

ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

СОФИЯ МИАУ, ВИЛМОС ФРИДРИХ,
РУДОЛЬФ БЁРКЛ И Т. ТРЕВОР ЭДВАРДС

Безопасное и рациональное обращение с радиоактивными отходами приобретает повсюду в мире все большее значение. Независимо от отношения конкретной страны к ядерным вопросам, существует широкое понимание необходимости безопасного обращения с накопленными и вновь производимыми радиоактивными отходами. Надлежащее обращение с ними является одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на восприятие ядерной энергии обществом.

МАГАТЭ оказывает государствам-членам помощь в данной области путем распространения информации в виде норм безопасности и технологически ориентированных документов, основанных на общепринятых стандартах и полезном практическом опыте.

Многие страны находятся в процессе создания центров по обработке отходов. В странах, где ядерная энергия используется для производства электричества, такие центры предназначаются для обслуживания конкретной электростанции или группы ядерных установок. Если в стране в эксплуатации находятся лишь несколько расположенных на одной и той же площадке энергетических реакторов или в случае, когда эксплуатация исследовательского реактора и применение изотопов являются единственными источниками радиоактивных отходов, предпочтительным выбором может стать строительство одной установки для всей страны. Менее развитые страны с ограниченными

экономическими ресурсами и относительно небольшими ядерными программами часто обращаются к МАГАТЭ с просьбами об оказании помощи и поддержки в создании предприятия по централизованной обработке отходов.

Обычно поддержка МАГАТЭ включает различные виды технической помощи. Наиболее распространенными из них являются предоставление проверенной и технологически достоверной информации в форме документов МАГАТЭ, организация командировок экспертов и профессиональная подготовка. Зачастую в страну поставляются также необходимое оборудование и технологии. Тем не менее подобные усилия во многих случаях не приводят к ожидаемым результатам. Весьма значительной проблемой для целого ряда развивающихся стран является отсутствие практического опыта и нехватка квалифицированных кадров для надлежащей эксплуатации имеющегося оборудования и установок.

Признавая данный факт, МАГАТЭ приняло решение об организации систематической практической подготовки персонала, непосредственно занятого эксплуатацией установок и/или специализированного оборудования по обработке радиоактивных отходов. Типичная тематика такой подготовки включает эксплуатацию установок по обработке отходов, специальные химические и радиоаналитические методы для классификации необработанных и кондиционированных отходов, а также оперативный

контроль процесса обработки отходов. Групповое обучение содействует передаче опыта и полезной эксплуатационной практики не только от инструкторов обучающимся, но и между самими обучающимися. Таким образом, это стало самым эффективным методом получения практического опыта операторами по обращению с отходами.

ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

В 1995 г. Секция МАГАТЭ по обращению с отходами приступила к демонстрациям методов и процедур обращения с радиоактивными отходами до их удаления, которые с 1996 г. финансируются и осуществляются в рамках межрегионального модельного проекта МАГАТЭ “Устойчивые технологии по обращению с радиоактивными отходами”.

Цель проекта заключается в демонстрации персоналу, занятому в сфере обращения с отходами в государствах-членах, отдельных методов и процедур обращения с отходами, содержащихся в опубликованных технических документах МАГАТЭ и широко принятых международным сообществом в сфере обращения с отходами. Эти демонстрации дополняют теоре-

Г-жа Миау, г-н Фридрих и г-н Бёркл – сотрудники Отдела ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ; г-н Эдвардс – сотрудник Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ.

ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ МАГАТЭ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Участники из 50 государств присутствовали на проведенных МАГАТЭ демонстрациях методов и процедур обращения с радиоактивными отходами перед их удалением. К настоящему времени проведено 13 демонстраций на четырех установках в Турции, Чили, на Филиппинах и в Российской Федерации.

■ **Участниками в Турции** были представители из Албании, бывшей югославской Республики Македонии, Ганы, Греции, Грузии, Иордании, Ирана, Кипра, Ливана, Марокко, Молдовы, Румынии, Саудовской Аравии, Сирии, Словении, Судана, Туниса, Турции и Ямайки.

■ **Участниками в Чили** были представители Боливии, Венесуэлы, Гватемалы, Колумбии, Коста-Рики, Кубы, Никарагуа, Панамы, Парагвая, Перу, Сальвадора, Уругвая, Чили и Эквадора.

■ **Участниками на Филиппинах** были представители Бангладеш, Вьетнама, Индонезии, Малайзии, Мьянмы, Сингапура, Таиланда, Филиппин и Шри-Ланки.

■ **Участниками в Российской Федерации** были представители Армении, Беларуси, Болгарии, Грузии, Казахстана, Латвии, Узбекистана и Эстонии.

тические знания практическим опытом благодаря работе с реальными отходами в реальной ситуации. Данная техническая программа предназначена прежде всего для государств-членов, имеющих дело с незначительным количеством использованных закрытых радиоактивных источников и ограниченными объемами твердых и жидких отходов низкой и средней активности, производимых в процессе эксплуатации исследовательских реакторов и применения ядерных методов в медицине, промышленности и исследованиях. Демонстрация нацелена на совершенствование одного или более эксплуатационных компонентов систем обращения с радиоактивными отходами в целях выполнения международно принятых норм и критериев.

Данный проект осуществляется на региональной основе на действующих установках по обработке и хранению отходов в странах, которые сталкиваются с теми же проблемами, что и страны, на которые он нацелен. Одна из целей проекта заключается в том, чтобы показать,

что обращение с радиоактивными отходами может осуществляться в соответствии с реальными потребностями в рамках имеющейся инфраструктуры и не влечь за собой бремя ненужных финансовых расходов или использования передовых технологий, но в то же время удовлетворять принятым международными нормам и критериям.

К настоящему времени демонстрации были проведены на четырех установках, а именно в ядерном исследовательском и учебном центре Чекмесе, Стамбул, Турция; Ло Агирре, Сантьяго, Чили; Филиппинском институте ядерных исследований, Манила, Филиппины; и Всероссийском научно-исследовательском институте неорганических материалов им. А.А. Бочвара в сотрудничестве с Московским научно-промышленным объединением РАДОН в Сергиевом Посаде, Российская Федерация.

Как в Турции, так и на Филиппинах демонстрации проводились на английском языке, а участниками были представители государств-членов из Евро-

пы, Западной Азии, Африки и Восточной Азии. В Чили демонстрация проводилась на испанском языке с участием представителей латиноамериканских стран. В России демонстрации проводились на русском языке, в основном для представителей стран Восточной Европы и бывшего Советского Союза.

Техническое содержание и методология обучения.

Основная цель демонстрационной программы состоит в обеспечении участников практическим опытом в области обращения с низкоактивными твердыми и жидкими отходами и короткоживущими отработавшими закрытыми источниками. Демонстрационные методы и технологии были отобраны в соответствии с конкретными потребностями участников и их стран. Они относительно просты, но международно признаны как безопасные и экономичные.

Учебная программа разбита на модули, что обеспечивает достаточную гибкость для учета конкретных потребностей страны, дополнительного введения альтернативных методов и процедур и внедрения новейших технологических усовершенствований. Программа охватывает полный цикл обращения с отходами, начиная со сбора отходов в местах их производства, отделения, обработки и хранения и кончая их учетом, обеспечением качества и контролем качества. В ней нашли надлежащее отражение также и соответствующие вопросы радиационной защиты и безопасности. В зависимости от модулей продолжительность демонстраций колеблется от двух до трех недель.

Число присутствующих на каждой демонстрации ограничено, с тем чтобы каждый из них имел полную возможность принять участие в как можно большем числе занятий по раз-



ным аспектам проекта. В настоящее время опыт проведения демонстрационных курсов показывает, что максимальное число участников любого учебного курса не должно превышать десяти. Обычно на один демонстрационный курс приглашаются по два участника из трех-четырех стран.

Ожидается, что каждый участник прошел подготовку по радиационной защите и обладает основами знаний в области ядерных наук и методов до участия в демонстрационных курсах. Знание ядерных наук и методов необязательно должно быть получено в результате формального образования. Многие лица на уровне технических специалистов обладают достаточными знаниями, чтобы с пользой для себя участвовать в таких демонстрациях.

До начала каждой демонстрации участники обеспечиваются комплектами документов с целью дать им общее представление о намеченных демонстрационных упражнениях. Они получают также набор

бланков для регистрации результатов измерений и ведения учета. В конкретных случаях опыт и хорошая эксплуатационная практика, отраженная в предоставленных документах, становятся базой, достаточной для внедрения надлежащих процедур в области обращения с отходами в организациях страны конкретного участника.

Обучение осуществляется в форме кратких лекций, классных упражнений и практических занятий. Основной упор делается на охват практически всеми участниками. В целях повышения активности участников и эффективности обучения в демонстрации включаются учебные сценарии по решению задач с использованием конкретного оборудования на установках, методов и реальных радиоактивных отходов.

Учебные сценарии по решению задач и практические упражнения. Учебные сценарии по решению задач используются в качестве

эффективного инструмента для ориентирования участников в ходе конкретных демонстраций. Одновременно инструкторы определяют и оценивают знания участников курсов и понимание ими предмета изучения и вносят необходимые усовершенствования в сценарии для обеспечения максимальной эффективности обучения.

Стандартный сценарий начинается с краткого изложения задачи или ситуации и нескольких конкретных замечаний о площадке в целях повышения интереса участников и их осведомленности. Затем участников просят ответить на ряд вопросов либо индивидуально, либо в составе небольшой группы с целью придать их мыслям желаемое направ-

Фото: Практическое обучение по обработке радиоактивных отходов от ядерных применений получает поддержку МАГАТЭ в рамках демонстрационных проектов. (V. Friedrich/IAEA)

ление. В конце учебного занятия инструктор инициирует дискуссию по различным техническим вопросам, стремясь обязательно донести какую-либо информацию, которая не была выявлена участниками. Как базовая, так и сложная концептуальная информация может быть эффективно доведена до сведения участников с помощью такого активного метода обучения.

Так, например, при проработке учебного сценария по обращению с отработавшими закрытыми источниками излучения участникам задается вводный вопрос — предлагается назвать потенциальные радиологические опасности и пути облучения с целью убедиться в том, что такие важные проблемы приняты во внимание. Предлагаются дополнительные вопросы для определения информации, которая может потребоваться для безопасного и эффективного обращения и обработки конкретных отходов. Такие типичные вопросы касаются изотопного состава, активности и физической формы отработавших закрытых источников, и ожидается, что для завершения упражнения участники получат необходимую им информацию путем проведения оценок/расчетов и измерений.

В целях повышения способности обучающихся к принятию решений и развития у них самостоятельности каждому участнику индивидуально предлагается написать свой собственный сценарий с использованием специального перечня данных. Затем инструкторы предпринимают энергичные усилия, чтобы вовлечь каждого участника в групповую дискуссию и добиться правильных решений/ответов. Далее участники получают требуемую информацию под непосредственным руководством инструктора, и учебный процесс

продолжается вплоть до выполнения задания.

Для практических занятий по обращению с отходами отводится достаточно времени. Такие занятия предоставляют каждому участнику возможность получать, определять, классифицировать, обрабатывать или помещать на хранение реальные радиоактивные отходы в контролируемой, но реальной эксплуатационной обстановке. Практические занятия включают определение общих ошибок, проблем или недостатков, выявленных в ходе упражнения. Каждое упражнение охватывает также такие связанные с основной темой практические действия, как использование соответствующего индивидуального защитного оборудования, дозиметрия и радиологический медицинский контроль. Заполнение всей необходимой документации, касающейся каждой процедуры, считается обязательным для каждого упражнения. К концу учебного курса у каждого участника образуется для последующего использования полный набор описаний и перечней данных, документирующий все действия, выполненные в течение курса.

Основные достижения. К настоящему времени проведено 13 демонстрационных учебных курсов: пять в Турции, четыре в Чили, два на Филиппинах и два в России. По состоянию на конец 2000 г. в них приняли участие более 100 представителей из 50 стран. В соответствии с имеющейся информацией большинство из них продолжают работать в качестве операторов установок по обращению с отходами или в национальных регулирующих органах. Ряд участников поддерживают контакты с МАГАТЭ в отношении получения дополнительных технических консультаций по вопросам обращения с отходами или

внося вклад в конкретные мероприятия МАГАТЭ.

Некоторые участники применяют полученные знания и навыки в национальных проектах, в частности в создании своих центров по обработке отходов. Они зачастую обеспечивают эффективный канал связи между МАГАТЭ и данным государством-членом. Бывшие участники демонстраций инициировали несколько национальных проектов технического сотрудничества, приносящих дополнительные выгоды их странам.

Продолжается работа по расширению охвата и методологии демонстраций. Планируется внедрение усовершенствованного варианта демонстрационного курса с упором на вопросы управления качеством и контроля качества в сфере обращения с радиоактивными отходами.

АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Наряду с демонстрационными курсами по методам и процедурам обращения с отходами до их удаления МАГАТЭ предлагает также практическое обучение по совершенствованию методов контроля и классификации радиоактивных отходов.

Хорошее знание характеристик необработанных отходов необходимо для выбора надлежащих технологий их обработки. Характеристики кондиционированных отходов также важны, особенно для заявления о соответствии упаковок с отходами требованиям хранения и будущего их удаления.

Другие потоки отходов на ядерных установках также подлежат тщательному контролю с точки зрения содержания радионуклидов. Типичными примерами являются выбросы с ядерных установок, потенциально оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и население.

Ни одна отдельно взятая технология не в состоянии удовлетворять всем этим требованиям. Хотя гамма-спектрометрия получила широкое применение, она не располагает возможностями для удовлетворения растущих ожиданий и требований регулирующих органов. Для получения необходимой информации требуются более сложная альфа-спектрометрия, счетчики альфа-бета активности низкого уровня, жидкостные сцинтилляционные и другие специфические методы. Для использования этих методов нужны как соответствующая аппаратура, так и надлежащие знания и навыки персонала, занимающегося радиохимической подготовкой образцов для измерений.

МАГАТЭ придерживается систематического подхода к совершенствованию возможностей отобранных аналитических лабораторий, например, посредством организации сравнительных испытаний для получения точной и достоверной радиоаналитической информации. Тем не менее по разным причинам в подобных упражнениях могут принимать участие лишь ограниченное число лабораторий в развивающихся странах. Недавние командировки экспертов четко выявили, что с имеющимся у них оборудованием большинство лабораторий не в состоянии осуществлять правильные и проверенные «предымерительные» операции для получения надежных результатов. Поскольку эти лаборатории не располагают необходимым опытом и умением для подготовки образцов, анализы проводятся зачастую формально, без какой-либо гарантии их правильности и точности.

В некоторых странах нехватка надлежащих радиоаналитических возможностей привела даже к снижению некоторых

главных регулирующих требований к операторам ядерных установок и/или производителям отходов, что чревато негативными необратимыми последствиями в будущем.

С целью оказания странам помощи в модернизации их аналитического потенциала в области обращения с отходами МАГАТЭ начало осуществлять практическую подготовку в лабораториях персонала некоторых категорий. Она охватывает персонал, непосредственно занимающийся радиохимическим анализом в лабораториях, связанных с отходами, а также тех, кто работает в контрольных лабораториях ядерных установок.

Содержание и охват обучения. Техническое содержание и охват этой практической подготовки основаны на детальном анализе ситуации в отобранных странах с учетом их конкретных потребностей. Учебная программа строится с учетом оборудования, имеющегося на площадке и предоставленного Агентством.

Учебные курсы рассчитаны на два месяца ввиду специфики знаний и навыков, подлежащих изучению. Кандидаты проходят тщательный отбор на основе заявок в МАГАТЭ на стипендии из стран – участниц проектов технического сотрудничества. Во всех случаях МАГАТЭ принимает во внимание советы своих экспертов, касающиеся кандидата и его или ее места работы.

Процесс обучения делится на две части. Первая часть в основном ориентирована на теоретические аспекты и показ основных навыков в области радиохимических аналитических методов. В нее входят лекции и практические лабораторные занятия под наблюдением опытных инструкторов. Вторая часть ориентирована главным образом на практическое обучение различным

радиохимическим методам. Оно осуществляется в действующих лабораториях с использованием реальных образцов отходов, а также других материалов, с которыми, как ожидается, участникам придется иметь дело на практике. Предоставляется, кроме того, информация по конкретным видам ядерных установок, а также по организации, работе, безопасности и управлению лабораториями.

Составным элементом программы являются курсы по ведению отчетности и обеспечению качества. Участники проходят также подготовку по разработке оперативных руководств для своих лабораторий и по подготовке аналитических процедур для каждой конкретной цели. Они снабжаются комплектом основных документов, которые могут быть использованы ими в процессе создания и в начале работы лабораторий.

МАГАТЭ ввело такую подготовку в начале 2001 г., организовав учебный курс в Чешской Республике для семи участников из трех стран. Результаты будут оценены в ряду мер по дальнейшему применению такого подхода к обучению.

Полученный к настоящему времени опыт МАГАТЭ показал, что демонстрации и другие формы практической подготовки представляют собой эффективные пути передачи технической информации и знаний по безопасному и правильному обращению с радиоактивными отходами. Такое групповое обучение позволяет участникам, помимо прочего, делиться опытом и устанавливать рабочие контакты друг с другом и инструкторами и лекторами, т. е. приносит практические выгоды, имеющие немаловажное значение для государств, которые стремятся укреплять сферу обращения с радиоактивными отходами. □