьшение объема радиоактивных отходов, для того чтобы повысить безопасность или снизить стоимость дальнейших этапов обращения, таких как хранение или захоронение.

Обработка обычно приводит к образованию двух потоков: потока небольшого объема, содержащего большинство радионуклидов, которые будут впоследствии кондиционированы для хранения и захоронения, и дезактивированного потока большего объема, который может быть направлен далее для сброса или захоронения в качестве нерадиоактивных отходов.

В зависимости от характера отходов и требований к форме отходов на выбранной площадке захоронения, могут быть использованы разнообразные методы обработки отходов.

Два типичных примера – это сжигание твердых отходов и выпаривание жидких отходов. В то время как сжигание позволяет уменьшить объемы твердых отходов, обеспечивая концентрацию радиоактивности в небольшом объеме пепла, при выпаривании жидких отходов получается небольшой объем радиоактивного жидкого концентрата. На последующем этапе кондиционирования пепел или жидкий концентрат подвергают дальнейшей обработке, преобразуя его



в форму, в которой обеспечивается эффективная иммобилизация радиоактивности. Этот этап известен как кондиционирование.

При кондиционировании уменьшается риск, связанный с отходами, и отходы подготавливаются к последующей обработке, перевозке, хранению и захоронению. Обычно его производят путем смешивания отходов с цементным порошком и водой, после чего происходит затвердевание смеси в соответствующем контейнере.

Альтернативные методы кондиционирования предусматривают иммобилизацию радионуклидов в стеклянной, асфальтовой, полимерной или минеральной матрице. Все эти методы позволяют уменьшить возможность поступления радионуклидов в окружающую среду вследствие миграции или дисперсии. Конечным продуктом такой переработки является упаковка с радиоактивными отходами, представляющая собой иммобилизованные отходы, заключенные в контейнер.

Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ

ОСНОВНЫЕ СООБРАЖЕНИЯ: ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

Установка для хранения НАВОГ, Центральная организация по радиоактивным отходам (ЦОРО), Нидерланды

(Фото: «COVRA», Нидерланды)



Когда говорят о принятии ядерной технологии и использовании радиоактивных материалов, одним из наиболее спорных вопросов является их окончательное захоронение.

Период времени, по истечении которого радиоактивные отходы и отработавшее ядерное топливо могут быть объявлены отходами, более не представляющими потенциальной опасности для здоровья людей или для окружающей среды, может быть самым различным. Он может составлять от нескольких месяцев или лет для некоторых типов радиоактивных отходов до тысячелетий для отходов высокого уровня активности и сотен тысяч лет для отработавшего топлива. Поэтому правительства и граждане испытывают понятную обеспокоенность по поводу безопасности в краткосрочном и долгосрочном плане.

Безопасность в долгосрочном плане достигается посредством захоронения, а в период до создания соответствующей установки по захоронению безопасное обращение обеспечивается путем хранения. Хотя во всем мире осуществлены или разрабатываются безопасные и устойчивые решения этой проблемы, никогда не оказывается достаточным просто воспроизвести одно то же решение в другом месте. Для каждой установки должна быть оценена безопасность, а заявка на выдачу лицензии, подкрепленная обоснованием безопасности, должна быть рассмотрена компетентным органом. Тем самым в полной мере гарантируются учет понятной

обеспокоенности правительств и граждан и защита людей и охрана окружающей среды. Процесс лицензирования установки часто затягивается, и в связи с этим возникает необходимость безопасного краткосрочного хранения отходов перед их захоронением.

Хранение отходов

Хранение может быть потребоваться на любом этапе процесса обращения с отходами и может служить нескольким целям, таким как обеспечение распада короткоживущих радионуклидов, отвод образующегося тепла, или выдержка для накопления достаточного объема отходов, позволяющего произвести их эффективную переработку, или же обеспечение удержания и изоляции отходов до тех пор, пока не будет осуществлен надлежащий путь к захоронению.

Хранение определяют как содержание радиоактивных источников, отработавшего топлива или радиоактивных отходов в установке, которая обеспечивает их изоляцию, с намерением их последующего извлечения. Поэтому хранение по определению является промежуточной мерой.

Для обеспечения безопасного, допускающего извлечение, контролируемого и надежного хранения отходов, гарантирующего защиту работников, населения и охрану окружающей среды, требуется система хранения, состоящая из двух основных компонентов - упаковки с отходами и собственно

Схематическое изображение системы для хранения

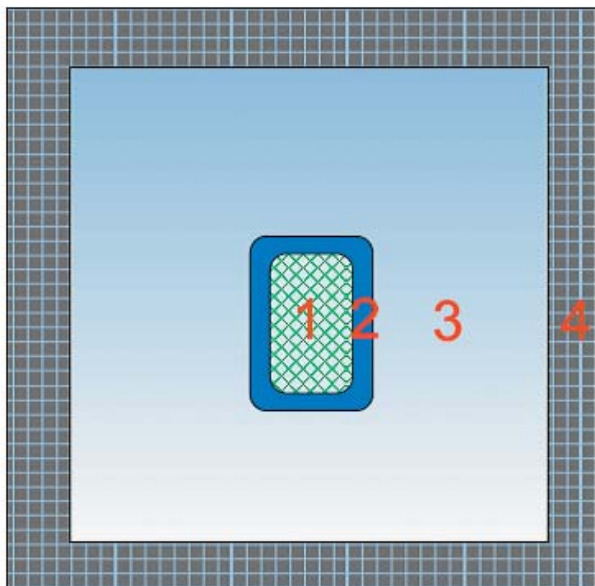


Рисунок: Промышленные руководящие материалы, ноябрь 2012года: "Interim Storage of Higher Activity Waste Packages — Integrated Approach" ("Промежуточное хранение упаковок с отходами более высокого уровня активности — комплексный подход"), Управление по снятию с эксплуатации ядерных объектов, Соединенное Королевство

Хранилище отходов в упаковках - физические и экологические уровни защиты

1. Первичным барьером является кондиционированная форма отходов.
2. Вторичным барьером является контейнер для отходов.
3. Контроль среды в хранилище важен для сохранения целостности формы отходов и контейнера для отходов.
4. Конструкция хранилища является последним уровнем погодной/атмосферной защиты упаковки с отходами, и она является также важным элементом обеспечения физической сохранности отходов.

установки для хранения. Эти два компонента тесно связаны между собой, поскольку свойства и поведение одного из них оказывают большое влияние на конструкцию другого. Для обеспечения того, чтобы система удовлетворяла необходимым требованиям в отношении безопасности и регулирования, эти два компонента необходимо надлежащим образом проанализировать. На приведенном ниже рисунке схематически показана система для хранения.

Упаковка с отходами состоит из отходов в определенной форме и контейнера. Предпочтительной формой отходов является стабильный твердый продукт, который может быть получен с помощью надлежащего метода кондиционирования, такого как цементирование или остекловывание. Контейнер обеспечивает безопасное удержание радиоактивного материала в течение необходимого периода хранения и в период захоронения, и будет иметь конструктивные особенности, необходимые для выполнения операций по манипуляции и укладке в хранилище. Справа показаны некоторые обычно используемые контейнеры.

В хранилище обеспечивается такая рабочая среда, что за период хранения не происходит деградации упаковок с отходами, и сохраняется возможность их безопасного извлечения и перемещения на установку для захоронения. Поэтому тип здания хранилища и его внутренняя структура связаны с типом и классификацией хранящихся в нем отходов.

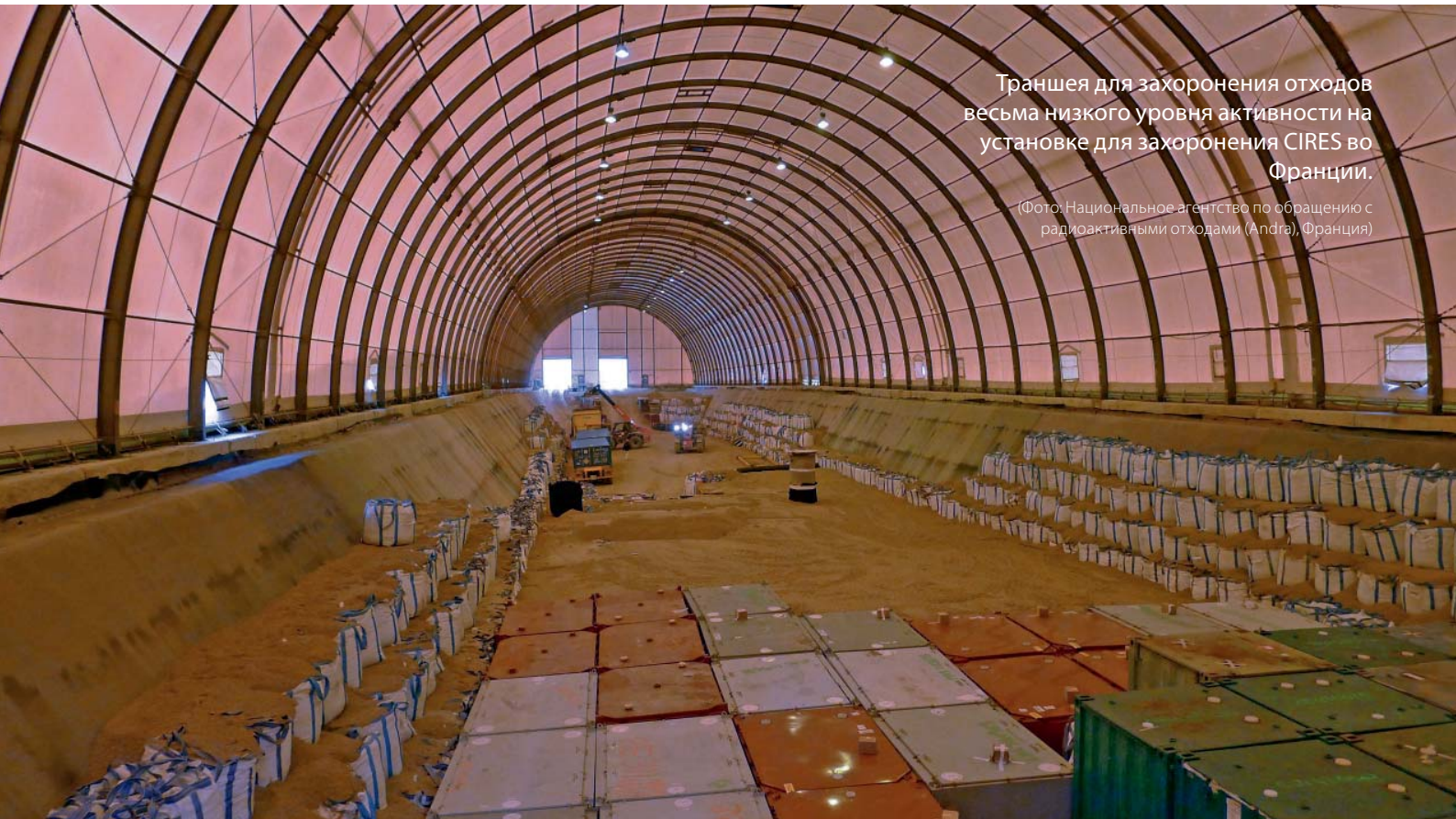
Отходы низкого уровня, обычно хранящиеся в 200-литровых стальных бочках или металлических контейнерах и, вероятно, предназначенные для захоронения в недалеком будущем, требуют простых мер по хранению, поскольку их экранирование не требуется. Подходящей конструкцией может быть

здание промышленного типа, способное обеспечить защиту от воздействия местного климата, с прочным бетонным полом и дверями для доступа персонала

Вверху слева: 200-литровый стальной контейнер; вверху справа: бетонные боксы; внизу: контейнер из нержавеющей стали для высокоактивных отходов (ВАО)

(Фото вверху слева: МАГАТЭ; вверху справа: компания "Магнокс лимитид", Соединенное Королевство; внизу: компания "Селлафилд лтд", Соединенное Королевство)





Траншея для захоронения отходов
весьма низкого уровня активности на
установке для захоронения CIREs во
Франции.

(Фото: Национальное агентство по обращению с
радиоактивными отходами (Andra), Франция)

и транспортных средств, а также оборудованное средствами для контроля и инспекций; может также оказаться необходимым контроль влажности.

Для хранения долгоживущих остеклованных отходов высокого уровня активности или отработавшего ядерного топлива требуется тщательно спроектированная, технически сложная установка, обеспечивающая дистанционное манипулирование, экранирование, теплоотвод и стабильную рабочую среду в течение необходимого периода хранения. Такая установка должна также обеспечить соответствующую физическую безопасность и, в случае отработавшего ядерного топлива, применение гарантий в отношении делящихся материалов.

В последние годы, главным образом ввиду отсутствия имеющих разрешения установок для захоронения, рядом государств-членов в качестве меры по уменьшению риска в случае задержек с вводом в эксплуатацию установки для окончательного захоронения рассматривается длительное хранение (например, до 100 лет). Такое длительное хранение влечет за собой необходимость принятия дополнительных мер, с тем чтобы обеспечить постоянный удовлетворительный контроль и защиту упаковок с отходами и самой установки и продемонстрировать, в том числе посредством учета старения материалов и конструкций, что безопасность установки гарантируется в течение запланированного периода и что выдана соответствующая лицензия.

Установка НАВОВ в Нидерландах является примером современной установки для длительного хранения остеклованных отходов высокого уровня активности после переработки и отработавшего топлива исследовательских реакторов. Даже в этом примере хранение может рассматриваться только в качестве временного решения, осуществляемого с намерением и ввиду необходимости в конечном счете извлекать отходы для дальнейшего обращения. Захоронение – это единственное окончательное решение для обращения с радиоактивными отходами, способное обеспечить пассивную долгосрочную безопасность.

Захоронение отходов

Для захоронения существуют различные решения, которые можно в широком смысле классифицировать как:

- установки для приповерхностного захоронения, используемые для отходов весьма низкого и низкого уровня активности; и
- установки для геологического захоронения, используемые для захоронения среднеактивных, высокоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива, заявленного как отходы.

Очень низкоактивные отходы (ОНАО) и низкоактивные отходы (НАО) представляют потенциальную опасность в течение периодов времени, не превышающих несколько столетий. Их можно безопасно хранить в приповерхностном хранилище.

Во всем мире насчитывается около 140 установок для приповерхностного захоронения, причем часть их эксплуатируется, а некоторые даже уже закрыты. Эффективными решениями по захоронению ОНАО являются поверхностные засыпные траншеи, снабженные ограниченной системой барьеров. В решениях по захоронению НАО используются в сочетании свойства площадки и такие инженерные барьеры, как облицовка, бетонные камеры для захоронения и конструктивные особенности, предусматривающие водоотвод с целью обеспечения необходимой защиты.

Среднеактивные отходы (САО), высокоактивные отходы (ВАО) и отработавшее топливо (ОТ), заявленное в качестве отходов, представляют опасность на протяжении сотен тысяч лет. Поэтому они требуют захоронения в стабильной геологической среде, способной обеспечивать долгосрочную безопасность без вмешательства человека в течение нескольких тысяч (в случае САО) или несколько сотен тысяч лет (в случае ВАО и ОТ).

Технология захоронения НАО и САО хорошо отработана, и во всем мире находится в эксплуатации несколько установок для геологического захоронения НАО и САО.

Несколько стран (Швеция, Финляндия и Франция) добились успехов в разработке установок для геологического захоронения ВАО, включая отработавшее топливо, и ожидается, что такие установки будут введены в эксплуатацию к 2025 году.

Несмотря на эти успехи, осуществление стратегий захоронения остается одной из самых больших современных проблем в сфере обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами во многих государствах-членах.

С технической точки зрения и с точки зрения безопасности геологическое захоронение осуществимо. Оказалось, что для безопасного геологического захоронения подходят различные типы вмещающих пород, и были разработаны обоснования безопасности для захоронения в кристаллических породах (например, в Финляндии, Швеции), осадочных (то есть, глинистых) породах (например, во Франции) и в эвапоритовых (то есть, галитных) породах (например, в Германии).

Вначале анализируют пригодность площадки, например, путем оценки того, не препятствует ли риск сейсмической активности, вулканической деятельности или присутствие природных ресурсов размещению на данной площадке установки для геологического захоронения. При дальнейшем исследовании характеристики площадки определяются с такой степенью детализации, которая обеспечивает уверенное понимание соответствующих природных особенностей и процессов, особенно в отношении того, какой вклад они вносят в удержание и изоляцию радионуклидов в отходах и отработавшем топливе и как они тем самым способствуют обеспечению долгосрочной безопасности.

Установка SFR для геологического захоронения отходов находящейся в эксплуатации атомной электростанции в Швеции

(Фото: Шведская компания по обращению с ядерным топливом и отходами (СКБ), Швеция)



Вмещающая геологическая формация, используемая для глубокого геологического захоронения финского отработавшего ядерного топлива

(Фото: компания "Посива", Финляндия)



Помимо этих природных свойств площадки, анализируются и учитываются инженерно-технические особенности, такие как форма отходов, упаковка отходов и любые буферные и герметизирующие устройства, которые могут быть установлены и также способствуют удержанию и тем самым обеспечению долгосрочной безопасности. И действительно, отходы перерабатываются в такие формы, которые на длительные сроки ограничивают выход из них радиоактивности (например, путем заключения в матрицу из стекла в случае ВАО). Затем они кондиционируются в упаковки для захоронения, предотвращающие любой контакт с водой в течение заданных периодов времени (например, нескольких сотен тысяч лет в случае медных контейнеров в шведском и финском проектах установки для геологического захоронения).

Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ

ПОЛНЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ: ОБРАЩЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ



1 В некоторых странах Средиземноморья нет ни одного объекта, подходящего для безопасного обращения с радиоактивными отходами, такими как изъятие из употребления радиоактивные источники, или для их захоронения. Изъятые из употребления радиоактивные источники могут быть потеряны, похищены или оставлены без присмотра, то есть выйти из-под контроля регулирующих органов.



2 Утрата контроля за изъятими из употребления источниками создает серьезную угрозу населению и окружающей среде.



3 По просьбе стран Средиземноморского региона в 2012 году Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ начал четырехгодичный проект, в рамках которого он помогает им решить эту проблему и уменьшить риск причинения ущерба. Европейская комиссия, Испания и США также оказывают финансовую и экспертную помощь в его реализации.



4 Закрытые радиоактивные источники или “закрытые источники” – это радиоактивные материалы, изолированные/герметически закрытые в металлических капсулах, таких как показана на рисунке. Закрытые источники используются во многих областях, например, в медицинской диагностике и лечении, управлении промышленными процессами, а также стерилизации продуктов питания и медицинских изделий.

С ИЗЪЯТЫМИ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЗАКРЫТЫМИ В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ



5 Даже если радиоактивные источники больше не используются, их излучение все равно представляет опасность. Поэтому поиск способов безопасного и надежного долгосрочного обращения с изъятыми из употребления источниками – это один из наиболее важных этапов ликвидации угроз населению, связанных с излучением.



6 Межрегиональный проект технического сотрудничества МАГАТЭ, включающий семинары-практикумы, индивидуальные занятия и демонстрацию действующих источников, помог 15 странам Средиземноморского региона разработать и внедрить стратегии контроля за закрытыми источниками на всех этапах: от передачи до монтажа, использования, изъятия из употребления и захоронения (включая хранение и перевозку). Это называется обращением в течение всего жизненного цикла.



7 В проекте также учитываются административные и регулирующие аспекты обращения с источниками, и странам оказывается помощь в разработке национальной политики, регулирующих положений и руководящих материалов в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ и, таким образом, оказывается содействие обеспечению полноценной ядерной и радиационной безопасности.



8 Проект, который планируется завершить в 2016 году, должен способствовать укреплению контроля за изъятыми из употребления закрытыми радиоактивными источниками на берегах Средиземного моря, что позволит обеспечить защиту людей и охрану окружающей среды.

Текст: Саша Энрикес, Бюро коммуникации и общественной информации МАГАТЭ

Фото: Мохамед Маалами, Национальный центр ядерной энергии, науки и технологии (НЦЯЭНТ), Марокко

Проект INT/9/176 "Усиление контроля за радиоактивными источниками в течение всего их жизненного цикла в районе Средиземноморья" финансируется

Европейским союзом и МАГАТЭ.

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЧЕРНОГОРИИ: МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ КУРСЫ МАГАТЭ



1 24–26 июня 2014 года на межрегиональных учебных курсах в Подгорице, Черногория, 26 участников из 15 стран были ознакомлены с различными вариантами безопасного обращения с изъятыми из употребления закрытыми радиоактивными источниками категорий 3–5. Рассматривались вопросы жизненного цикла источников, их категоризации и технические процедуры кондиционирования.



2 Во время второго дня обучения участникам была продемонстрирована реальная операция по кондиционированию, проведенная в национальном хранилище отходов в Черногории. Здесь в ожидании дальнейших процедур хранятся собранные по всей стране приборы, в состав которых входят изъятые из употребления закрытые радиоактивные источники.



3 В хранилище привлеченные МАГАТЭ хорватские эксперты по обращению с радиоактивными отходами продемонстрировали процесс кондиционирования участникам, которые в своих странах занимаются осуществлением национальных программ обращения с радиоактивными отходами.



4 Кроме того, у участников учебных курсов была возможность задать экспертам вопросы и поделиться собственным опытом. В рамках своей программы технического сотрудничества МАГАТЭ регулярно организует в государствах-членах такие учебные курсы.

Фото и текст: Луиза Поттертон, Бюро коммуникации и общественной информации МАГАТЭ, и Вильмош Фридрих, международный консультант и лектор межрегиональных учебных курсов

МАГАТЭ ПРИВЛЕКАЕТ МЕЖДУНАРОДНОЕ СООБЩЕСТВО К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Важность безопасного обращения с радиоактивными отходами для защиты людей и охраны окружающей среды признана давно, и накоплен значительный опыт в определении целей, создании норм безопасности и разработке технологий и механизмов формирования передовой практики с целью выполнения требований безопасности. Это имеет огромную важность для работы мировой ядерной отрасли, а также для расширения масштабов использования ядерной энергии.

Нормы безопасности МАГАТЭ отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей от вредного воздействия ионизирующих излучений и охраны окружающей среды. Этот консенсус помогает определить и надлежащим образом учесть распространенные проблемы в области безопасности, а также предоставить государствам-членам согласованную основу для единообразного применения норм.

Нормы безопасности разрабатываются на основе объединения экспертных знаний и опыта, накопленных организациями в государствах-членах. Этот процесс является одним из элементов постоянного международного сотрудничества МАГАТЭ в сфере разработки "норм безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества" в соответствии с Уставом МАГАТЭ.

В целях обеспечения безопасности обращения с радиоактивными отходами международное ядерное сообщество опирается на глобальную систему ядерной безопасности, включающую ряд элементов, к которым относятся укрепление ядерной безопасности, содействие глобальному применению норм безопасности и осуществление международных договорно-правовых документов, таких, как конвенции и кодексы поведения.

В 1995 году МАГАТЭ создало четыре тематических комитета по нормам безопасности и Комиссию по нормам безопасности, которые контролируют разработку норм безопасности и организуют обмен опытом для укрепления глобальной системы ядерной безопасности.

Комитеты по нормам безопасности

Комитет по нормам безопасности отходов (ВАССК, один из четырех комитетов по нормам безопасности) — это постоянный международный консультативный орган, в состав которого входят высокопоставленные

представители, занимающиеся проблемами безопасности отходов. Он рассматривает и утверждает предложения по разработке норм, которые должны быть опубликованы в Серии норм безопасности МАГАТЭ, и ему предлагается высказывать свои замечания по соответствующим предложениям о подготовке публикаций Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.

Нормы безопасности МАГАТЭ отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей от вредного воздействия ионизирующих излучений и охраны окружающей среды.

ВАССК отвечает за рассмотрение и утверждение проектов норм безопасности, касающихся отходов, которые представляются государствам-членам в целях получения их замечаний, прежде чем эти нормы будут одобрены для публикации. Безопасность отходов обеспечивается всеобъемлющим комплексом согласованных на международном уровне норм безопасности, подготовленных при активном участии государств-членов и под контролем ВАССК и - по мере необходимости и целесообразности - других комитетов; они также дают рекомендации по вопросам предоставления руководящих материалов и помощи государствам-членам для осуществления этих норм.

Комиссия по нормам безопасности (КНБ) – это постоянный орган старших должностных лиц правительств; она утверждает тексты основ безопасности и требований безопасности, которые затем представляются на утверждение Совету управляющих МАГАТЭ, а также дает рекомендации о приемлемости руководств по безопасности, которые издаются по поручению Генерального директора МАГАТЭ.

С помощью КНБ МАГАТЭ проводит работу, направленную на глобальное признание и использование своих норм безопасности. В соответствии с мандатом МАГАТЭ КНБ содействует формированию видения будущего применения норм, политики и стратегий безопасности и соответствующих функций и обязанностей.

Международный технический комитет по радиоактивным отходам – это рабочая группа



Участники обсуждают тематическое исследование по вопросам участия заинтересованных сторон в захоронении радиоактивных отходов в рамках семинара-практикума МАГАТЭ в Варшаве, Польша, ноябрь 2012 года

(Фото: А. Идзумо, МАГАТЭ)

старших международных экспертов, которая предоставляет МАГАТЭ консультации по деятельности и направлениям программы обращения с радиоактивными отходами и оказывает поддержку в ее осуществлении. Она разрабатывает и рассматривает отдельные публикации из Серии изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, выявляет недоработки и вырабатывает рекомендации о подготовке новых публикаций, которые относятся к сфере ее ответственности.

Сети: сотрудничество в ядерной области

МАГАТЭ является мировым центром сотрудничества в ядерной области. С 2001 года МАГАТЭ разрабатывает концепцию профессиональных сетей (или профессиональных сообществ) и пропагандирует их использование в целях развития передовой практики в области управления ядерными знаниями, внедрения ядерных технологий, обращения с радиоактивными отходами, снятия с эксплуатации и восстановления окружающей среды. Профессиональные сообщества призваны усиливать безопасность и повышать устойчивость практики и средств, связанных с ядерной наукой и технологиями, а также служить международными площадками для обучения и развития компетенции в области применения методов управления ядерными знаниями, а также создания сетей ядерного образования. МАГАТЭ разработало инструментальные средства и услуги для обеспечения более широкого доступа к существующим знаниям и более эффективного обмена ими между учеными и экспертами в ядерной области.

В настоящее время работают пять таких сетей, которые занимаются профильными для них направлениями, связанными с ядерной отраслью.

1. Сеть управления природопользованием и восстановления окружающей среды (ENVIRONET)

Деятельность ENVIRONET касается повышения эффективности осуществления восстановительных мероприятий, а также вопросов защиты населения, охраны окружающей среды и мониторинга площадок. Основа этой сети закладывалась в течение прошедшего десятилетия по мере разработки методов восстановления в целях экологической очистки площадок, имеющих радиоактивное загрязнение.

2. Международная сеть по выводу из эксплуатации (МСВЭ)

Задача МСВЭ состоит в том, чтобы объединить существующие инициативы в области вывода из эксплуатации как в рамках МАГАТЭ, так и за его пределами, с тем чтобы активизировать сотрудничество и оптимизировать координацию. Сеть была создана в 2007 году в качестве постоянного форума для обмена практическим опытом вывода из эксплуатации между государствами-членами в целях удовлетворения потребностей, о которых говорилось на Международной конференции по урокам, извлеченным из опыта снятия с эксплуатации ядерных установок и безопасного прекращения ядерной деятельности в Афинах, Греция, в 2006 году.

3. Международная сеть лабораторий по характеристике ядерных отходов (LABONET)

LABONET — это международная сеть центров, расположенных в лабораториях. Цель ее создания — усовершенствовать обмен международным опытом применения опробованных и гарантированно качественных практических методов характеристики отходов и упаковок для низкоактивных и среднеактивных отходов, а также содействие уменьшению риска и очистке территорий бывших объектов.

4. Международная сеть по захоронению низкоактивных отходов (DISPONET)

DISPONET объединяет учреждения, занимающиеся планированием, разработкой и эксплуатацией установок для захоронения отходов, которые хотели бы усовершенствовать международную практику и подходы к обращению с низкоактивными отходами.

5. Сеть по подземным исследовательским установкам (ПИУ)

Сеть ПИУ обеспечивает платформу для изучения вопросов геологического захоронения радиоактивных отходов. Под эгидой МАГАТЭ различным государствам-членам предлагается организовать обучение технологиям захоронения и их демонстрацию на базе созданных на национальном уровне подземных исследовательских установок и связанных с ними лабораторий, занимающимся

вопросами геологического захоронения радиоактивных отходов.

Эти сети, занимающиеся различными аспектами обращения с радиоактивными отходами, приносят пользу государствам-членам. Они обеспечивают площадку для обмена данными и распространения информации, а также активизации сотрудничества между экспертами, работающими в рамках хорошо развитых и менее развитых программ. Посредством этого обмена МАГАТЭ может оказывать помощь государствам-членам, которым необходимо содействие в области обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами.

Международные проекты по рассмотрению вопросов применения и использования норм безопасности отходов

МАГАТЭ разработало проекты для сопоставления и согласования механизмов применения и использования норм безопасности отходов в целях повышения их эффективности, а также согласования методов безопасного обращения с радиоактивными отходами.

Международный проект по демонстрации эксплуатационной и долгосрочной безопасности пунктов геологического захоронения радиоактивных отходов (часть II ГЕОСАФ)

Данный проект обеспечивает форум для обмена идеями и опытом разработки и рассмотрения обоснований безопасности (т.е. наборов аргументов для демонстрации безопасности установок и деятельности) установок для геологического захоронения. Еще одной его функцией является предоставление площадки для обмена знаниями. Все больше стран рассматривают возможность создания ядерной энергетики, а страны, у которых уже есть ядерные программы, стремятся определить национальную политику и стратегии, направленные на охват всех элементов топливного цикла, и поэтому создание такой тематической платформы представляется весьма своевременным. Кроме того, необходимо сохранять существующие базы знаний.

Первоначальный проект (2008-2011 годы) касался подготовки оператором и рассмотрения регулируемыми органами обоснования безопасности для установок по геологическому захоронению, поскольку в последнее время в сфере утилизации отходов этой концепции уделяется особое внимание, и она отражена в нескольких нормах безопасности, касающихся отходов.

Часть II проекта ГЕОСАФ была начата в 2012 году; ее цель – достижение общего понимания и содействие гармонизации мнений и ожиданий относительно безопасности установок для геологического

захоронения радиоактивных отходов как в течение эксплуатационного периода, так и после их закрытия.

Практическая демонстрация и использование концепции обоснования безопасности в области приповерхностного захоронения (ПРИСМ)

Проект ПРИСМ посвящен характеру и использованию обоснования безопасности в течение срока службы установок для приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. Цель этого проекта заключается в том, чтобы обменяться опытом и знаниями в области содействия применению передовой практики безопасного захоронения радиоактивных отходов.

Этот проект обеспечивает подготовку руководящих материалов по демонстрации безопасности в целях обоснования безопасности, принятия решений и в качестве элемента процесса лицензирования в рамках разработки установок для приповерхностного захоронения. Последующий проект “Применение результатов проекта по практической демонстрации и использованию концепции обоснования безопасности в области приповерхностного захоронения” (ПРИСМА) будет посвящен разработке типового обоснования безопасности с использованием инструментов и методологии, выработанных в рамках проекта ПРИСМ.

Международный проект по случаям вмешательства человека в контексте захоронения радиоактивных отходов (ХИДРА)

ХИДРА — это рассчитанный на два года проект, начатый в 2012 году. Он направлен на обеспечение подготовки руководящих материалов в отношении того, каким образом учитывать аспекты потенциального вмешательства человека при демонстрации безопасности установок для захоронения радиоактивных отходов. Результаты проекта будут способствовать (в рамках разработки установок для захоронения радиоактивных отходов) оптимизации процессов выбора площадок, проектирования и критериев приемлемости отходов.

МАГАТЭ создает сети и международные рабочие группы и организует их работу по оказанию государствам-членам помощи в использовании и применении норм безопасности, технических руководящих материалов и передовой практики в целях безопасного обращения со всеми видами радиоактивных отходов. Эта помощь дополняется другими инструментальными средствами, такими, как миссии по экспертному рассмотрению, семинары, практикумы и обучение и подготовка кадров.

Департамент ядерной и физической безопасности
МАГАТЭ и Отдел ядерного топливного цикла и
технологии обращения с отходами МАГАТЭ

БУДУЩЕЕ: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Безопасные, устойчивые с точки зрения распространения и экономически эффективные ядерные топливные циклы, позволяющие свести к минимуму объемы образующихся отходов и масштабы воздействия на окружающую среду, являются ключом к обеспечению устойчивости ядерной энергетики. Новаторские подходы и технологии могут существенно уменьшить радиотоксичность, то есть, опасность для человека, создаваемую радиоактивными веществами, а также количество образующихся отходов. Уменьшение объема отходов, тепловой нагрузки и периода, в течение которого отходы должны быть изолированы от биосферы, позволит в значительной степени упростить концепции захоронения отходов.

Рециклирование и повторное использование сводят объем отходов к минимуму. Эта концепция наряду с оптимальным использованием природных ресурсов является основой “замкнутого топливного цикла”, в котором пригодные к повторному использованию компоненты отработавшего топлива рециклируются и не считаются отходами.

Отработавшее ядерное топливо может подвергаться переработке в целях выделения и/или преобразования долгоживущих радиоактивных элементов в менее опасные и менее долговечные формы. Результатом этого процесса, известного как “разделение и трансмутация” (РиТ), становится сокращение объема отходов и существенное уменьшение их радиотоксичности.

Рециркуляция и повторное использование сводят объем отходов к минимуму. Эта концепция наряду с оптимальным использованием природных ресурсов является основой “замкнутого топливного цикла”, в котором пригодные к повторному использованию компоненты отработавшего топлива рециклируются и не считаются отходами.

Разделение и трансмутация

Отработавшее ядерное топливо из ядерного реактора обладает высокой радиотоксичностью из-за содержащихся в нем трех групп элементов: старших актинидов, т.е. урана и плутония; младших актинидов, к которым относятся нептуний, америций и кюрий; и продуктов деления. Ввиду наличия в отработавшем топливе долгоживущих актинидов

и тепловыделяющих продуктов деления оно считается высокоактивными отходами и должно быть локализовано и изолировано от биосферы в глубинных геологических формациях на сотни тысяч лет.

В долгосрочной перспективе наибольшей радиотоксичностью обладают долгоживущие актинидные элементы. Продукты деления, хотя они и выделяют тепло, относятся к короткоживущим элементам и радиотоксичны только в течение первых ста лет.

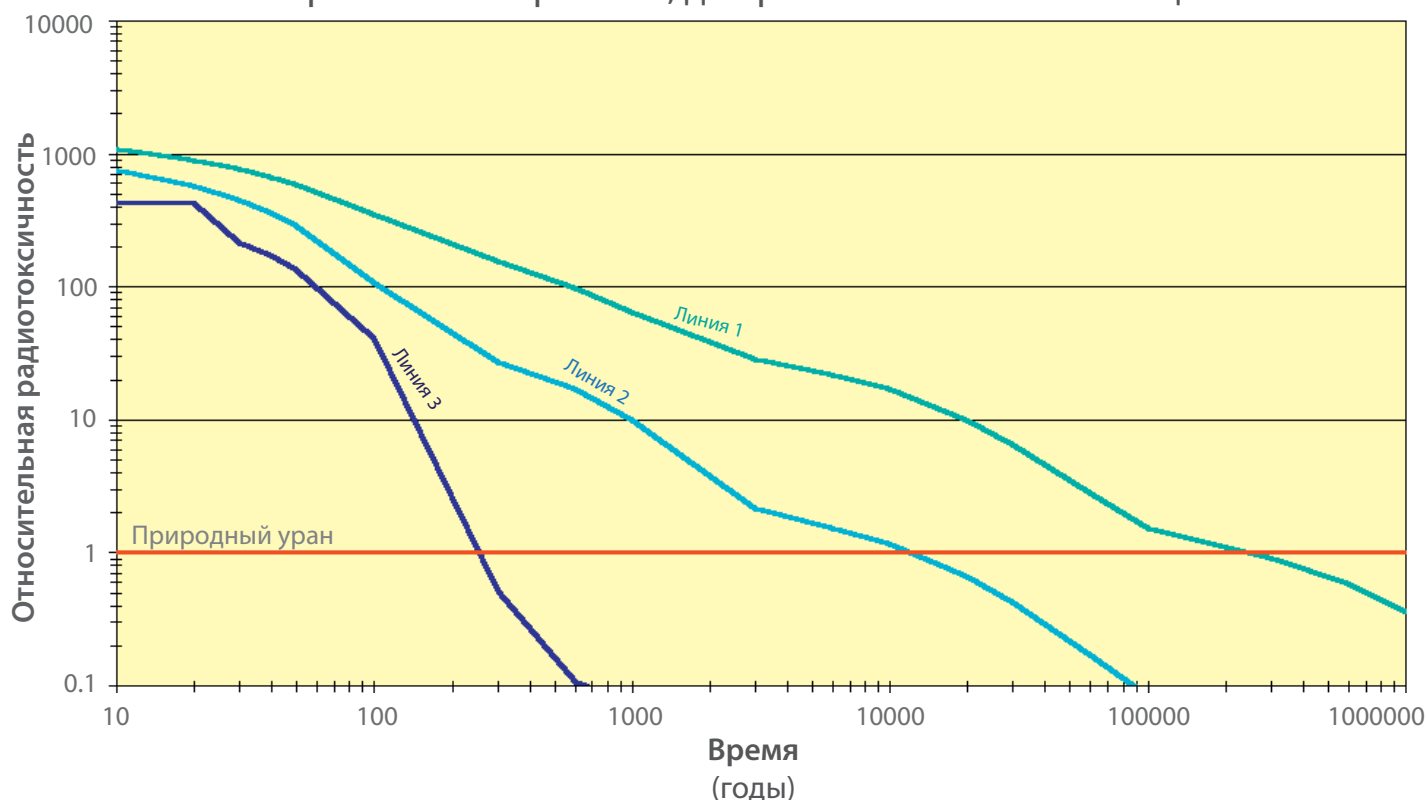
При РиТ плутоний и младшие актиниды извлекают из отработавшего топлива путем химического разделения. После этого производится трансмутация, в ходе которой трансурановые элементы (нептуний, плутоний, америций и кюрий) уничтожаются путем ядерного деления в специальном ядерном реакторе. Использование метода РиТ позволяет повысить эффективность обращения с радиоактивными отходами за счет сокращения объема отходов, которое позволяет реализовать более рентабельные схемы обращения с ними.

Наиболее изученной технологией трансмутации, позволяющей уничтожать долгоживущие актинидные элементы, сегодня являются системы на быстрых нейтронах. Трансмутация возможна и в других типах реакторов, таких, как реакторы с водой под давлением, однако в них деление проходит менее эффективно.

Основное преимущество заключается в том, что при использовании быстрых реакторов в сочетании с новыми технологиями топливного цикла можно перерабатывать старшие и младшие актиниды без задействования систем глубокой очистки, как в случае с существующими заводами по переработке топлива в Индии, Российской Федерации, Франции и Японии. Эта система весьма устойчива с точки зрения распространения и не требует отделения плутония от других актинидов. Метод, предусматривающий сочетание быстрых реакторов (или технологии на основе спектра быстрых нейтронов) с усовершенствованным пиропроцессингом отработавшего топлива, в настоящее время находится в стадии разработки и демонстрации в Индии, Российской Федерации и Европейском союзе.

Рециклирование актинидов в быстрых реакторах обеспечивает значительное сокращение объема отходов, тепловой нагрузки и времени, необходимого для уменьшения радиотоксичности до уровня природной урановой руды, которая используется в

Радиотоксичность ядерных отходов по прошествии времени, для различных топливных циклов



Линия 1: прямое захоронение отработавшего топлива; отходы содержат Pu + MA + ПД

Линия 2: рецикл плутония; отходы содержат MA + ПД

Линия 3: рецикл Pu + MA; отходы содержат ПД

ПД = продукты деления MA = младшие актиниды Pu = плутоний

Технология быстрых нейтронов может уменьшить радиотоксичность отходов до уровня природного урана примерно за 400 лет вместо сотен тысяч лет.

топливе легководных реакторов. Современные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) демонстрируют жизнеспособность концепции “захоронения эквивалента природного урана”. Другими словами, имеется техническая возможность получать радиоактивные отходы, которые будут распадаться до таких природных уровней за 300-400 лет, а не за 250 000 лет, как в случае прямого захоронения отработавшего топлива. Таким образом, развитие конструкций современных АЭС позволит резко сократить связанное с отходами бремя для будущих поколений.

Тем не менее, это весьма сложная задача; необходимо развивать технологии переработки и рециклирования отходов, то есть, повышать эффективность разделения актинидов, сокращать объем вторичных отходов и предупреждать проблемы в области распространения. Исследования МАГАТЭ в области разработки быстрых реакторов и инновационных топливных циклов показывают, что эти вопросы поддаются решению

и ядерная отрасль способна создать новый, более устойчивый топливный цикл.

Кроме того, проводятся серьезные НИОКР по использованию тория вместо урана, а также более широкому применению систем реакторов с более глубоким выгоранием топлива, таких, как высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы и реакторы на солевых расплавах. Цель этих усилий заключается в уменьшении количества трансурановых элементов при сохранении объема производимой электроэнергии.

Александр Бычков, заместитель Генерального директора и руководитель Департамента ядерной энергии МАГАТЭ

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ: СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ*

Ответственное применение ядерных технологий требует безопасного и экологически обоснованного обращения с радиоактивными отходами, для осуществления которого страны должны принимать строгие технические, административные и юридические меры.

Правовые аспекты обращения с радиоактивными отходами отражены в различных имеющих обязательную силу и рекомендательных международно-правовых документах. В данном обзоре основное внимание уделяется наиболее актуальным вопросам, в частности вопросам, касающимся ядерной безопасности, физической безопасности, гарантий и гражданской ответственности за ядерный ущерб. В нем также указаны соответствующие региональные документы по вопросам, касающимся окружающей среды, в частности стратегических экологических оценок (СЭО), оценок воздействия на окружающую среду (ОВОС), доступа общественности к информации и участия общественности в процессе принятия решений, а также доступа к правосудию.

В области обращения с радиоактивными отходами самым актуальным договорным документом является принятая в 1997 году Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами (Объединенная конвенция). Объединенная конвенция применяется для обеспечения

Правовые аспекты обращения с радиоактивными отходами отражены в различных имеющих обязательную силу и рекомендательных международно-правовых документах. В данном обзоре основное внимание уделяется наиболее актуальным вопросам, в частности вопросам, касающимся ядерной безопасности, физической безопасности, гарантий и гражданской ответственности за ядерный ущерб.

безопасности обращения с радиоактивными отходами, образующимися в результате гражданских применений, включая изъятые из употребления закрытые источники, отходы добычи и переработки урана и выбросы в ходе регулируемой деятельности. Так, например, согласно Объединенной конвенции

договаривающиеся стороны, участвующие в операциях трансграничного перемещения радиоактивных отходов, должны принимать надлежащие меры для обеспечения того, чтобы такое перемещение осуществлялось с соблюдением ее положений и относящихся к данному вопросу международно-правовых документов, имеющих обязательную силу. Кроме того, следует отметить, что на радиоактивные отходы, образующиеся в ходе эксплуатации ядерных энергетических установок, распространяется действие как Объединенной конвенции, так и Конвенции о ядерной безопасности 1994 года.

В области обеспечения ядерной безопасности положения юридически не имеющего обязательной силы Кодекса поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников МАГАТЭ (2003 года) относятся также к изъятым из употребления закрытым радиоактивным источникам, обращение с которыми осуществляется как с радиоактивными отходами.

Эти международно-правовые документы основаны на соответствующих нормах безопасности МАГАТЭ, в частности на Основах безопасности, а также Требованиях безопасности и Руководствах по безопасности, касающихся государственной, правовой и регулирующей основы обеспечения безопасности; обращения с радиоактивными отходами перед захоронением; захоронения радиоактивных отходов; безопасной перевозки радиоактивных материалов; и контроля за бесхозными источниками и другими радиоактивными материалами в металлургической отрасли и металлургии.

В области обеспечения физической ядерной безопасности Конвенция о физической защите ядерного материала 1980 года (КФЗЯМ) с поправкой

*См. статью "An Expanding International Legal Regime: Environmental Protection & Radioactive Waste Management" ("Расширение международного правового режима: охраны окружающей среды и обращения с радиоактивными отходами") Вольфрама Тонхаузера (начальника Секции ядерного и договорного права Бюро по правовым вопросам МАГАТЭ) и Гордона Линсли (бывшего начальника Секции безопасности отходов МАГАТЭ), опубликованную в томе 42, номер 3, 2000 год, Бюллетень МАГАТЭ.

Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management

IAEA International Law Series No. 1



от 2005 года применяется для обеспечения физической защиты ядерных материалов (в том числе, радиоактивных отходов), используемых в мирных целях, при их международной перевозке и использовании, хранении и перевозке внутри государства. КФЗЯМ – это единственный международный, имеющий юридически обязательную силу международно-правовой документ в области физической защиты ядерного материала.

Кроме того, гарантии МАГАТЭ в рамках соглашений о всеобъемлющих гарантиях (СВГ) применяются ко всем ядерным материалам** в пределах территории государств, в которых СВГ вступило в силу, под их юрисдикцией или под их контролем где бы то ни было. Это относится и к ядерному материалу, содержащемуся в сохраняемых отходах с исключительной целью проверки того, что такой материал не переключается на производство ядерного оружия или других ядерных взрывных устройств. Кроме того, в соответствии с дополнительными протоколами, заключенными с государствами, имеющими СВГ, МАГАТЭ проводит проверку информации, предоставляемой государствами в отношении места нахождения или дальнейшей переработки отходов среднего или высокого уровня активности, содержащих плутоний, высокообогащенный уран или уран-233.

В области ядерной ответственности в число действующих международно-правовых документов входят Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб, Протокол о внесении поправок в Венскую конвенцию о гражданской ответственности за ядерный ущерб и Конвенция о дополнительном возмещении за ядерный ущерб. Эти документы обеспечивают основу

В области ядерной ответственности в число действующих международно-правовых документов входят Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб, Протокол о внесении поправок в Венскую конвенцию о гражданской ответственности за ядерный ущерб и Конвенция о дополнительном возмещении за ядерный ущерб.

для возмещения третьей стороне ядерного ущерба, возникающего в результате ядерного инцидента во время перевозки радиоактивных отходов или ядерного инцидента на таких ядерных установках, как хранилище радиоактивных отходов, остановленный реактор, выводимая из эксплуатации установка или пункт захоронения радиоактивных отходов.

И наконец, к установкам, предназначенным для обработки, хранения и утилизации радиоактивных отходов, имеют непосредственное отношение региональные договорно-правовые документы по вопросам, касающимся окружающей среды. Эти документы, принятые под эгидой Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), касаются проведения оценок воздействия на окружающую среду (ОВОС), стратегических экологических оценок (СЭО), доступа общественности к информации и участия общественности в процессе принятия решений и доступа общественности к правосудию. В их число входят Конвенция 1991 года об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Конвенция Эспо), Протокол по стратегической экологической оценке 2003 года к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Киевский протокол по СЭО) и Конвенция 1998 года о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция).

Энтони Кристиан Уэтеролл и Изабель Робин, Бюро по правовым вопросам МАГАТЭ

**Ядерный материал, подлежащий гарантиям в соответствии с соглашениями о всеобъемлющих гарантиях, включает уран, плутоний и торий.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

1 IAEA SAFETY FUNDAMENTAL
1 IAEA SECURITY FUNDAMENTAL

"...The prime responsibility for safety and security rests with the operator..."

2 IAEA GENERAL & SPECIFIC SAFETY REQUIREMENTS

"...all radioactive waste can potentially harm people and the environment, and must be safely and securely managed to reduce any associated risks to acceptable levels..."

21 IAEA GENERAL & SPECIFIC SAFETY GUIDES

"Radioactive waste must be managed in such a way as to avoid imposing an undue burden on future generations..."

2 IAEA SECURITY RECOMMENDATIONS

"The responsibility of a State for ensuring that nuclear material and other radioactive material are adequately protected extends to the secure management of radioactive waste."

Национальные правительства и местные органы власти разрабатывают и обеспечивают соблюдение правил, касающихся безопасной перевозки, обработки, хранения, захоронения и классификации радиоактивных отходов. Эти правила предназначены для защиты людей и окружающей среды и для обеспечения правовой и регулирующей основы, в рамках которой можно планировать и безопасно осуществлять деятельность по обращению с радиоактивными отходами.

Регулирующие правила, касающиеся радиоактивных отходов, также определяют "кто" несет ответственность за "что" на каждой стадии процесса обращения с отходами и устанавливают оптимальный процесс принятия решений на разных стадиях жизненного цикла объекта по обращению с отходами, включая его разработку, эксплуатацию и закрытие или вывод из эксплуатации.

Регулирующие правила, разрабатываемые и вводимые в действие независимым национальным правительственным органом/местным органом власти, также определяют порядок обеспечения финансированием установки для отходов, порядок найма персонала, порядок и степень участия внешних организаций, возможные места строительства установок по обращению с отходами и меры, которые должны приниматься для защиты работников на этих объектах.

Роль МАГАТЭ главным образом сводится к предоставлению по запросу рекомендаций и руководящих материалов.

Многие из 162 государств – членов МАГАТЭ используют нормы безопасности МАГАТЭ по радиоактивным отходам в качестве образца при разработке своих имеющих обязательную юридическую силу регулирующих положений. Эти нормы МАГАТЭ рецензируются экспертами и основываются на мировой передовой практике.

Регулирующие правила обращения с радиоактивными отходами имеют свои отличия в каждой стране, в зависимости от национальной юридической правовой инфраструктуры государства-члена и от сложности и масштабов объектов по обращению с радиоактивными отходами, деятельности в области обращения с радиоактивными отходами и запасов радиоактивных отходов. Например, правила обращения с радиоактивными отходами в странах с масштабными программами в области топливного цикла, включающими использование реакторов, будут отличаться от правил стран с ограниченным количеством изъятых из употребления радиоактивных источников.

Отдел радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов МАГАТЭ и Саша Энрикес, Бюро общественной информации и коммуникации МАГАТЭ

РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Программа технического сотрудничества (ТС) МАГАТЭ, будучи главным механизмом предоставления услуг Агентства, играет важную роль в содействии обращению с радиоактивными отходами во всем мире, помогая обмениваться информацией по данной теме и осуществлять подготовку персонала по вопросам надлежащего обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. В рамках программы ТС оказывается поддержка в разработке политики и стратегий, оценке и модернизации (при необходимости) существующих объектов, а также в создании новых, особенно приповерхностных установок по обращению с отходами. Эта программа также помогает развивать компетенцию в области геологического захоронения отходов в государствах-членах, эксплуатирующих АЭС. В данной статье приводится лишь несколько примеров проектов, иллюстрирующих сферу охвата программы.

В Африке основные проблемы в области обращения с радиоактивными отходами, с которыми сталкиваются государства-члены, связаны с отсутствием надлежащей национальной инфраструктуры и должным образом подготовленного персонала. МАГАТЭ посредством программы ТС оказывает помощь африканским государствам-членам в расширении возможностей в области обращения с радиоактивными отходами, а также в приобретении опыта благодаря осуществлению комплексных, адаптированных к конкретным потребностям программ по развитию соответствующего потенциала, целью которых является передача знаний и технологий.

Например, под управлением Комиссии по атомной энергии Танзании обеспечивается эксплуатация централизованной установки для обращения с радиоактивными отходами, которая была создана при содействии, оказанном МАГАТЭ в рамках программы ТС. Изъятые из употребления радиоактивные источники, поступающие из различных мест страны, помещаются в эту установку для безопасного, долгосрочного хранения. Объединенной Республике Танзания также была предоставлена помощь по техническим вопросам и аспектам безопасности промежуточного хранения радиоактивных отходов, обращения с ними, их мониторинга, контроля и обработки. В результате в стране были введены в действие меры контроля облучения населения, а также принята стратегия обращения с радиоактивными отходами и создана правовая основа обращения с радиоактивными отходами. Сегодня в Объединенной Республике Танзания обращение с радиоактивными отходами всех типов осуществляется надлежащим образом с применением соответствующей технологии и в соответствии с международными нормами безопасности.



Централизованное хранилище отходов в Танзании.

(Фото: Комиссия по атомной энергии Танзании)

В настоящее время Объединенная Республика Танзания также участвует в региональном проекте ТС по улучшению инфраструктуры обращения с отходами в Африке. В рамках этого проекта основное внимание, наряду с другими вопросами, уделяется улучшению инвентарного учета радиоактивных источников, стратегии “пожизненного” обращения с радиоактивными источниками и применению технологий обращения с отходами и проведения восстановительных мероприятий в отраслях промышленности, связанных с радиоактивными материалами природного происхождения (РМПП).

В рамках другого проекта в регионе Азии и Тихого океана более 90 экспертов из 22 государств-членов принимают участие в региональном проекте ТС по созданию инфраструктуры обращения с радиоактивными отходами. В рамках этого проекта основное внимание уделяется модульной конструкции установок для обработки и хранения малых объемов радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности, в том числе изъятых из употребления закрытых источников, и оказывается поддержка подготовке по вопросам обращения с изъятими из употребления закрытыми источниками (ИЗРИ) с применением разработанной МАГАТЭ концепции внутрискважинного захоронения и пожизненного обращения с источниками, и по обращению с отходами РМПП.

Обращение с радиоактивными отходами осуществляется в соответствии с национальной политикой и стратегиями, в разработке которых МАГАТЭ также оказывает важную поддержку. В рамках аналогичного проекта была оказана помощь Бангладеш, Вьетнаму, Оману и Таиланду в разработке национальной политики и стратегий обращения с радиоактивными отходами и изъятими из

Программа технического сотрудничества МАГАТЭ обеспечивает государствам-членам приобретение необходимых знаний и потенциала в области обращения с радиоактивными отходами. Ниже приводятся некоторые статистические данные о помощи, оказанной за последнее десятилетие.

Проекты технического сотрудничества	122
Стажировки	130
Научные командировки	397
Число участников учебных курсов, проводимых за пределами страны	740
Число участников совещаний	1567

употребления источниками. Индонезии была предоставлена помощь в проведении характеристики твердых радиоактивных отходов и выборе вариантов захоронения радиоактивных отходов и ИЗРИ. Исламская Республика Иран получила помощь в составлении национального реестра и оценке национального потенциала, а также в разработке плана действий по обращению с ИЗРИ.

Взаимодействие между странами с разным уровнем опыта в применении достижений ядерной науки и технологий позволяет улучшать практику обращения с отходами.

Примером в Европе является помощь, предоставленная Румынии в рамках программы ТС, в проведении оценки политики и стратегии страны в области обращения с радиоактивными отходами; эта помощь включала рассмотрение документов и предоставление консультаций по руководящим принципам МАГАТЭ, международной передовой практике и руководящим материалам по регулированию обращения с радиоактивными отходами. Осуществленный проект позволил наладить национальный диалог и значительно укрепить потенциал Агентства по ядерной энергии и обращению с радиоактивными отходами Румынии в решении проблем, связанных с обращением с ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Наконец, в Латинской Америке, региональные проекты обеспечили укрепление в регионе инфраструктуры и регулирующих основ стран в сфере

контроля облучения населения и безопасного обращения с радиоактивными отходами. Страны получили помощь в разработке национальной политики в области обращения с радиоактивными отходами в соответствии с международными рекомендациями, и была обеспечена подготовка сотрудников, ответственных за регулирующую деятельность, и руководителей, занимающихся обращением с радиоактивными отходами.

Взаимодействие между странами с разным уровнем опыта в применении достижений ядерной науки и технологий позволяет улучшать практику обращения с отходами. МАГАТЭ создало несколько сетей знаний по различным вопросам обращения с радиоактивными отходами. Сеть управления природопользованием и восстановления окружающей среды содержит документы по вопросам восстановления окружающей среды; в Международной сети по захоронению низкоактивных отходов накапливается информация по приповерхностному захоронению отходов; и Международная сеть лабораторий по характеристике ядерных отходов помогает проводить точную и качественную характеристику инвентарного количества радионуклидов, что необходимо для принятия решений в отношении вариантов обращения с отходами. Такие сети обеспечивают обмен информацией и ее распространение среди государств – членов МАГАТЭ и укрепляют их возможности осуществлять безопасное обращение с радиоактивными отходами любых типов.

Омар Юсуф, Департамент технического сотрудничества МАГАТЭ

АВТОРЫ

Юкия Аmano
Жерар Бруно
Александр В. Бычков
Элеанор Коди
Аабха Диксит
Айхан Эврэнсель
Иржи Фалтейсек
Денис Флори
Вильмош Фридрих
Пил-Су Хан
Саша Энрикес
Николь Яверт
Бруна Лекоссуа
Хуан Карлос Лентихо
Сузанна Лёф
Штефан Йорг Майер
Владимир Михаль
Стефано Монти
Рут Эллен Моргарт
Кай Мёллер
Михаил Оджован
Петер Ормаи
Луиза Поттертон
Родольфо Кевенко
Изабель Робин
Ребекка Энн Роббинс
Сусанта Кумар Саманта
Энтони Уотеролл
Омар Юсуф

International Atomic Energy Agency Scientific Forum

RADIOACTIVE WASTE: MEETING THE CHALLENGE

Science and Technology for
Safe and Sustainable Solutions

23–24 September 2014, Vienna, Austria

Boardroom D, C Building, 4th Floor



IAEA

International Atomic Energy Agency

