Подготовка специалистов и повышение квалификации: один из главных видов услуг Агентства. (Фото B&W).

Обзор деятельности МАГАТЭ в области обращения с радиоактивными отходами

Некоторые новые элементы программы

Джозеф Хирлинг,
Джаоляо Чжу,
Леонард Константинов

С момента создания МАГАТЭ в 1957 г. обращение с радиоактивными отходами, оказывающее существенное влияние на развитие ядерной энергетики, и использование атомной энергии, были важным элементом программы Агентства. В течение трех последних десятилетий направленность программы претерпевала изменения в соответствии с актуальными потребностями развития ядерной технологии.

Программы Агентства, которые готовятся на несколько лет вперед в консультации с соответствующими организациями и экспертами государств-членов, рассматриваются также компетентными международными форумами*.

В ходе подготовки программ большое внимание всегда уделяется обеспечению правильного соотношения между видами деятельности в интересах как развитых, так и развивающихся стран.

Текущая программа по обращению с отходами включает следующие основные разделы:

- приемы работы, обработка, кондиционирование и хранение радиоактивных отходов
- дезактивация и снятие с эксплуатации ядерных установок
- подземное захоронение радиоактивных отходов
- сброс в море и последующее воздействие выхода радионуклидов на окружающую среду

Г-н Константинов – заместитель Генерального директора, Департамент ядерной энергии и безопасности; г-н Чжу – директор Отдела ядерного топливного цикла; г-н Хирлинг – руководитель Секции обращения с отходами.

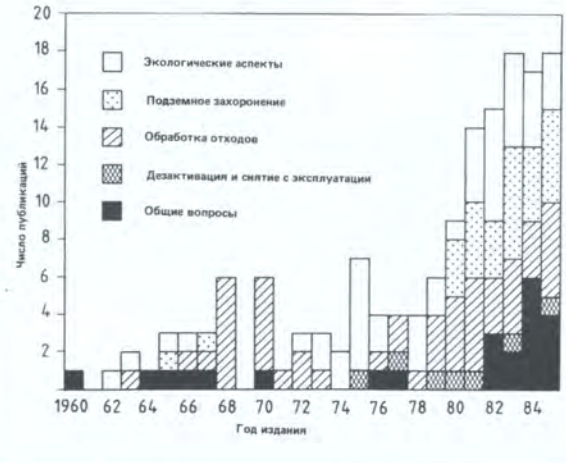
* Например, Консультативная группа старших экспертов по рассмотрению программы МАГАТЭ по обращению с отходами; Технический комитет по рассмотрению вопросов подземного захоронения и Научно-консультативный комитет МАГАТЭ.

Получены ценные результаты

В ответ на рост заинтересованности государств-членов Агентство активизировало усилия по оказанию им содействия в разработке и реализации национальных программ по обращению с отходами. Существенные результаты были получены в двух областях:

- *Распространение новейшей научно-технической информации.* Анализ выпущенных Агентством публикаций по обращению с отходами показывает, что в 60-х годах предпочтение отдавалось докладам по основным вопросам безопасности (например, удаление отходов в море и в пресную воду) и докладам по технологическим аспектам обращения с отходами

Тематическое распределение по годам публикаций МАГАТЭ по обращению с отходами.



(например, упаривание, ионный обмен, химическая обработка, очистка воздуха). В следующем десятилетии, в 70-х годах, в результате импульса, полученного от Конференции ООН по окружающей человека среде, проходившей в Стокгольме в 1972 г., основное внимание переместилось на разработку и совершенствование руководящих принципов безопасности, относящихся к попаданию радиоактивных отходов в окружающую среду. Таким образом, в этот период большинство докладов и материалов конференций и совещаний было посвящено экологическим аспектам мирного использования атомной энергии.

В настоящее время, начиная с 1980 г., в значительной части публикаций освещается проблема подземного захоронения радиоактивных отходов в рамках интегрированной программы подземного захоронения, начатой в 1977 г. Опубликованы все документы, касающиеся удаления низко- и среднеактивных отходов (НСАО) в землю на небольшую глубину и полости в горных породах (см. прилагаемую схему распределения публикаций МАГАТЭ с 1960 г.)

Важно подчеркнуть, что более половины публикаций Агентства по этой тематике было издано за последние 5 лет, т.е. они содержат самую новую информацию в этой постоянно меняющейся и развивающейся области

• *Техническая помощь развивающимся странам.* Это другой основной раздел программы обращения с отходами, который динамично развивается и включает различные виды деятельности. Исследованиям в этой области оказывается содействие с помощью координационных исследовательских программ (КИП). За последнее десятилетие было успешно завершено 10 таких программ, 5 продолжают осуществляться и 2 находятся в стадии подготовки. В них принимают активное участие как развитые (по исследовательским соглашениям), так и развивающиеся (по исследовательским контрактам) государства-члены. Результаты публикуются, главным образом, в серии технических докладов МАГАТЭ.

Для изучения практических и организационных аспектов обращения с отходами были проведены учебные поездки (1969, 1979, 1982 гг.), подготовительные курсы (1982, 1983, 1985 гг.) и семинары (1982, 1983, 1984 гг.) В настоящее время готовятся дополнительные учебные курсы и семинары.

Важное место в программе обращения с отходами занимает оказание помощи государствам-членам посредством осуществления технических проектов. Потребности в помощи удовлетворяются в виде таких услуг, как направление экспертов, консультантов и преподавателей; рассмотрение и выполнение заявок на предоставление стипендий; отбор и поставка оборудования и материалов. В настоящее время в стадии подготовки и выполнения находятся 17 проектов.

В последующие годы роль технической помощи в программе по обращению с отходами увеличится. Планируется создание интегрированной консультативной программы по обращению с отходами (WAMAP) для расширения объема услуг со стороны МАГАТЭ (см. текст в рамке).

Дальнейшее развитие программы

В ближайшем будущем в рамках программы Агентства по обращению с отходами основное внимание будет сосредоточено на системном анализе комплексных проблем в более широком диапазоне.

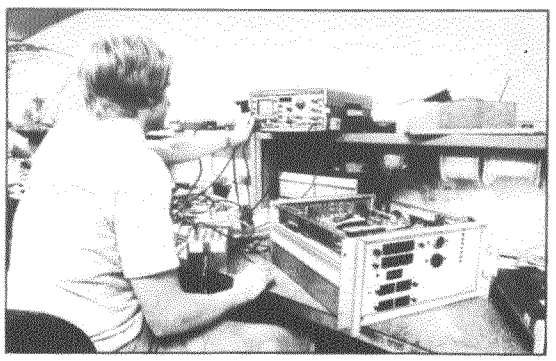
Техническая помощь развивающимся странам

Техническая помощь развивающимся государствам—членам Агентства занимает одно из ведущих мест в программе обращения с отходами. В целях расширения объема услуг, оказываемых Агентством, в ближайшее время будет начато осуществление Консультативной программы обращения с отходами WAMAP, которая позволит развивающимся странам предпринять практические шаги по выполнению комплексных мероприятий в этой области. В частности, предусматривается, что группы консультантов в рамках этой программы должны будут:

- Консультировать и помогать в подготовке или рассмотрении национальных или региональных программ обращения с отходами, чтобы оптимизировать их на общей системной основе
- Оказывать помощь по любому конкретному компоненту системы обращения с отходами и, в частности, в подготовке национальных норм, критериев и правил обращения с радиоактивными отходами; в подготовке оценок пред- и послеэксплуатационного воздействия систем обращения с радиоактивными отходами; в организации программ административного контроля и экологических наблюдений при создании хранилищ радиоактивных отходов; в проведении анализов и оценок безопасности
- Консультировать по финансируемой Агентством закупке лабораторного оборудования и приборов и по выделению времени для использования дорогостоящего оборудования и приборов с целью проведения некоторых исследований, представляющих общий интерес
- Консультировать и помогать в подготовке специалистов и повышении квалификации в различных областях обращения с радиоактивными отходами
- Участвовать в семинарах и читать лекции во время посещения государств-членов

Кроме того, группы консультантов изучили бы возможность обмена опытом, технологией и совместного использования лабораторного оборудования.

Оборудование и приборы будут составной частью работы группы консультантов. (Фото B&W).



Программа включает три основных структурных элемента:

- приемы работы, обработка, кондиционирование и хранение отходов
- захоронение радиоактивных отходов
- снятие с эксплуатации ядерных установок

В целом будет обеспечиваться преемственность элементов программы, хотя деятельность по некоторым аспектам была прекращена (например, по удалению в землю на небольшую глубину). Однако, в программу включены и некоторые новые элементы, например, предоставление услуг консультантов по обращению с отходами, мероприятия по связи с общественностью и определение уровней освобождения от контроля при удалении отходов.

Далее в общих чертах дается описание основных элементов и компонентов программы.

Процессы и процедуры по обращению с отходами

Приемы работы, обработка, кондиционирование и хранение радиоактивных отходов были составной частью программы с момента образования Агентства. Государства-члены, имеющие даже скромных масштабов ядерную программу, сталкиваются с проблемой образования радиоактивных отходов. Поэтому разработка и применение процессов для сокращения объемов отходов и иммобилизации с целью их безопасного изолирования являются основными необходимыми требованиями, без соблюдения которых невозможно дальнейшее развитие масштабов применения ядерной энергии.

Этот компонент программы включает несколько элементов:

- *Обработка низко- и среднеактивных отходов* (НСАО). Особое внимание продолжает уделяться отходам, образующимся в результате эксплуатации АЭС. В 1986 г. будет проведен региональный семинар по вариантам обращения с низко- и среднеактивными отходами для развивающихся стран*. В 1988 г. планируется провести симпозиум по обращению с НСАО. Готовятся два руководства по безопасности для проектирования установок по обращению с отходами от АЭС и для проектирования и эксплуатации печей для сжигания отходов. Эти руководства будут дополнять Свод положений по обращению с радиоактивными отходами от АЭС.

Будут опубликованы также несколько технических докладов по приемам работы и по обработке радиоактивных отходов на АЭС, включая технологии сокращения объемов и иммобилизации отходов. В рамках двух координационных исследовательских программ будут проводиться исследования характеристик форм отвержденных низкоактивных отходов и использования неорганических сорбентов для обработки жидких отходов и для засыпки хранилищ после заполнения.

- *Обработка высокоактивных и альфа-содержащих отходов.* В рамках этого раздела будут подготовлены технические доклады, например, по оценке технологии и факторов безопасности для окончательных форм отходов; по проектированию и эксплуатации установок для остекловывания и хранения высокоактивных отходов (ВАО); по кондиционированию альфа-содержащих отходов и отверждению органических радиоактивных отходов. Будут также координироваться исследования поведения высокоактивных отходов в отвержденной форме и инженерных барьеров в условиях захоронения в хранилищах.

Захоронение радиоактивных отходов

Эта область деятельности теперь включает компоненты по подземному захоронению, удалению в море и выбросу радионуклидов, поскольку оценки их воздействия на окружающую среду очень схожи. Кроме того, концепция „верхних пределов дозы" к этим источникам должна применяться комплексно.

- *Подземное захоронение радиоактивных отходов.* В этой области будут разработаны указания, нормы, своды положений и критерии для захоронения высокоактивных отходов в глубокие геологические формации. Запланированный на март 1986 г. симпозиум в Ганновере, Федеративная Республика Германии, будет посвящен рассмотрению факторов, относящихся к выбору места, проектированию и строительству подземных хранилищ. Ожидается, что на заседаниях будут представлены около 50 докладов, в которых будут обсуждаться технические аспекты, вопросы регламентирования и безопасности по всем видам отходов, удаляемых в приповерхностные слои земли, в полости горных пород или в глубокие геологические формации. Помимо симпозиума будут подготовлены технические доклады по технологическим и инженерным аспектам выбора места, проектирования, строительства, эксплуатации, закрытию и опечатыванию глубоких геологических хранилищ.

Совместно с Секцией радиационной защиты Агентства планируется разработать принципы и практические правила исключения некоторых источников излучений из-под действия ядерного регламентирования (в прошлом это называлось концепцией „de minimis"). Будут предложены практические методы оценки при определении количеств радионуклидов, не подлежащих контролю, в различных случаях (например, при низких уровнях радиоактивности в земной или морской средах, при снятии с эксплуатации ядерных площадок, при повторном использовании слегка загрязненных материалов).

- *Удаление в море.* Мероприятия по этому разделу будут осуществляться как секцией обращения с отходами в Вене, так и действующей под эгидой МАГАТЭ Международной лабораторией морской радиоактивности в Монако (см. статью о работе лаборатории в этом выпуске *Бюллетеня*). В качестве своей основной задачи Секция по обращению с отходами несет постоянную ответственность за возло-

* „Семинар по вариантам обращения с низко- и среднеактивными отходами в Латинской Америке" запланирован на 13–17 октября 1986 г. в Бразилии.

В целях обмена опытом по обращению с отходами Агентство в этом году проведет региональный семинар в Латинской Америке. (Фото AIF).

женное на Агентство определение отходов, не пригодных для сброса в море, и за выработку рекомендаций по обращению с другими отходами в соответствии с Конвенцией по предотвращению загрязнения моря путем сброса отходов и других веществ (широко известной как Лондонская конвенция по сбросам в море).

Секция также участвует совместно с другими организациями в деятельности, связанной с экологическим воздействием радионуклидов на морскую среду. Последний пересмотр определения и рекомендаций был подготовлен недавно, следующий пересмотр ожидается через 7–10 лет. В промежуточный период будут подготовлены технические доклады по установке верхних пределов доз; по применению правил изъятия из-под контроля при удалении радиоактивных отходов в прибрежные воды и в пределах шельфа; по оценке воздействия сбросов в море на глубоководные организмы и по составлению и поддержанию базы данных для моделирования.

• *Оценка безопасности для окружающей среды.* Эта работа связана с необходимостью оценки воздействия на человека и окружающую среду радиоактивных материалов в результате практики обращения с отходами. Основной упор делается на разработку принципов и методов оценки и на поощрение исследований, направленных на получение требуемых данных по переносу радионуклидов в окружающей среде с целью повышения надежности моделируемых прогнозов. Особо важна разработка методов демонстрации долгосрочной безопасности захоронения радиоактивных отходов.

В разработке руководящих принципов по методам оценки надежности моделируемых прогнозов переноса радионуклидов в окружающей среде Агентство будет продолжать сотрудничество с Комиссией европейских сообществ (КЕС) и Международным союзом радиоэкологов (МСР). В 1987 г. они совместно организуют семинар по этой теме. Кроме того, будут подготовлены отдельные доклады по рассмотрению моделей атмосферного распространения радионуклидов; по оценке переноса радионуклидов в районах с жарким или холодным климатом и по международной компиляции данных по переносу радионуклидов.

Воздействие захоронений отходов на окружающую среду изучается путем рассмотрения информации по действию излучений на экологические системы. Две координационные исследовательские программы в области миграционных исследований недавно были завершены – одна о роли осадочных отложений в перенесении и аккумулировании радиоактивных загрязнителей в реках и водоемах и другая о миграции радия и других загрязнителей, содержащихся

в отходах, образующихся в результате добычи и переработки урановой руды. По последней теме будет подготовлена монография по поведению радия в окружающей среде с участием более 50 экспертов со всего мира.

В связи с оценкой безопасности подземных хранилищ была начата координационная исследовательская программа по вопросу о миграции и биологическом переносе радионуклидов из приповерхностных хранилищ радиоактивных отходов. В 1986 г. будет начато исследование по использованию естественных аналогов для оценки безопасности геологического захоронения ВАО.

В целях достижения лучшего понимания и одобрения общественностью будет распространяться технически точная и легко воспринимаемая информация о применяемых методах удаления радиоактивных отходов.

Снятие с эксплуатации ядерных установок

Дезактивация и снятие с эксплуатации ядерных установок представляют большой интерес для государств-членов, поскольку в следующие два десятилетия будут сняты с эксплуатации несколько сот ядерных установок, а многие площадки с урановыми и ториевыми шахтами и отвалы предстоит стабилизировать и/или восстановить.

Программа Агентства будет включать публикацию технических докладов по методам снижения уровней профессионального облучения в ходе снятия с эксплуатации, а также подготовку других документов по безопасности и регламентированию. Программа будет охватывать различные технологические аспекты методов снятия с эксплуатации – например, дезактивацию и разрушение бетонных и стальных конструкций; использование роботов; методологию и технологию снятия с эксплуатации и дезактивации. Одновременно осуществляется координационная исследовательская программа*.

В ближайшее время будет выпущен Свод положений по обращению с отходами, образующимися в результате добычи и переработки урановой и ториевой руды. Будут подготовлены технические доклады по проектированию отстойников и хранилищ для захоронения „хвостов", кондиционированию „хвостов", методологии и технологии стабилизации и восстановления отвалов. Будут также рассмотрены факторы, связанные со снятием с эксплуатации установок, шахт и площадок, а также касающиеся обращения с отходами в результате этих операций.

* Полный отчет о программе Агентства по снятию с эксплуатации и дезактивации, а также деятельности в этой области см. *Бюллетень МАГАТЭ*, т. 27 № 4 (зима 1985 г.).

Список литературы

Дополнительные технические данные и детальные аспекты обращения с радиоактивными отходами можно найти в публикациях, охватывающих широкий круг вопросов. Ниже приводится перечень избранных публикаций, выпущенных в последнее время*

- *Обращение с радиоактивными отходами,* материалы (в пяти томах) международной конференции, совместно организованной МАГАТЭ и Министерством энергетики США в 1983 г. в Сиэттле, Вашингтон, STI/PUB/649 (1984).
- *Концепции и примеры анализов безопасности для хранилищ радиоактивных отходов в континентальных геологических формациях,* Серия изданий по безопасности № 58, STI/PUB/632 (1983).
- *Кондиционирование радиоактивных отходов для хранения и захоронения,* материалы международного симпозиума, совместно организованного МАГАТЭ, Комиссией европейских сообществ и Агентством по ядерной энергии ОЭСР в 1982 г. в Утрехте, Нидерланды, STI/PUB/624 (1983).
- *Контроль удаления радиоактивных отходов в морскую среду,* Серия изданий по безопасности № 61, STI/PUB/609 (1983).
- *Контроль полулетучих радионуклидов в газовых эффлюентах на ядерных установках,* Серия технических докладов № 220, STI/DOC/10/220 (1982).
- *Критерии для подземного захоронения твердых радиоактивных отходов,* Серия изданий по безопасности № 60, STI/PUB/612 (1983).
- *Захоронение твердых низко- и среднеактивных отходов в полостях горных пород,* Руководство. Серия по безопасности № 59, STI/PUB/610 (1983).
- *Методологии оценки экологических последствий сброса радиоактивных отходов в море,* Серия по безопасности № 65, STI/PUB/681 (1984).
- *Приемы работы и хранение кондиционированных высокоактивных отходов,* Серия технических докладов № 229, STI/DOC/10/229 (1983).
- *Обращение с тритием на ядерных установках,* Серия технических докладов № 234, STI/DOC/10/234 (1984).
- *Обращение с отходами от добычи и переработки урановой руды,* материалы международного симпозиума, организованного МАГАТЭ с Агентством по ядерной энергии ОЭСР в 1982 г. в Альбукерке, Нью-Мексико, STI/ PUB/622 (1982).
- *Исследование площадок для хранилищ твердых радиоактивных отходов в глубоких континентальных геологических формациях,* Серия технических докладов № 215 STI/DOC/10/215 (1982).
- *Кондиционирование низко- и среднеактивных отходов,* Серия технических докладов № 222, STI/DOC/10/222 (1983).

* Для заказа литературы см. раздел "Keep Abreast". Более подробный перечень содержится в *Каталоге публикаций* МАГАТЭ (1985 г.), который можно получить в Отделе публикаций.