

БЕЗОПАСНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ВЫРАБОТКА РЕШЕНИЙ, ПРИЕМЛЕМЫХ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ

АБЕЛЬ Х. ГОНСАЛЕС

Подобно многоговорящим отпечаткам пальцев, отходы, которые мы оставляем после себя, характеризуют человеческую цивилизацию. Они свидетельствуют о нашем образе жизни и о том, как мы заботимся об окружающем нас мире.

За последний век радиоактивные отходы стали неизбежным, поддающимся обнаружению и в определенных аспектах вызывающим разногласия продуктом использования ядерных и радиационных технологий. К чести современного общества, радиоактивные отходы от мирного использования ядерной энергии, как правило, являются предметом значительно более строгого контроля, чем другие виды отходов. Руководящие принципы в области безопасности и технические принципы являются уникальными — вместо распространения и рассеяния в окружающей среде высокоактивные отходы локализируются, удерживаются и изолируются. Этот четкий подход лежит в основе достижения хороших показателей в области безопасности радиоактивных отходов, образовавшихся от мирных видов применения ядерной энергии.

Тем не менее остаются требующие решения проблемы и задачи, которые главным образом связаны с неопределенностями в

отношении деятельности в прошлом и планов захоронения в будущем.

Во-первых, существует неопределенность в отношении обращения с радиоактивными отходами, явившимися результатом военной деятельности во времена “холодной войны”. Случаи, о которых сообщалось, представляли опасность, были дорогостоящими и указывали, возможно, на существование еще более масштабных проблем. Они, несомненно, отрицательно сказываются на представлениях обо всех способах хранения и захоронения радиоактивных отходов и, к сожалению, способствуют формированию искаженного представления относительно безопасности обращения с отходами от гражданской деятельности.

Во-вторых, существует неопределенность в отношении окончательного захоронения наиболее высокоактивных отходов, требующих изоляции на тысячи лет. Правительства по разным причинам не могут принять определенных решений по окончательному захоронению высокоактивных отходов, хотя признано, что технологические решения уже имеются, а экспериментальные установки дают представление о направлении развития. Эта ситуация воздействует на восприятие обществом перспек-

тив развития ядерной энергетики и на его отношение к проблеме отходов.

Можно надеяться, что на международном уровне сформируется консенсус относительно путей продвижения вперед. Необходимы более наглядная демонстрация решений по захоронению радиоактивных отходов и укрепление международной структуры по обеспечению безопасного обращения с радиоактивными отходами всех видов. Эта структура должна в большей мере соответствовать потребностям и запросам общества, политиков и всех других заинтересованных сторон (т. е. так называемых “держателей капитала”) в процессе решения сложных задач обращения с радиоактивными отходами.

Сегодня именно МАГАТЭ предстоит в первую очередь решать проблемы этой изменяющейся среды. С помощью различных программ Агентство и его государства-члены выступают инициаторами повышения эффективности международных совместных действий. В данной статье рассматриваются происшедшие за последнее время события, которые определяют характер этого переломного периода в отношении безопасности обращения с радиоактивными отходами и будущего ядерного развития.

Еще до того как в 1992 г. на имевшей определяющее значение Конференции ООН по окружающей среде и развитию родилось словосочетание “устойчивое развитие”, природоохранные вопросы были в числе первых пунктов международной повестки дня. Но Конфе-

ренция в Рио-де-Жанейро стала символом кардинальных перемен, вновь подтвержденных обязательств и возросших ожиданий общества относительно того, что необходимо предпринять.

На Конференции правительства приняли план действий, получивший название “Повестка

дня на XXI век”. В основе этого плана лежат динамичные взаимосвязи между развитием в социальной и экономической сферах и состоянием окружаю-

Г-н Гонсалес — директор Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов МАГАТЭ.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Многие люди удивляются, слыша, что одним из крупных производителей радиоактивных отходов является сама природа. Громадный резервуар первобытного радиоактивного вещества лежит на поверхности и под земной корой. Естественные явления, такие как извержения вулканов, источники минеральных вод, эрозия и движение песков, могут заносить частички этих гигантских запасов радиоактивных веществ в среду обитания человека.

В Окло, Габон, 1,8 млрд. лет назад в ходе самопроизвольного процесса деления в богатых ураном залежах образовывался тот же вид радиоактивных отходов, что и на атомных электростанциях.

Добыча, обработка и переработка природных радиоактивных веществ. Наряду с естественными процессами происходит промышленная деятельность, такая как добыча полезных ископаемых, в ходе которой из земли извлекаются первобытные радиоактивные вещества, часть их используется, а прочее является радиоактивными остатками. Добыча, обработка и промышленное использование природных радиоактивных веществ (обычно обозначаемых как ПРВ) охватывают ряд минеральных ресурсов и видов промышленной деятельности. К основным ее отраслям относятся: производство элементарного фосфора, производство фосфорной кислоты, производство удобрений; первичное производство железа и стали; производство каменноугольного дегтя; производство кокса; эксплуатация электростанций на угле и газе; добыча угля, торфа, нефти и газа; производство цемента; керамическая промышленность; переработка мине-

рального песка; производство титановых красителей и добыча урана и тория. В некоторых из этих промышленных процессов концентрация радиоактивных веществ в продукции и в отходах может быть значительно выше, чем в руде (см. вставку на стр. 38 и 39).

Мировые запасы радиоактивных отходов, накопленные в результате естественных процессов и произведенные при переработке ПРВ, в значительной степени неизвестны. Известные количества таких естественных радиоактивных отходов внушительны, однако они не вызывают столь большого интереса, как антропогенные и радиоактивные отходы, несмотря на то что уровни облучения населения, относимого на счет некоторых естественных источников, могут быть на два порядка величины выше пределов, установленных международными нормами безопасности для радиоактивных отходов, которые образовались в результате деятельности человека.

Во многих частях света природные барьеры изолировали ПРВ на чрезвычайно долгое время. Например, на урановом руднике Сигар-Лейк, Канада, предотвращение распространения радиоактивности столь эффективно, что на поверхности земли нет ни химических, ни радиологических свидетельств существования залежей руды. В Австралии на руднике Аллигейтор-Риверс уран и продукты его распада продвинулись только на десятки метров от рудного массива, хотя он расположен в геологических формациях с относительно высокой скоростью движения грунтовых вод.

шей среды, а целью его является управление ресурсами Земли. Эта повестка дня предполагает привлечение как правительств, так и отдельных лиц и организаций к достижению устойчивых решений общих проблем.

Повестка дня на XXI век имеет далекоидущие последствия, не в последнюю очередь в отношении того, что должно быть сделано обществом ради грядущих поколений, чтобы производимые им отходы не представляли опасности для воздуха, не попадали в реки, водоемы и моря и не загрязняли плодородные земли. Три из почти 40 основных вопросов, отобранных для первоочередных действий, касаются обращения с опасными отходами. Очевидно, что в области радиоактивных отходов МАГАТЭ

играет на международной арене ведущую роль.

Несмотря на высокие показатели безопасности, достигнутые при обращении с радиоактивными отходами от мирной ядерной деятельности, необходимо продолжать работу для удовлетворения более высоких ожиданий и требований, возникающих на пороге нового столетия, а также для того, чтобы более четко осознать масштабы работы, уже произведенной со времени открытия явления радиоактивности более 100 лет назад.

Основной задачей сегодня является укрепление международного режима безопасности обращения с радиоактивными отходами, который создается под эгидой МАГАТЭ. Для этого необходимы укрепление сотрудничества в отношении способов

обмена знаниями и опытом, совершенствование координации усилий по обеспечению реализации решений и расширение диалога для увеличения доверия и поддержки со стороны общества.

Эта инициатива представляет собой своевременную реакцию в свете международных событий и расширения масштабов проблем, связанных с обращением с радиоактивными отходами и их захоронением.

ВОПРОС МАСШТАБОВ

В зависимости от того, где мы живем, мы, возможно, ходим по земле, которую следует отнести к "радиоактивным отходам". По существу, все вещества содержат радиоактивные элементы естественного происхождения. Уровни такой естественной радиоактивности в окружающей

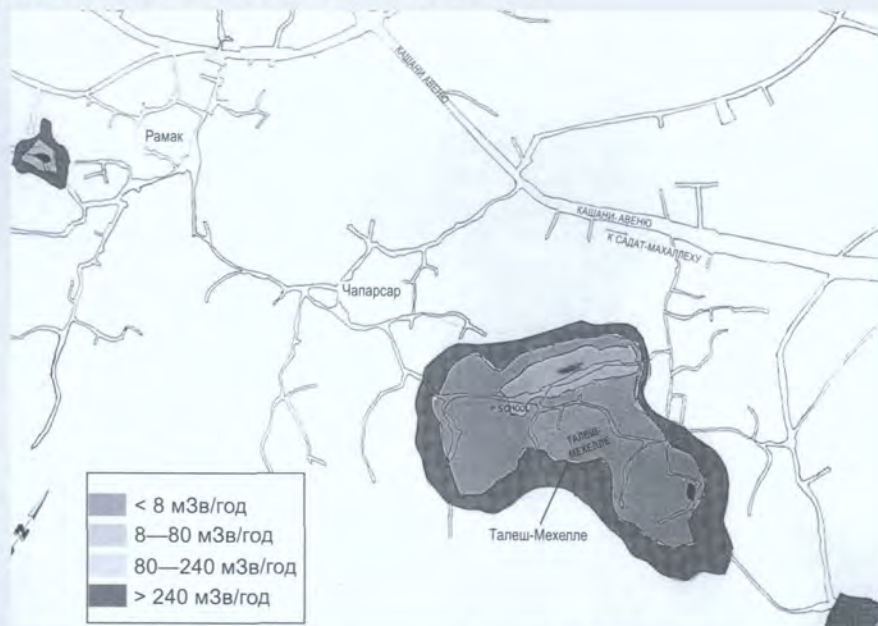
РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПРИРОДЕ

■ **Радий-226 из природных вод.** На карте показаны участки побережья Каспийского моря около города Рамсер, Исламская Республика Иран, где воды источников, богатые радием-226, выходят на поверхность и образуют “хвосты” осадков; эти хвосты имеют уровни радиоактивности, которые способны вызывать сильное радиационное облучение жителей. Они могут более чем в 100 раз превышать международные пределы облучения, применимые к захоронению радиоактивных отходов (в настоящее время 1 мЗв в год). (Источник: 5-я Международная конференция по высоким уровням естественной радиации, Мюнхен, 2000 г.)

■ **Моназитовый песок в прибрежных районах.** Песчаные отложения в штатах Рио-де-Жанейро и Эспериту-Санту, Бразилия, могут вызывать облучение, которое в среднем в 3,6 раза выше международного предела, а в некоторых случаях — выше более чем в 30 раз. Такой же вид отложений в штатах Керала и Тамилнад, Индия, может вызывать облучение, которое в среднем примерно в 9 раз превышает предел, а в некоторых случаях — более чем в 30 раз.

■ **Вулканические отложения.** Вулканические отложения в штатах Минас-Жерайс и Гояс, Бразилия, могут вызывать облучение, которое в среднем в 13 раз выше предела, а в некоторых случаях — выше более чем в 80 раз. Такой же вид отложений на острове Ниуэ может вызывать облучение, в 5 раз превышающее предел.

■ **Торийсодержащие карбонолиты.** Отложения в Момбасе, Кения, вызывают облучение, которое может быть более чем в 30 раз выше предела.



среде земного шара различны и в некоторых местах могут быть достаточно высокими.

Естественная радиоактивность Земли обычно не считается частью глобальной повестки дня в отношении отходов. Тем не менее, являясь эталонной, природная радиоактивность играет важную роль в более масштабной деятельности по управлению рисками и в отношении того, как следует регулировать радиоактивные отходы для защиты здоровья населения, его безопасности и охраны окружающей среды. (См. вставки на этой и предыдущей страницах.)

Природа всегда была основным генератором радиоактивных отходов. Например, естественная радиоактивность морей, по оценкам, составляет порядка 10 тыс. эксабеккерелей (ЭБк).

[Это огромное число: выраженное в международных единицах радиоактивности — беккерелях (Бк), оно содержит 22 знака. 1 Бк представляет чрезвычайно малую величину радиоактивности, и поэтому для выражения значительных количеств требуются большие числа.] Объем естественных радиоактивных отходов, образовавшихся с течением времени — и в последнее время при промышленной переработке природных радиоактивных веществ (ПРВ), — просто невозможно выразить количественно (так, например, в районе Чкаловска и Табошара в Таджикистане остаточные хвосты отходов прошлых горнодобывающих и горнообогатительных работ, по оценкам, составляют около 50 млн. т при общем объеме долгоживущей радиоактивности

до 0,001 ЭБк). Тысячи таких хвостовых отвалов имеются в других частях мира.

Общество беспокоят в основном отходы “искусственных” источников радиоактивности, другими словами, образующиеся в результате деятельности человека. На гражданскую ядерную деятельность, включая глобальное производство ядерной энергии, приходится лишь часть мировых радиоактивных отходов. Значительная доля глобальных радиоактивных отходов образуется в результате осуществления военных ядерных программ, включая испытания ядерного оружия в атмосфере в период “холодной войны”. Были преданы гласности серьезные проблемы, являющиеся следствием обращения с отходами в прошлом, которым начинают уделять все

РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ КАК НАСЛЕДИЕ “ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ”

В последнее десятилетие военные аспекты обращения с радиоактивными отходами привлекают все большее внимание. Существенное количество радиоактивных отходов, относящихся к военным программам, накопилось за время “холодной войны” на многочисленных площадках по всему миру, особенно в Соединенных Штатах и в бывшем Советском Союзе. В докладах и исследованиях отражены проблемы, возникающие в результате практики обращения с военными отходами, и шаги, которые предпринимаются для их решения.

Значительное количество радиоактивных отходов военной деятельности попало в окружающую среду в результате производства ядерных вооружений и их атмосферных и подземных испытаний, крупномасштабных радиационных аварий и захоронения радиоактивных отходов в морях. Особенно в начальный период этой деятельности произошло несколько сбоев, приведших к выбросу радиоактивных отходов в окружающую среду. В бывшем Советском Союзе сбросы попали в реку Теча, затем в озеро Карачай и другие открытые водоемы Челябинской области, в реку Енисей вблизи Красноярска и реку Томь вблизи Томска. При авариях произошли взрыв резервуара с радиоактивными отходами на ПО “Маяк” и перенос ветром радиоактивной пыли с берегов озера Карачай, оба случая в Челябинской области, соответственно, в 1957 и 1967 гг., а также взрыв на перерабатывающем заводе в Томске в 1993 г.

Программа США. В США значительные финансовые средства выделяются на обращение с радиоактивными отходами оборонной деятельности. Программа рационального природопользования (ПРП) Министерства энергетики (МЭ) США связана с экологическими последствиями исследований в области ядерных вооружений, их производства и испытаний, а также финансируемых МЭ исследований по ядерной энергетике и фундаментальным наукам (см. вставку на следующей странице). В результате этих видов деятельности в совокупности производилось большое количество ядерных материалов, отработавшего ядерного топлива, радиоактивных и опасных отходов, что привело к загрязнению установок, почвы и грунтовых вод на 113 площадках по всей стране.

В рамках ПРП проводятся некоторые наиболее технически сложные и многоплановые мероприятия из всех природоохранных программ мира. Несмотря на сложность и масштаб задачи, в ходе осуществления ПРП уже выполнена очистка 69 из 113 площадок. С 1997 г. в рамках ПРП проводится инициатива по закрытию площадок для улучшения управления программой, ускорения и завершения очистки, а также закрытия как можно большего числа площадок или их частей к 2006 г. Стоимость этой крупномасштабной операции огромна и, вероятно, дойдет до нескольких сот миллиардов долларов США. Оценки расходов за время действия программы включают произведенные в рамках ПРП затраты в сумме примерно 35 млрд. долл. США с начала программы в 1989 г. по 1996 финансовый год включительно. ПРП еще предстоит решить огромные задачи, для выполне-

ния которых, вероятно, потребуется от 168 до 212 млрд. долл. США.

Программы Российской Федерации и совместные программы. По другую сторону Атлантики Международный институт прикладного системного анализа (МИПСА) учредил проект по радиационной безопасности биосферы (RAD) для проведения ряда исследований проблем, связанных с радиоактивными отходами в бывшем СССР. В Российской Федерации проблемы радиационного наследия решаются в рамках программы, носящей название “Обращение с радиоактивными отходами и отработавшим топливом, их утилизация и захоронение в 1996—2005 гг.”. Важный вклад в эту программу вносится в рамках проекта Radleg Международного научно-технического центра (МНТЦ). МИПСА является инициатором проекта и его основным заказчиком. Результаты проекта Radleg должны внести весомый вклад в более масштабный проект RAD.

Кроме того, в 1995 г. была создана Контактная группа экспертов для международного сотрудничества в области обращения с радиоактивными отходами в Российской Федерации. В настоящее время близка к завершению разработка документа по общей стратегии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим топливом в Российской Федерации, предназначенного для содействия получению финансовой поддержки высокоприоритетных проектов. Уже созданы механизмы финансирования некоторых приоритетных работ по хранению отработавшего топлива и переработке отходов (см. статью на стр. 64).

В бывшем СССР в структуру ядерного комплекса входили реакторы по производству плутония и трития; производство ядерного топлива для реакторов; производство высокообогащенного урана (ВОУ); переработка отработавшего топлива (ОЯТ) промышленных реакторов для извлечения плутония; производство компонентов ядерных вооружений из металлического ВОУ и плутония; предприятия и институты, занимавшиеся проектированием и изготовлением ядерных боеголовок и сопутствующих устройств; предприятия по производству ядерного топлива для реакторов военно-морских кораблей (КР) и установки для переработки ОЯТ; АЭС, исследовательские реакторы, гражданские ядерные КР, заводы по производству ядерного топлива и заводы по переработке ОЯТ; установки по производству радиоактивных изотопов и источников ионизирующего излучения для использования в национальной экономике; и предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов (специализированные предприятия “Радон”). Как правило, производство исходных ядерных материалов как для военных, так и мирных целей осуществлялось на одних и тех же промышленных предприятиях. Основными предприятиями советского ядерного комплекса были производственное объединение “Маяк” в Челябинской области, Сибирский химический комбинат в Томской области и Горно-химический комбинат в Красноярске. Российская Федерация унаследовала более 80% ядерного промышленного потенциала бывшего СССР и, соответственно, его радиоактивных отхо-

КОЛИЧЕСТВО РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБОРОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В США

В США обращение с радиоактивными отходами от оборонной деятельности включает:

- очистку почти 10 трлн. л загрязненных грунтовых вод — количества, примерно в 4 раза превышающего ежедневное потребление воды в США;
- очистку 40 млн. куб. м загрязненной почвы и строительного мусора, что достаточно для заполнения примерно 17 стадионов;
- безопасное хранение и охрану более 18 т оружейного плутония, достаточного для производства тысяч единиц ядерных вооружений;
- обработку свыше 2 тыс. т высокоактивного отработавшего ядерного топлива;
- хранение, обработку и захоронение радиоактивных и опасных отходов, включая свыше 160 тыс. куб. м, находящихся в настоящее время в хранилищах, и свыше 500 млн. л жидких высокоактивных отходов;
- дезактивацию и/или снятие с эксплуатации около 4 тыс. установок, которые больше не требуются для поддержки осуществляемых задач;
- осуществление критически важных программ ядерного нераспространения по приему и безопасному обращению с отработавшим ядерным топливом иностранных исследовательских реакторов, содержащим оружейный высокообогащенный уран; и
- осуществление долговременного наблюдения и контроля или управления — возможно, на протяжении сотен лет — на приблизительно 109 площадках, прошедших очистку.

КОЛИЧЕСТВО РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА, НАКОПИВШИХСЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерства, управления и организации	Жидкие отходы		Твердые отходы		Отработавшее топливо	
	м ³	Бк	м ³	Бк	т	Бк
Министерство Российской Федерации по атомной энергии (Минатом) Добыча и переработка урановой руды, обогащение урана, изготовление ядерного топлива, производство ядерной электроэнергии, переработка отработавшего топлива и производство материалов для ядерных вооружений	4,0 10 ⁸	6,3 10 ¹⁹	2,2 10 ⁸	8,14 10 ¹⁸	8 700	17,02 10 ¹⁹
Министерство обороны Российской Федерации (ВМФ) Эксплуатация и использование кораблей и подводных лодок с ядерными двигателями	1,4 10 ⁴	4,44 10 ¹²	1,3 10 ⁴	29,6 10 ¹²	30	5,55 10 ¹⁷
Министерство экономики Российской Федерации, Управление оборонной промышленности Сооружение, ремонт и использование кораблей и подводных лодок с ядерными двигателями	3,2 10 ³	18,5 10 ¹⁰	1,5 10 ³	3,7 10 ¹²	*	*
Министерство транспорта Российской Федерации Эксплуатация и использование ледоколов с ядерным двигателем	4,4 10 ²	5,5 10 ¹³	7,3 10 ²	3,7 10 ¹⁶	10	17,39 10 ¹⁷
Специализированные предприятия "Радон" Переработка и захоронение радиоактивных материалов, используемых в медицине, научных исследованиях, промышленности и т. п.	—	—	2,0 10 ⁵	7,77 10 ¹⁶	—	—
Всего	4,0 10⁸	6,29 10¹⁹	2,2 10⁸	8,51 10¹⁸	8 740	17,39 10¹⁹

*Более 100 ядерных подводных лодок и их отработавшее топливо ожидают снятия с эксплуатации.

дов. Общее количество радиоактивных отходов и отработавшего топлива, накопившееся на территории Российской Федерации, по оценкам, составляет более 600 млн. куб. м радиоактивных отходов и 8700 т отработавшего топлива, ожидающего окончательного захоронения (см. таблицу),

помимо остаточных отходов горнодобывающей и обрабатывающей промышленности. Согласно МИПСА, с этими радиоактивными отходами "обрабатываются способами, не полностью соответствующими современным международным нормам радиационной безопасности".

больше внимания на международном уровне. (См. вставку на стр. 8 и 9 и Бюллетень МАГАТЭ, т. 40, № 4, 1998 г.)

Согласно данным Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), в результате испытаний ядерного оружия времен "холодной войны" свыше 1000 ЭБк радиоактивных отходов было просто выброшено в атмосферу; хотя в большинстве своем это были короткоживущие отходы, около 1% их были относительно долгоживущими. Кроме того, только в одном обладающем ядерным оружием государстве наследие военной деятельности по производству оружейных материалов составляет около 1000 ЭБк остаточных отходов, по большей части в ненадежной защитной оболочке. К тому же с 1946 по 1993 г. в результате "регулярных" сбросов около 0,1 ЭБк радиоактивных отходов было захоронено в северной части Атлантического, в Тихом и в Северном Ледовитом океанах. Значительно больше было фактически сброшено в Мировой океан в результате "аварий и потерь", включая многие затонувшие ядерные подводные лодки (последней была подводная лодка "Курск" в августе 2000 г.), и даже вследствие падения спутников с ядерными энергетическими установками.

Как правило, львиную долю внимания общество уделяет отходам от мирного использования ядерной энергии, даже когда с ними надлежащим образом обращаются, они должным образом изолируются и имеют уровни радиоактивности, аналогичные уровням от других источников, обращение с которыми не столь удовлетворительно. Количество радиоактивности в отходах, накопленных в результате производства ядерной энергии во всем мире за последние полвека, также составляет порядка 1000 ЭБк; этот объем увеличивается примерно на 100 ЭБк в год.

Также не очень велик объем гражданских радиоактивных отходов. Все накопленные до сих пор высокоактивные отходы — хотя они и характеризуются значительной радиоактивностью — можно было бы разместить в одном большом хранилище площадью около 1 га, или одного городского квартала. Это является результатом высокого к.п.д. ядерного топлива и жесткой стратегии концентрации и изолирования отходов, которой следует гражданская ядерная промышленность. Для эксплуатации АЭС мощностью 1000 МВт требуется около 27 т топлива в год. Эквивалентная станция на ископаемом топливе потребляла бы в год примерно 2,6 млн. т угля (в день 5 железнодорожных составов весом 1400 т) или 2 млн. т нефти (10 супертанкеров в год). Неудивительно, что эти различия отражаются и в образующихся отходах. Атомная электростанция будет давать около 27 т высокоактивных отходов, 310 т отходов промежуточного уровня и 460 т низкоактивных отходов, тогда как эквивалентная по мощности электростанция на угле будет выбрасывать в окружающую среду 6 млн. т парниковых газов, 244 тыс. т окислов серы, 222 тыс. т окислов азота и 320 тыс. т золы, содержащей 400 т токсичных тяжелых металлов. Эти золы содержат большое количество концентрированных ПРВ, которые могут подвергать человечество воздействию более высоких коллективных доз, чем дозы от отходов, выбрасываемых в окружающую среду АЭС, которые производят такое же количество электроэнергии.

В реальности происходящие в природе процессы и радиационное наследие производства и испытаний ядерного оружия усложнили картину обращения с радиоактивными отходами. Вследствие этого неизбежно возникают вопросы относительно обращения с отходами от производства ядерной энергии и

других видов мирного применения ядерных материалов, а также относительно масштабов международного сотрудничества в этой области на протяжении последних четырех десятилетий. Возможно, эти вопросы не исчезнут полностью (с точки зрения общества, то, как появляются радиоактивные отходы, возможно, гораздо менее важно, чем их безопасная обработка и захоронение), до тех пор пока проблемы не будут рассматриваться в комплексе и разрешаться приемлемым образом при более широкой поддержке.

Обращение с радиоактивными отходами. Этим термином обычно обозначается последовательность операций, начиная от образования радиоактивных отходов, включая их хранение (т. е. временное удержание отходов) и захоронение (т. е. сброс отходов без намерения их извлечения). В ядерной энергетике этот процесс охватывает обращение с отработавшим топливом ядерных реакторов и заканчивается безопасным захоронением не подлежащих использованию радиоактивных веществ. К ним относятся более не используемые источники излучения, которые в качестве побочной продукции ядерной энергетике находят полезное применение в медицине, промышленности и других областях. После окончания деятельности, включающей использование радиоактивных веществ, некоторые радиоактивные отходы могут оставаться на площадке и вокруг нее: они обычно называются *радиоактивными остатками*. Попадание стоков радиоактивных отходов в окружающую среду обычно называется *радиоактивными выбросами*.

Международные аспекты обращения с радиоактивными отходами охватывают эту многоплановую деятельность. Ряду основных проблем уделяется особое внимание:

■ обращению с отработавшим топливом ядерных реакторов;

■ захоронению высокоактивных отходов;

■ обращению с источниками излучения и их захоронению;

■ возможности выработки консенсуса относительно принятия на международном уровне решений по безопасности обращения с радиоактивными отходами и их захоронению.

Обращение с отработавшим топливом. В некоторых странах отработавшее топливо ядерных реакторов считается высокоактивными отходами, в других его рассматривают как активы, поскольку из пригодного к употреблению материала может быть получено новое реакторное топливо, причем отходы отделяются и сплавляются в стойкое и прочное стекло.

По оценкам МАГАТЭ, ежегодно 433 эксплуатирующиеся во всем мире АЭС выгружают около 10 тыс. т отработавшего топлива. Суммарное количество выгруженного по всему миру за последние четыре десятилетия отработавшего топлива к концу 1999 г. составило около 220 тыс. т. Примерно 145 тыс. т находилось в безопасных хранилищах, тогда как около 75 тыс. т было переработано. К 2015 г. суммарное количество отработавшего топлива, согласно прогнозам, превысит 340 тыс. т (см. график на данной странице).

Это прогнозируемое увеличение вызывает проблемы, так как емкость хранилищ в некоторых странах уже почти исчерпана. Однако в мировом масштабе имеются или проектируются достаточные объемы хранилищ для соответствия предполагаемым потребностям реакторов. В некоторых странах проектируются геологические хранилища для отработавшего топлива.

Отработавшее топливо также образуется на ядерных исследовательских реакторах. Данные МАГАТЭ показывают, что в 58 странах, включая 40 развивающихся стран, эксплуатируются 293 исследовательских реактора и еще 15 находятся в стадии

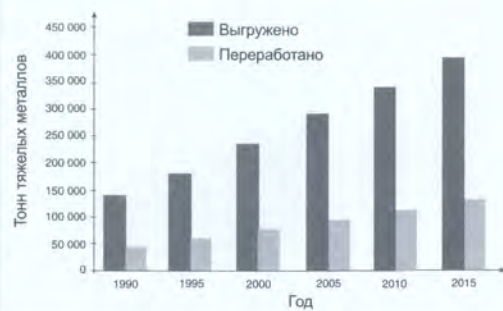
строения. Многие из выгруженных топливных сборок остаются на площадке реактора, а некоторые хранятся уже более 30 лет. По приблизительным оценкам, 63 тыс. т находятся в хранилищах, а еще 23 тыс. т — в активной зоне реакторов. Из хранящихся сборок 46 тыс. т находятся в промышленно развитых странах, а 17 тыс. т — в развивающихся странах. Центральным вопросом является окончательное захоронение отработавших топливных сборок в развивающихся странах, которые первоначально ввозили ядерное топливо. Соглашения по импорту предусматривали возвращение в будущем отработавшего топлива поставляющей стране, но во многих случаях для этого еще предстоит выработать конкретные договоренности.

Другими источниками отработавшего топлива являются реакторы, на которых производятся материалы ядерных вооружений, и ядерные энергоустановки гражданских и военных кораблей. Обращение с отработавшим топливом военного назначения вызывает все большее беспокойство.

Захоронение радиоактивных отходов. При различных видах применения ядерной энергии производятся различные виды радиоактивных отходов. Что касается объемов, то большая их часть является “низкоактивными отходами”, которые захораниваются в сооружениях непосредственно под земной поверхностью. Уже построено более 100 таких приповерхностных хранилищ, и более 30 строится по всему миру. В них направляются низкоактивные отходы от АЭС и исследовательских реакторов, а также от медицинской, промышленной и исследовательской деятельности.

Иначе обстоит дело с высокоактивными отходами, будь то отработавшее топливо или его переработанные отходы, которые должны безопасно изолироваться на тысячелетия. Научно-тех-

ОТРАБОТАВШЕЕ ТОПЛИВО: ФАКТЫ И ТЕНДЕНЦИИ



ническое сообщество в целом согласно, что захоронение этих сравнительно малообъемных, но высокоактивных отходов может быть осуществлено в стабильных геологических формациях, таких как древние соляные куполы или гранитные туннели на глубине нескольких сот метров от поверхности земли. Множественные естественные и инженерные барьеры образовали бы защиту от вторжения человека и обеспечили долговременную изоляцию отходов. Однако ни в одной стране не было выдано лицензии на концепцию долговременного захоронения коммерческих высокоактивных отходов.

В прошлом году Агентство по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития опубликовало доклад, содержащий международную оценку прогресса в деле геологического захоронения. В докладе подчеркивается, что геологическое захоронение является технически безопасным и что необходимы лицензирование и открытие таких хранилищ для убедительной демонстрации возможности их сооружения.

Важным шагом на пути демонстрации концепции захоронения явилось открытие в марте 1999 г. в США Опытной установки по изоляции отходов (WIPP). Расположенная на глубине 700 м в соляном куполе, WIPP является первым в мире геологическим хранилищем, сер-

ОСТАТОЧНАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ: В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ — ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

На Международном симпозиуме по восстановлению мест с остаточной радиоактивностью, проходившем в Арлингтоне, Виргиния, США, с 29 ноября по 3 декабря 1999 г., рассматривались вопросы, связанные с остаточной радиоактивностью, как антропогенной, так и от естественных источников. Представленные экспертами данные показали, что масштаб антропогенных проблем велик, а проблем, связанных с остаточной радиоактивностью естественного происхождения, еще больше и они могут чаще встречаться. Один из выводов заключается в том, что очевидна необходимость последовательного согласования классификации как естественной, так и антропогенной остаточной радиоактивности, с тем чтобы достичь взаимопонимания в вопросах управления риском и восстановления площадок. Участники симпозиума также подчеркнули необходимость способствовать росту понимания обществом сути проблем и привлекать заинтересованные стороны к планированию усилий по восстановлению площадок. Материалы данного симпозиума можно получить в МАГАТЭ.

тифицированным для захоронения долгоживущих радиоактивных отходов. На данную площадку разрешено направлять отходы, связанные с оборонной деятельностью США, но она не имеет лицензии на захоронение высокоактивных отходов.

Прогресс в изучении и планировании геологических захоронений высокоактивных отходов наблюдается в США, Финляндии, Франции, Швеции и других странах по нескольким направлениям. Тем не менее во многих случаях возникают серьезные препятствия, в первую очередь связанные с вопросами отношения общества, выбора площадки и демонстрации безопасности.

Технологические новшества в ядерном топливном цикле могут способствовать разрешению некоторых проблем. Например, на перерабатывающем предприятии в м. Аг, Франция, с помощью новых методов уменьшения объема можно преобразовать отходы в составе отработавшего топлива в остеклованные твердые высокоактивные отходы. Если бы ежегодно образующееся в мире отработавшее топливо можно было перерабатывать с таким уменьшением объема, то, по приблизительным оценкам, получив-

шиеся в результате остеклованные твердые отходы имели бы объем порядка 1 тыс. куб. м, т. е. куб с ребром около 10 м, за год мирового производства ядерной электроэнергии.

Захоронение вышедших из употребления источников излучения. Возникает еще одна проблема в обращении с отходами, связанная с источниками излучения, которые используются в медицине, сельском хозяйстве, промышленности и других областях. Когда эти источники становятся непригодными к использованию, они должны быть безопасно захоронены. Однако со многими из "вышедших из употребления" источников не обращались надлежащим образом, и иногда они становились "бесхозными", оказываясь вне сферы контроля регулирующих органов. В нескольких странах произошли серьезные инциденты, когда потертые и оставленные без присмотра источники, пока не была установлена их природа, явились причиной смертей и увечий. Для решения подобных проблем МАГАТЭ ввело План действий для оказания помощи странам в совершенствовании их потенциала по обеспечению безопасного контроля и захоронения источ-

ников излучения (см. статью на стр. 60 и Бюллетень МАГАТЭ, т. 42, № 3, сентябрь 1999 г.).

ДОСТИЖЕНИЕ КОНСЕНСУСА ОТНОСИТЕЛЬНО ДАЛЬНЕЙШИХ ДЕЙСТВИЙ

Международная структура по безопасности обращения с радиоактивными отходами. Достижение международного консенсуса по безопасности обращения с радиоактивными отходами является серьезной задачей. Она затрагивает сложные научные, технические и этические проблемы, мнения профессионалов по которым не всегда совпадают. Инициатива по укреплению международной структуры в целом связана с необходимостью согласования подходов и созданием фундамента, опираясь на который общество было бы способно соглашаться с принимаемыми решениями относительно обращения с отходами.

В частности, возникают следующие вопросы:

■ Следует ли радиоактивные отходы из естественных источников контролировать так же строго, как и отходы, образующиеся в результате деятельности человека?

■ Какими этическими ценностями следует руководствоваться при принятии решений относительно безопасности захоронения отходов с учетом того, что будущие поколения могут подвергаться воздействию вредного излучения от отходов, оставленных нашим поколением?

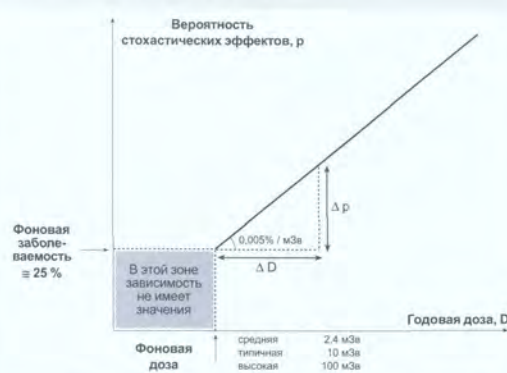
■ Какие последствия для здоровья человека могут быть отнесены на счет низких уровней облучения, которого можно ожидать от радиоактивных отходов, подвергающихся надлежащему обращению? (См. вставку на стр. 13.)

■ Должно ли решение вопросов обращения с отходами зависеть от новых технологических разработок или следует применять имеющиеся сейчас в наличии

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ: РЕАЛЬНЫЕ И ВОСПРИНИМАЕМЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Предполагается, что при правильном обращении радиоактивные отходы дают чрезвычайно низкие уровни доз облучения людей. Однако не проясняющие вопроса профессиональные дискуссии относительно посылок, лежащих в основе регулирования низких доз облучения, возможно, негативно влияют на восприятие обществом этой проблемы. Академическая полемика происходит вокруг того, что называется “линейной беспороговой” (LNT) гипотезой, которая отражает консенсус подавляющего большинства международного сообщества (включая систему ООН) относительно воздействия на здоровье людей радиационного облучения. LNT обычно в упрощенном виде формулируется следующим образом: вероятность того, что человек заболит раком в результате радиационного облучения, пропорциональна уровню радиационной дозы, причем порога безопасности радиационной дозы при любой, даже малой, дозе не существует. Однако принятая на международном уровне формулировка сложнее. Она может быть выражена следующим образом: выше различных уровней существовавшего ранее фонового излучения [которое в среднем составляет 2,4 миллизиверта (мЗв) при типично высоких уровнях около 10 мЗв, которые могут возрастать до 100 мЗв] приращение радиационного облучения, вероятно, будет причиной пропорционального увеличения случаев рака выше существовавшего ранее уровня (который, как известно, чрезвычайно высок — на Западе около 25% людей умирают от рака). График иллюстрирует эту ситуацию.

Конфигурация зависимости для уровней излучения ниже фона является интересным академическим вопросом, но не имеет какого-либо регулирующего значения. Регулирующий орган должен учитывать вероятность воздействия на здоровье доз облучения выше неизбежного фона; более того, вследствие повсеместного распространения излучения следует, вероятно, брать за основу типично наивысшие (а не наименьшие) уровни фона. Необ-



ходимо отметить, что даже при этих условиях вероятность появления онкологических заболеваний, относимых на счет приращения радиационного облучения, чрезвычайно мала. В настоящее время Комитет ООН по действию атомной радиации оценивает эту вероятность в 0,005% на мЗв радиационного облучения; ожидаемое облучение населения от радиоактивных отходов, с которыми обращаются надлежащим образом, составляет малую долю от 1 мЗв.

В полемике вокруг LNT участвовали радиобиологи, представители регулирующих органов и др., причем некоторые высказывали достаточно экстремальные суждения относительно риска вследствие облучения малыми дозами радиации. После бурных дискуссий число проблем в сфере регулирования радиоактивных отходов и связанных с ними малых доз облучения возросло. Нежелательным итогом этих дискуссий явилось то, что общественность стала скорее меньше понимать проблему, чем лучше разбираться в ней. Другим неприятным результатом является непоследовательность в регулировании низкорadioактивных отходов. В ряде случаев процесс регулирования требует жертв от общества и невольно препятствует использованию преимуществ видов применения ядерной энергии и радиации.

наилучшие технологии? Кроме того, что предпочтительнее, продолжать окончательное захоронение радиоактивных отходов на данном этапе или дождаться развития технологии в будущем? ■ Должна ли безопасность захоронения отходов быть чисто национальным решением или это вопрос международного уровня, связанный с потенциально трансграничными масштабами проблем и решений?

Простых ответов на эти вопросы не существует. Важно,

что они возникают и обсуждаются путем обмена мнений на международных конференциях, в специализированных органах и с помощью инициатив, предпринимаемых в рамках собственных программ МАГАТЭ по безопасности обращения с радиоактивными отходами. Несколько недавних мероприятий международного уровня помогают определить направление дальнейшего развития.

Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ)

недавно выпустила новые рекомендации в области обращения с радиоактивными отходами. Это Публикация МКРЗ № 77 *Политика радиологической защиты для захоронения радиоактивных отходов*, Публикация МКРЗ № 81 *Рекомендации по радиологической защите применительно к захоронению долгоживущих твердых радиоактивных отходов* и Публикация МКРЗ № 82 *Защита населения в ситуациях продолжительного радиационного облучения*. (См. статью на стр. 21.)

КОНФЕРЕНЦИЯ В КОРДОВЕ



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Результатом масштабной международной конференции, прошедшей в этом году, стало существенное воздействие на формирующуюся повестку дня по обращению с радиоактивными отходами. **Международная конференция по безопасности обращения с радиоактивными отходами**, проходившая в Кордове, Испания, с 13 по 17 марта 2000 г., была организована МАГАТЭ совместно с Европейской комиссией, Агентством по атомной энергии Организации экономического сотрудничества и развития и Всемирной организацией здравоохранения, а принимающей стороной было правительство Испании. В Конференции участвовали более 300 высших должностных лиц и ученых из 55 государств-членов и шести международных организаций.

Основной целью Конференции было создание условий для открытого диалога между членами научного сообщества, представителями объектов, производящих радиоактивные отходы, служащими органов, ответственных за обращение с радиоактивными отходами, и органов ядерного регулирования, а также представителями заинтересованных групп общественности. Данная встреча дала политикам и лицам, принимающим решения, основу для политических действий и оказалась важным шагом в поисках путей достижения необходимого международного консенсуса по обращению с радиоактивными отходами.

На Конференции был сделан вывод, что, поскольку радиоактивные отходы уже существуют, а бездействие по отношению к ним не является устойчивым вариантом, долг ныне живущих состоит в том, чтобы не возложить чрезмерного бремени на будущие поколения, а разработать и воплотить в жизнь практически осуществимые решения в отношении безопасного обращения с этими отходами, включая захоронение. В каждой стране парламент и правительство несут ответственность за установление правовых основ и принятие политических решений, необходимых для осуществления национальной политики в области обращения с радиоактивными отходами.

Согласно рекомендациям Конференции, национальная политика в области обращения с радиоактивными отходами должна отражать следующие соображения:

■ Производители радиоактивных отходов несут основную ответственность за безопасное обращение с ними, и именно они должны предлагать соответствующие варианты и обеспечивать экономические ресурсы, необходимые для выполнения этой обязанности.

■ При обращении с радиоактивными отходами следует применять “холистический подход”, с тем чтобы избежать действий, которые, разрешая сиюминутные проблемы, могут препятствовать принятию решений в будущем.

■ Так как неопределенности — не только научно-технические, но также юридические и политические — изначально присущи различным вариантам безопасного обращения с радиоактивными отходами, необходимо придерживаться рациональных подходов, которые будут приемлемы для широкого круга возможных будущих ситуаций.

■ Вопросы безопасности следует рассматривать независимо, с тем чтобы обеспечить соответствие правилам и официально установленным критериям, которые могут потребовать периодического пересмотра для принятия во внимание научно-технических достижений.

■ Эффективное осуществление вариантов захоронения требует четкого определения на национальном уровне поэтапного и транспарентного подхода, что позволяет различным заинтересованным сторонам, включая широкую общественность и общественные институты, участвовать в процессе принятия решений.

Почти на всех технических заседаниях обсуждалась необходимость вовлечения всех заинтересованных сторон в процесс принятия решений, связанных с обращением с радиоактивными отходами. В этом контексте приветствовалась инициатива МАГАТЭ по созданию *специального международного форума*.

Конференция рассмотрела широкий круг вопросов и проложила путь к усилению международного консенсуса по ключевым областям обращения с радиоактивными отходами. Материалы Конференции можно получить в Отделе публикаций МАГАТЭ.

Кроме того, Международная консультативная группа по ядерной безопасности выпустила новый доклад *Безопасное обращение с источниками радиации: принципы и стратегии* (см. статью на стр. 19).

Эксперты, политические деятели, специалисты по безопасности и другие “держатели капи-

тала” недавно принимали участие в важных международных мероприятиях, организованных МАГАТЭ. Одним из них был Международный симпозиум по восстановлению мест с остаточной радиоактивностью, на котором удалось приблизить достижение согласия по сложному вопросу реабилитации мест оби-

тания человека, загрязненных остаточными радиоактивными отходами (см. вставку на стр. 12). Последним и самым крупным форумом является Международная конференция по безопасности обращения с радиоактивными отходами, проходившая в Кордове, Испания, с 13 по 17 марта 2000 г. (см. вставку на этой странице).

КОРДОВА: ВЫРАБОТКА ПОВЕСТКИ ДНЯ

Участники Конференции в Кордове сделали важные выводы, влияющие на будущее направление международного развития по широкому кругу вопросов. В своих технических обзорах, заключениях и рекомендациях они выделили ряд моментов по ключевым проблемам, в том числе следующие:

■ **Выбор площадок для установок по захоронению радиоактивных отходов.** На Конференции была подчеркнута важность завоевания доверия общества как весьма существенного элемента успешного разрешения проблемы выбора площадок для хранилищ радиоактивных отходов. Четко определенный и транспарентный процесс выбора площадок, в котором с самого начала имеют возможность участвовать заинтересованные стороны, будет иметь больше шансов на успех.

Эффективное взаимодействие с обществом является важным элементом укрепления и поддержания доверия и поощрения значимого участия в процессе принятия решений. Технические специалисты должны излагать сложные вопросы обращения с отходами ясным и понятным для всех заинтересованных сторон языком. Средства массовой информации также могут содействовать в этом, но, как отмечалось на Конференции, на журналистов нередко оказывается давление.

■ **Захоронение низкоактивных отходов.** На Конференции говорилось, что приповерхностные хранилища для отходов от АЭС с низким и средним уровнями радиоактивности используются во многих странах, где они были приняты как на политическом уровне, так и обществом. В этом случае есть основания предполагать, что официальный контроль позволит предотвратить интрузию в течение того ограниченного периода времени, за который происходит диспер-

сия большей части активности отходов.

Вследствие чрезвычайно больших объемов природных радиоактивных отходов от добычи и переработки урановой руды (а также других отраслей переработки ПРВ) единственным экономически целесообразным вариантом является захоронение на поверхности или в непосредственной близости от поверхности. Хотя концентрация радиоактивности невысока, радионуклиды в отходах от добычи и переработки чрезвычайно долгоживущи, поэтому приповерхностным хранилищам для таких отходов требуется официальный контроль "навечно" для предотвращения антропогенного вмешательства.

Для большинства видов захоронений отходов официальный контроль является одним из элементов системы глубоководной защиты; в случае геологического хранилища основной целью контроля фактически должно быть подтверждение безопасности, а не ее обеспечение. Для отходов от добычи и переработки это может быть единственной целесообразной стратегией на будущее. Вопросы такого типа выходят далеко за пределы чисто технического этапа и требуют дальнейшего обсуждения с гораздо более широким кругом групп населения для выработки реалистичных решений, которые способны получить широкую поддержку.

■ **Геологическое захоронение.** На Конференции отдельно рассматривалось глубокое геологическое захоронение высокоактивных отходов, причем признавалось, что оно порождает ряд вопросов, связанных с безопасностью, и морально-этических проблем. Должна обеспечиваться его безопасность как на современном этапе, так и в будущем, и нынешнее поколение должно учитывать потребности и безопасность будущих поколений. Ключевым вопросам, требующим рассмотрения, относятся: демонстрация безопасности глубокого

геологического захоронения долгоживущих радиоактивных отходов и обеспечение принятия и признания его обществом; безопасность и надежность долговременных поверхностных хранилищ; последствия (с точки зрения безопасности) подземного хранения отходов с возможностью их извлечения до захоронения; и преимущества сооружения международных или региональных хранилищ для оказания помощи малым странам и ограничения числа мест захоронения.

Выбор участков для хранилищ имеет местные, национальные и международные аспекты. Доводы в пользу захоронения, а также связанные с этим критерии и процессуальные нормы должны обеспечиваться как на местном, так и на национальном уровне. Увеличение общественного доверия на местном уровне является важным шагом в любом процессе выбора площадки для захоронения.

Одним из ключевых вопросов при лицензировании хранилищ является ожидаемая норма подтверждения безопасности, т. е. что представляет собой "разумная гарантия" того, что хранилище будет в долгосрочной перспективе удовлетворять критериям безопасности. В настоящее время представляется, что нет альтернативы решению этой проблемы на основе собственных суждений.

На Конференции отмечалось, что был осуществлен значительный объем работы по НИОКР, в том числе в отношении геологических лабораторий, и что имеются достаточные технические знания, позволяющие современному поколению безопасно обращаться с радиоактивными отходами и осуществлять их захоронение; в то же время на международном уровне в сфере фактического создания геологических хранилищ не удалось добиться заметных успехов. Случаи, в которых был достигнут прогресс,

показали преимущества участия общества в процессе принятия решений. Польза контактов с обществом и его участия в настоящее время полностью признана.

Все еще существует потребность в международном консенсусе относительно норм и критериев безопасности геологического захоронения. Его следует выработать одновременно с проведением консультаций.

■ **Вечное хранение.** На Конференции подчеркивалось, что вечное хранение радиоактивных отходов не является устойчивой практикой или перспективным решением; скорее это промежуточная фаза комплексного обращения с радиоактивными отходами. Хотя на период, измеряемый десятилетиями, может применяться контролируемое, с возможностью извлечения, пассивно безопасное хранение, необходимо далее разрабатывать методы захоронения.

Хранение не должно быть используемым неограниченное время вариантом типа “поживем — увидим”; можно до бесконечности дожидаться новых достижений, при этом утрачивая стимул и решимость перейти к захоронению, что без эффективного контроля могло бы привести к ухудшению показателей безопасности и причинению ущерба окружающей среде. Участники также отметили, что долгосрочное хранение не является простым или дешевым процессом и потребует официального контроля органа, обладающего необходимыми знаниями, опытом и финансовыми ресурсами. Исследования показали, что хранение можно безопасно осуществлять на протяжении многих десятилетий при условии сохранения контроля. Однако даже если в результате технологических достижений станет целесообразным долгосрочное безопасное хранение, проблемы, связанные с осуществлением официального контроля, могут ограничивать его применение.

■ **Возможность извлечения захороненных отходов.** На Конференции достаточно подробно рассматривался спорный вопрос о возможности извлечения захороненных радиоактивных отходов. То, что необходимо в известной мере четко предусмотреть возможность извлечения отходов при проектировании и сооружении геологических хранилищ, широко признается в настоящее время как важный путь укрепления доверия со стороны общества к способности обеспечить безопасное сохранение радиоактивных отходов и исключения вероятности заранее лишиться будущие поколения возможных вариантов развития.

Однако это не должно достигаться в ущерб долгосрочной безопасности хранилища или снимать необходимость оценки долгосрочной безопасности и пригодности хранилища до начала размещения в нем отходов. Важно понимать, что, пока сохраняется возможность извлечения, будет необходим официальный контроль для защиты населения и окружающей среды. Такой контроль должен предусматривать необходимые ядерные гарантии для хранилищ, содержащих отработавшее топливо или другие делящиеся материалы.

■ **Международные хранилища.** Обеспечить возможность геологического захоронения странам, не имеющим соответствующих геологических формаций на собственной территории, могли бы, в конечном счете, международные хранилища. Они могли бы также дать странам, у которых количество отходов невелико, возможность объединения экономических и технических ресурсов вместо разработки по отдельности собственных программ захоронения, и такая кооперация могла бы способствовать достижению более широкого консенсуса по вопросам безопасности отходов.

Тем не менее на Конференции был сделан вывод, что, по-видимому, шансы получить под-

держку общества у таких проектов невелики до тех пор, пока не будет продемонстрирована успешная работа нескольких национальных геологических хранилищ. Кроме того, в настоящее время осуществление этой концепции может оказаться нецелесообразным, так как это нанесло бы ущерб программам создания национальных хранилищ.

■ **Безопасное обращение с источниками излучения.** Согласно рекомендациям Конференции, ответственность за безопасное захоронение неиспользуемых источников излучения должно нести в основном государство. Если такие источники хранятся длительное время, увеличивается вероятность того, что каким-либо образом контроль над ними будет утрачен. Возможно, закупочная цена источников должна предусматривать какое-либо покрытие расходов на случай захоронения.

Для стран, которые не располагают необходимыми для захоронения сооружениями, безопасное захоронение будет означать в большинстве случаев передачу источников другой стране — обычно стране поставщика, которая имеет инфраструктуру для безопасного их захоронения. Возможной альтернативой была бы разработка недорогих методов безопасного захоронения источников. Изучается альтернатива так называемой “концепции буровой скважины”.

Что касается возможности возвращения источников поставщику, на Конференции подчеркивалось, что во многих случаях поставщик и первоначальный производитель являются разными лицами. Некоторые поставщики не в состоянии принимать возвращаемые источники в силу национального законодательства или проявляют нежелание взять на себя обязательства в этом отношении. Решению данной проблемы способствовало бы сосредоточение внимания на тех источниках, которые представляют максимальный риск, т. е. про-

ведение классификации источников и обеспечение обязательств принимать хотя бы эти виды возвращаемых источников. На случай ликвидации предприятий-поставщиков государству необходимо обеспечить “гарантию”, чтобы не допустить выхода источников из-под контроля.

На Конференции была выражена поддержка *Плану действий по безопасности источников радиации и сохранности радиоактивных материалов* Агентства и проявлена заинтересованность в продолжении разработки международного *Кодекса поведения* в этой области.

■ **Трансграничное перемещение радиоактивных отходов.** На Конференции обсуждался вопрос трансграничного перемещения радиоактивных отходов, т. е. их перехода из одной юрисдикции, а именно юрисдикции страны происхождения, в другую юрисдикцию — страны назначения. Такое перемещение часто происходит через границы одной или более других юрисдикций — страны или стран транзита либо через международные воды. Поэтому неизбежно к различным этапам перемещения таких материалов применяются разные правовые режимы. Это в свою очередь требует ширококомасштабной международной гармонизации в этой области.

В ядерной сфере такая гармонизация продвинулась сравнительно далеко, о чем свидетельствуют принятые путем консенсуса международные документы, такие как *Правила безопасной перевозки радиоактивных веществ* МАГАТЭ. Ответственность за соблюдение этих международных норм при перевозке радиоактивных веществ морским транспортом лежит на государстве флага, хотя Международная морская организация (ИМО), как ожидается, вскоре сделает соблюдение таких норм обязательным.

На Конференции отмечалось, что в международном праве отсутствует общее требование о

согласовании с прибрежными государствами перевозки радиоактивных отходов через их территориальные воды при условии принятия необходимых мер безопасности. В настоящее время ответственность в значительной степени определяется международным частным правом со всеми вытекающими отсюда неопределенностями в отношении потенциальных потерпевших. С учетом того, в какой мере эти неопределенности способствуют отрицательному отношению к международным перевозкам радиоактивных отходов, соблюдение в более широких масштабах международного режима ядерной ответственности способствовало бы более благоприятному отношению к таким перевозкам. Показатели безопасности международных перевозок радиоактивных веществ превосходны; однако в этой области существует весьма большое расхождение между общественным восприятием и реальностью. Необходим конструктивный и открытый диалог с заинтересованными сторонами для разъяснения порой сложного режима международных перевозок радиоактивных веществ, включая отходы, и показателей безопасности.

■ **Международный режим безопасности обращения с радиоактивными отходами.** Одним из основных результатов Конференции явилась поддержка международного режима МАГАТЭ по безопасности обращения с отходами (см. вставку на стр. 18), а именно: i) Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами как служащего стимулом правового документа, предполагающего высокий уровень приверженности договаривающихся сторон безопасному обращению с радиоактивными отходами; ii) уже действующих международных норм безопасности; и iii) международного механизма обеспечения применения этих норм.

Объединенная конвенция устанавливает имеющую обязательную силу ответственность государств — подкрепленную международным независимым авторитетным рассмотрением — осуществлять согласованные на международном уровне цели безопасности, обеспечивая таким образом механизм укрепления доверия к национальным программам.

На Конференции отмечалось, что в настоящее время существует прочная и осознанная база развития национального основ законодательства и регулирования, необходимых для безопасного обращения с радиоактивными отходами. Глобализация экономики увеличила потенциальную пользу согласованных на международном уровне норм безопасности. Тем не менее перспективы принятия таких норм ограничены, поскольку некоторые страны считают, что их принятие может нанести ущерб национальному суверенитету. Это очевидное противоречие международной гармонизации и национального суверенитета является политическим вопросом, не входящим в компетенцию технического сообщества.

ПЕРСПЕКТИВЫ: РАЗВЯЗАТЬ УЗЕЛ

Будущее захоронения радиоактивных отходов и, соответственно, ядерной энергетики является основным вопросом международной повестки дня. МАГАТЭ может служить катализатором в поисках консенсуса, которого так долго не удается достичь мировому сообществу.

В своем выступлении по основной теме Конференции в Кордове постоянный представитель США в МАГАТЭ посол Джон Б. Рич III отметил, что в сфере ядерной энергетики необходима дискуссия, широкая в двух отношениях. Во-первых, нужен широкий круг участников, включающий правительства, эксплуатирующие организации, промышленность, регулирующие

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕЖИМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Международный режим безопасности обращения с радиоактивными отходами разрабатывается под эгидой МАГАТЭ. Режим включает три ключевых элемента: *приверженность государствам имеющим обязательную юридическую силу международным конвенциям; установление согласованных в глобальном масштабе международных норм по безопасности отходов; и обеспечение применения этих норм.*

■ **Приверженность имеющим обязательную юридическую силу международным конвенциям по безопасности.** В последние годы обязательства государств стали играть решающую роль в повышении ядерной и радиационной безопасности, а также безопасности отходов. МАГАТЭ способствует этому процессу, содействуя осуществлению таких соглашений и выполняя ряд функций для договаривающихся сторон после вступления соглашений в силу. Эти функции включают выполнение обязанностей секретариата для сторон и предоставление им, по запросу, услуг; применительно к безопасности отходов одним из таких соглашений является *Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами*, которая была принята государствами в 1997 г.

■ **Установление международных норм по безопасности отходов.** МАГАТЭ, отвечая на потребности своих государств-членов, разработало и выпустило более 200 норм по радиационной и ядерной безопасности, включая нормы по безопасности

обращения с радиоактивными отходами. Первые нормы безопасности конкретно для радиоактивных отходов были выпущены в первые годы после создания МАГАТЭ. К 80-м гг. МАГАТЭ создало специализированный блок норм под заглавием "Нормы безопасности в области обращения с радиоактивными отходами" (НБРО). Основопологающий документ этой серии, *Принципы обращения с радиоактивными отходами*, был выпущен в 1995 г. и явился технической основой для Объединенной конвенции (см. статью на стр. 24).

■ **Обеспечение применения норм безопасности.** Стратегия МАГАТЭ по обеспечению применения НБРО сосредоточивается на пяти основных областях деятельности:

■ поощрение систематического обмена информацией по вопросам, связанным с безопасностью отходов,

■ содействие образованию и подготовке по вопросам безопасности отходов,

■ поддержка и координация НИОКР, связанных с безопасностью отходов,

■ подготовка программ сотрудничества и помощи для применения норм безопасности отходов, и

■ предоставление по запросу соответствующих услуг государствам-членам.

Этот международный режим может использоваться международным сообществом в качестве инструмента обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами и облегчения решения связанных с этим проблем.

органы, неправительственные организации, авторитетных экспертов и группы граждан, — фактически всех и каждого, кто выражает или формирует общественное мнение. Во-вторых, требуется широкий спектр обсуждаемых вопросов, чтобы общественный диалог вышел за пределы узкого спорного вопроса о том, где и как захоранивать отходы. Эти дискуссии должны носить холистический характер, включать подробное и откровенное обсуждение альтернатив в энергетике и иметь целью, в том числе, определение разумной и признаваемой роли ядерной энергетике и ее производных.

Оратор воспользовался уместной аналогией, для того чтобы пояснить суть дела. Согласно сюжету из греческой мифологии, оракул заявил, что тот, кто сможет развязать невероятно запу-

танный гордиев узел, будет править всей Азией. По легенде, Александр Македонский просто разрубил узел своим мечом и достиг предреченной славы. Это удачная метафора разрешения проблем быстрыми и искусственными действиями. Сегодня, когда столь остро стоит сложная задача достижения консенсуса в противоречивых дискуссиях по проблеме обращения с радиоактивными отходами и мирного пути развития ядерной энергетике, такого легкого ответа нет.

В заключение посол Рич сказал, что если мы хотим управлять своей судьбой и рационально действовать при удовлетворении насущной потребности в производстве большего количества более чистой энергии, мы не добьемся этого, разрубая существующие противоречия. Препятствия нельзя перескочить или

игнорировать. Мы должны развязывать гордиев узел осторожно и кропотливо, используя все наши ресурсы и демократические институты мудро и основательно.

МАГАТЭ может предоставить столь необходимый для достижения консенсуса форум "держателей капитала", включающий все заинтересованные стороны, который может привести к достижению приемлемых решений по всем видам радиоактивных отходов и который выдержит испытание временем. □

— В сентябре 2000 г. в рамках проходившего на Генеральной конференции МАГАТЭ Научного форума по вопросам обращения с радиоактивными отходами прошла встреча экспертов и политиков из организаций и 130 государств — членов Агентства.