

**Выводы**

Результаты всех рассмотренных исследований в общем поддерживают предположение Международной комиссии по радиологической защите относительно радиационной защиты популяций других живых организмов, отличных от человека.

В случаях, когда человек проживает в непосредственной близости от других живых организмов, подвергшихся радиационному воздействию, имеющиеся данные о чувствительности живых организмов к воздействию радиации дают основание предположить, что защита человека обеспечит также и эффективную защиту других видов живых организмов. Однако имеющаяся база данных далеко не полная, а чувствительность многих популяций животных и растений к радиационному воздействию никогда не исследовалась.\* Более того, не изучался должным образом и вопрос синергетических эффектов, обусловленных присутствием других загрязнителей окружающей среды. Следовательно, вышеприведенный вывод недостаточно убедителен для того, чтобы оправдать отсутствие озабоченности по поводу возможного радиационного воздействия на популяции животных и растений.

Существуют особые ситуации, когда человек может находиться от места выброса радионуклидов дальше других видов живых организмов, и именно в этих местах необходимо уделить особое внимание защите популяций животных и растений.

\* "Environmental Monitoring for Radionuclides in Marine Ecosystems: Are Species Other Than Man Protected Adequately?" by P.M. Thompson, *Journal of Environmental Radioactivity* 7 (1988) 275-283.



## Обращение с радиоактивными отходами в развивающихся странах

*Новые пути решения  
проблем и удовлетворения  
потребностей*

К.Т. Томас, В. Баэр и Г.Р. Пламб

Почти во всех государствах-членах МАГАТЭ производятся те или иные виды радиоактивных отходов.

В настоящее время в большинстве развивающихся стран АЭС не являются основными центрами деятельности по обращению с радиоактивными отходами. На развивающиеся страны приходится примерно 7 % установленных ядерно-энергетических мощностей мира. В начале 1988 г. в семи развивающихся странах Азии, Латинской Америки и Средиземноморского региона эксплуатировалось 24 АЭС. Но несмотря на это, в будущем с пуском в эксплуатацию строящихся в этих странах ядерных энергоблоков ядерная энергетика станет растущим источником радиоактивных отходов.

В настоящее время развивающиеся страны озабочены в основном обращением с ядерными отходами, производимыми в медицинских центрах, исследовательских институтах, промышленными установками, исследовательскими реакторами и при добыче полезных ископаемых. Иногда при обращении с такими отходами допускались ошибки, что приводило к серьезным инцидентам. В результате неправильного обращения с источниками излучения имелись человеческие жертвы в Мексике (1962 г.), Алжире (1978 г.), Марокко (1984 г.) и Бразилии (1987 г.).

В силу этого деятельность МАГАТЭ в области обращения с радиоактивными отходами была сконцентрирована на оказании консультативных услуг развивающимся государствам-членам по обращению с отходами, получаемыми в результате использования радиоактивных материалов. Такая по-

Г-да Томас, Баэр и Пламб являются сотрудниками Отдела ядерного топливного цикла и обращения с радиоактивными отходами.

мощь оказывается централизованно через Отдел ядерного топливного цикла и обращения с радиоактивными отходами, программы технической помощи, программу консультативных услуг в области обращения с радиоактивными отходами (WAMAP) и межрегиональный проект технического сотрудничества.

Значительная работа по реализации проектов в области обращения с радиоактивными отходами, проводимая Департаментом технического сотрудничества, включает в себя выявление стран, нуждающихся в помощи, определение приоритетов и масштабов проектов, а также контроль за эффективной реализацией проектов.

Целью этих видов деятельности является оказание поддержки странам в накоплении необходимого технического опыта и достижении независимости в области безопасного обращения с радиоактивными отходами. Ниже дается описание механизмов Агентства, используемых для осуществления вышеуказанных целей.

### Проекты технического сотрудничества

Начиная с 1976 г. было реализовано 35 проектов технического сотрудничества в области обращения с радиоактивными отходами, которые охватили 22 страны. В настоящее время в рамках 22 проектов различные виды технической помощи получают 15 государств (см. таблицу). Ожидается, что число государств, получающих техническую помощь в области обращения с радиоактивными отходами, будет расти по мере развертывания национальных программ в развивающихся государствах-членах Агентства.

Для успешной реализации этих проектов предпринимаются усилия по приведению их в соответствие с национальными программами, потребностями и стратегиями. В своих оценках МАГАТЭ принимает во внимание не только технические, но и более широкие аспекты предложений, требующих оказания помощи. Это способствует тому, чтобы утвержденные проекты удовлетворяли основные

потребности в создании объединенных национальных систем безопасного обращения с радиоактивными отходами.

### Программы координированных исследований

Программы координированных исследований (ПКИ) Агентства охватывают конкретные аспекты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, представляющих широкий интерес и имеющих большое значение для обращения с радиоактивными отходами. В реализации этих программ участвует широкий диапазон государств от промышленно развитых до развивающихся государств-членов Агентства, что способствует образованию прекрасного форума, позволяющего осуществлять передачу технической информации и данных в развивающиеся страны.

В настоящее время осуществляются или запланированы 8 ПКИ по различным аспектам обращения с отходами. Особенно полезными для развивающихся стран являются ПКИ миграции радионуклидов в результате приповерхностного захоронения радиоактивных отходов в земле, дезактивации и снятия с эксплуатации ядерных установок, оценки форм кондиционирования и упаковок для отвержденных отходов низкой или средней активности, а также использования неорганических сорбентов при обращении с отходами.

### Учебные курсы и ознакомительные поездки

В рамках национальных проектов технического сотрудничества целый ряд ученых из развивающихся стран прошли подготовку в промышленно развитых государствах в области обращения с радиоактивными отходами. Кроме того, в этой области проводятся национальные, региональные и межрегиональные учебные курсы. В период с 1976 по 1989 гг. были проведены один национальный, два региональных и восемь межправительственных учебных курсов и ознакомительных поездок в

### Техническая помощь государствам-членам в области обращения с радиоактивными отходами

	Консультативная помощь экспертов по проектам	Консультации по выбору экспертов	Консультации по закупке оборудования	Стипендии/научные командировки
Алжир	X	X	X	X
Бангладеш	X	X	X	X
Болгария	X	X	X	X
Египет	X	X	X	X
Индонезия	X	X	X	X
Камерун	X	X		X
Китай	X	X	X	X
Корейская Республика	X	X	X	X
Перу	X	X	X	X
Португалия	X	X		
Сирия	X	X	X	X
Таиланд	X	X	X	X
Турция	X	X	X	X
Чили	X	X	X	X
Филиппины	X	X	X	X

области обращения с радиоактивными отходами, в которых приняли участие 206 человек из 60 государств. Последние учебные курсы по обращению с радиоактивными отходами прошли в Карлсруэ, Федеративная Республика Германия, в сентябре-октябре 1988 г.

Для удовлетворения потребностей развивающихся стран в практической подготовке специалистов в области иммобилизации отработавших источников излучения планируется в период после 1989 г. провести соответствующие региональные курсы.

**Программа консультативных услуг в области обращения с радиоактивными отходами (WAMAP)**

В конце 1986 г. МАГАТЭ приняло решение о наращивании своих усилий в области обращения с радиоактивными отходами и начать программу предоставления консультативных услуг в целях усиления технической помощи развивающимся государствам-членам Агентства. В настоящее время в рамках WAMAP – английский акроним Программы консультативных услуг по обращению с радиоактивными отходами – развивающимся странам оказывается помощь путем оценки их потребностей в данной области и связанных с этим аспектов; проведения анализа действующих и

запланированных программ; оценки имеющегося технического опыта и рабочей силы, лабораторий, оборудования и услуг.

По просьбе государства-члена МАГАТЭ группа экспертов по различным аспектам обращения с радиоактивными отходами проводит в этой стране всесторонний анализ потребностей практики, процедур и учреждений в области обращения с отходами. Группы оказывают непосредственную помощь в практической разработке и реализации альтернативных вариантов, планов и методов разделения, обработки, кондиционирования, хранения и захоронения радиоактивных отходов; причем все это делается в контексте политики, программ и финансовой ситуации в этой стране. Даются конкретные рекомендации относительно оказания содействия безопасному обращению с радиоактивными отходами в данной стране.

Миссии WAMAP начали свою работу в 1987 г., используя для этого традиционную информационную базу и опыт, накопленные МАГАТЭ за прошедшие 30 лет. До настоящего времени было организовано 22 поездки консультативных групп, еще одна должна завершиться к концу 1989 г. (см. карту). Все это свидетельствует о глобальном интересе к WAMAP.

Миссии WAMAP помогли выявить целый ряд областей, нуждающихся в особом внимании национальных властей в целях надежной реализации

Государства, в которых побывали миссии WAMAP



В целях предоставления консультативных услуг и услуг в области безопасности МАГАТЭ в рамках Программы консультативных услуг в области обращения с радиоактивными отходами направляет в государства-члены по их просьбе группы экспертов.

**Подробности реализации WAMAP**

Начиная с 1987 г., в рамках Программы консультативных услуг Агентства в области обращения с радиоактивными отходами (WAMAP) группы экспертов посетили 22 государства. В этих миссиях приняли участие 24 эксперта из восьми государств-членов и МАГАТЭ. Ядерная деятельность посещенных государств находится на различных уровнях развития: в 11 странах имеются исследовательские реакторы или соответствующие центры и программы; в семи странах эксплуатируются или строятся АЭС или установки ядерного топливного цикла; в шести странах реализуются программы добычи урана или монацита и в шести государствах используются радиоизотопы. Все эти страны положительно отреагировали на рекомендации экспертов WAMAP.

На основе результатов миссий WAMAP был сделан ряд общих выводов:

- государства не осознают преимуществ централизованного контроля и четко определенной ответственности регулирующих органов и органов управления
- планирование национальных программ обращения с радиоактивными отходами не носит интегрированного характера
- во многих странах отсутствует необходимое законодательство
- существует потребность в подготовке, увеличении и стимулировании персонала

- на практике концепции безопасности систематически не реализуются; во многих странах отсутствуют критерии безопасности и оценки потребностей в анализе безопасности или контроль качества в области обращения с отходами
- в большинстве стран основную проблему представляют отработавшие источники излучения
- отсутствует обмен информацией с другими странами
- существует острая нехватка финансовых средств, а в результате, обращению с отходами отдается низкий приоритет; для многих стран помощь МАГАТЭ является основным источником средств для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и усовершенствований в области обращения с радиоактивными источниками
- в большинстве стран отсутствует информация об имеющихся и будущих объемах отходов
- реализация программ выбора площадок для подземных хранилищ носит несистематический характер
- не обращается внимание на потребности в дезактивации и снятии с эксплуатации
- проблемы приемлемости для общественного мнения возникают во все новых и новых государствах, значение которых недооценивается
- для улучшения положения дел в области обращения с радиоактивными отходами необходима помощь МАГАТЭ, в которой нуждаются государства.

своих программ обращения с отходами. И дело не только в признании необходимости безопасного обращения с радиоактивными отходами, но и в том, что государства должны иметь свою политику и планы на ближайшую и длительную перспективу по централизованному обращению с радиоактивными отходами, основанные на современной практике и критериях. Для достижения этой цели необходимо иметь соответствующее законодательство, инфраструктуру и обученный персонал, осуществлять информационный обмен и иметь необходимые финансовые средства. Для проведения оценки безопасности обращения с радиоактивными отходами нужно применять критерии безопасности. Комплекс работ по захоронению радиоактивных отходов (особенно правильный выбор площадок для подземных хранилищ) является еще одной областью, которой необходимо уделить особое внимание в странах, столкнувшихся с этой проблемой. Рекомендации WAMAP нашли положительный отклик во всех странах.

Результаты миссий WAMAP четко указывают на необходимость уделить соответствующее внимание потребностям в обращении с радиоактивными отходами на национальном уровне. Прежде чем приступить к реализации программ, предусматривающих, например, использование радиоизотопов в госпиталях и промышленности, нужно провести на национальном уровне планирование потребностей в области обращения с радиоактивными отходами. Агентство может только дать рекомендации и оказать определенную техническую помощь в целях накопления специального опыта в области обращения с радиоактивными отходами; государства сами должны решать стоящие перед ними проблемы.

**Инициативы в области обращения с отходами, получаемыми в результате ядерной деятельности**

Источники излучения, начиная с радия, используются уже в течение нескольких десятилетий. В настоящее время они широко применяются в различных областях: научных исследованиях, медицине, промышленности и сельском хозяйстве. К числу наиболее важных изотопов относятся кобальт-60, цезий-137, радий-226, иридий-192, америций-241, стронций-90 и плутоний-238. По истечении срока службы все эти источники становятся отходами.

В силу того, что радиоактивные материалы нашли широкое применение в промышленности, медицине и других областях как в развитых, так и развивающихся странах (с единственной разницей в масштабах их применения), проблема обращения с отработавшими источниками стоит перед всеми государствами — членами МАГАТЭ. Однако в промышленно развитых странах существует, как правило, адекватная регулирующая инфраструктура с механизмами контроля и проверки, сводящими к минимуму возможные проблемы.

В настоящее время нет всеобъемлющей и надежной информации о количестве и типах отработавших источников в развивающихся странах. Кроме того, существуют сомнения, обладают ли сами развивающиеся страны такой информацией. Однако по имеющимся оценкам запасы радия в развивающихся странах составляют 250–500 г. Если в начале века для лечения раковых заболеваний использовали радий, то теперь его вытесняют другие изотопы.



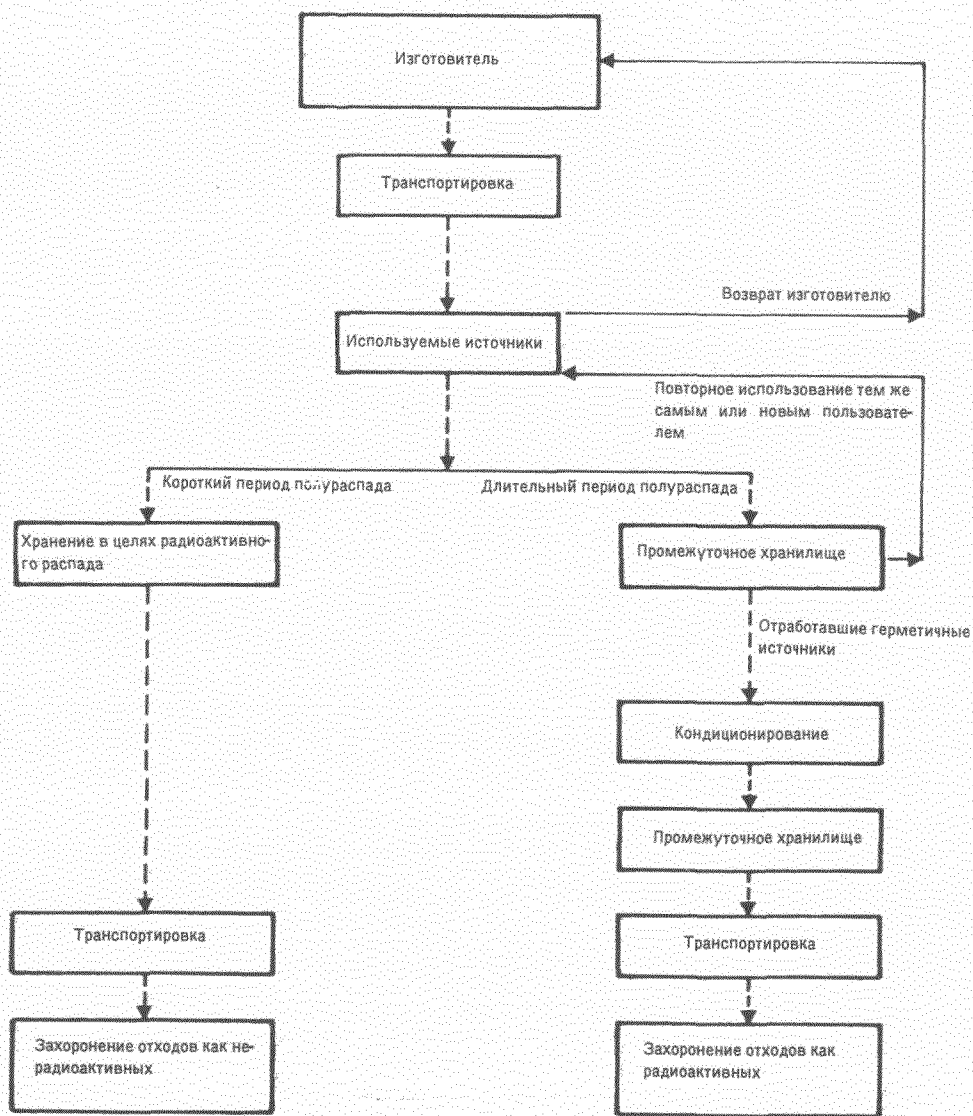
Как уже упоминалось выше, за последние годы в нескольких государствах-членах МАГАТЭ в результате неправильного обращения с отработавшими герметичными источниками излучения произошли несчастные случаи с летальным исходом или с серьезным лучевым поражением населения. В 1988 г. в своем циркулярном письме к государствам-членам Агентства Генеральный директор МАГАТЭ предупредил эти страны о серьезных опасностях, связанных с отработавшими источниками излучения, если не будет осуществляться должный контроль за безопасным обращением и захоронением этих источников. Неправильное обращение или потеря устаревших герметичных источников в жилых районах чреваты, как правило, серьезными последствиями. Данные источники представляют собой абсолютно герметичные

капсулы, содержащие небольшое количество какого-либо изотопа, поэтому опасность радиационного воздействия устройства сильно возрастает в случае разборки капсулы. Рассеяние радиоактивного материала, содержащегося в капсуле, может привести к значительному внешнему и внутреннему радиоактивному загрязнению отдельных лиц.

Учитывая важность проблем, связанных с отработавшими герметичными источниками излучения, в Агентстве было предложено провести целый ряд новых мероприятий. В том числе планируется:

- провести анализ и оценку масштабов и характера радиологических проблем и проблем захоронения старых медицинских радиевых источников в государствах-членах, а также роли, которую в этой связи должно играть Агентство

Упрощенная схема обращения с герметичными источниками



• рассмотреть необходимость включения информации об отработавших источниках в базу данных по обращению с отходами, создаваемую в настоящее время для поддержки деятельности Агентства в области обращения с радиоактивными источниками.

Уже подготовлено техническое руководство по обращению, кондиционированию и захоронению отработавших герметичных источников излучения, которое содержит простые, но важные практические рекомендации для стран, использующих в медицине, научных исследованиях и промышленности только радиоизотопы. В руководстве имеется информация о классификации, законодательстве, ответственности, альтернативных вариантах обращения и кондиционирования герметичных источников (см. рисунок, иллюстрирующий альтернативные варианты обращения).

В дополнение к подготовке руководств помощь МАГАТЭ в области обращения с отработавшими герметичными источниками включает в себя видеофильм, учебные программы, практическую помощь в разработке систем и консультативную помощь экспертов

• **Учебные программы.** Предложено провести несколько региональных и межрегиональных курсов, посвященных данной проблеме. В настоящее время в рамках курсов по общим аспектам обращения с радиоактивными источниками и радиационной защите читаются лекции по данному вопросу, содержащие насущные рекомендации. В 1990 г. предложено провести в одной из африканских стран учебные курсы по обращению с отработавшими источниками излучения.

• **Практическая помощь.** В целях оказания содействия быстрому пониманию данной проблемы был срочно создан видеофильм, иллюстрирующий типичный пример кондиционирования и иммобилизации такого источника. Однако сейчас кажется необходимым проведение прямых демонстраций, в связи с чем рассматривается возможность консультативной помощи экспертов в рамках WAMAP и специальных миссий.

Помощь, предоставляемая МАГАТЭ, направлена на достижение государствами-членами самостоятельности в этой области, благодаря созданию регулирующих структур и технических возможностей для безопасного обращения, хранения и захоронения старых герметичных источников излучения. Глубокому изучению были подвергнуты альтернативные варианты решения многих проблем, связанных с отработавшими источниками, на основе сотрудничества с промышленно развитыми странами, поставляющими эти источники. В будущем поставляемые источники, как правило, станут предметом соглашения о возвращении отработавшего источника в страну-поставщик. Однако, несмотря на эти усилия, важной проблемой по-прежнему остается правильное обращение и захоронение большого числа старых источников, находящихся в развивающихся странах, что делает необходимым проведение политики независимости в этом вопросе.

#### Практические подходы и руководства

В повседневной практике безопасного обращения с радиоактивными отходами развивающиеся

страны, как правило, сталкиваются с проблемами, отличными от проблем промышленно развитых государств, а следовательно, у них имеются и другие текущие потребности. Это объясняется тем, что ядерно-энергетические программы развивающихся стран менее масштабны или их реализация только началась, поэтому развивающиеся страны обладают меньшим опытом, а их общие промышленные и регулирующие инфраструктуры очень часто менее развиты. Многие развивающиеся страны не имеют ядерно-энергетических программ, и отходы в них производятся только в результате использования радиоизотопов в промышленности, медицине, научных исследованиях и других областях.

Особое внимание в программах МАГАТЭ уделяется консультативной деятельности и подготовке специалистов, а также передаче проверенных методов и технологий из промышленно развитых в развивающиеся страны. Для удовлетворения потребностей государств-членов и отражения современного состояния дел в этой области проводится постоянный анализ деятельности в области обращения с радиоактивными отходами.

Учитывая более широкие обязательства Агентства по глобальному руководству в этой области, особое внимание уделяется потребностям развивающихся стран. Прделанная до настоящего времени работа была полезна для всех стран. Однако растет понимание того, что в дополнение к публикации отчетов деятельность МАГАТЭ должна также удовлетворять потребности государств-членов, особенно развивающихся стран, в практических подходах к реализации программ и проектов по обращению с радиоактивными отходами. Именно на это и направлены новые виды деятельности, начатые МАГАТЭ в последние три года.

#### Технические руководства

МАГАТЭ опубликовало несколько технических руководств по различным аспектам обращения с радиоактивными отходами, особенно связанных с потребностями развивающихся стран. Они охватывают следующие вопросы:

- Обращение, кондиционирование и захоронение отработавших герметичных источников излучения
- Максимальное уменьшение объема и разделение радиоактивных отходов
- Промежуточное хранение необработанных и кондиционированных отходов в целях радиоактивного распада
- Обращение, обработка и кондиционирование твердых радиоактивных отходов
- Обработка и кондиционирование радиоактивных скелетов животных и биологических материалов
- Обработка и кондиционирование радиоактивных жидких отходов
- Обработка и кондиционирование радиоактивных органических жидкостей
- Обработка и кондиционирование отработавших ионообменных смол, используемых на исследовательских реакторах
- Проектирование установок по централизованной обработке и хранению отходов.