

ПОЛЕЗНЫЕ ПРИБОРЫ И УСЛУГИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ УСЛУГИ МАГАТЭ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

АНДЖЕЙ МАРКОВИЧ, МИКЛОШ ГАРДОШ,
ШТЕФАН ХОЛЛЕНТОНЕР И СТАНИСЛАВ ВЕРЖБИНСКИ

Научные и технические приборы абсолютно необходимы для эффективной разработки и применения ядерных и радиационных технологий в целях социального и экономического развития. Без надлежащих приборов и подготовки по их безопасному использованию невозможно добиться существенного прогресса в получении желаемых результатов.

За последние 50 лет была разработана серия сложных приборов и оборудования для мирных применений ядерной энергии. Для нормальной работы этих современных и чувствительных приборов необходимы тщательное техническое обслуживание и соблюдение правил эксплуатации.

Через свои лаборатории в Зайберсдорфе, Австрия, МАГАТЭ оказывает странам помощь в расширении их опыта и совершенствовании инфраструктур в области ремонта и обслуживания ядерных приборов, а также в проектировании и создании специализированных приборов и электронных модулей, которых нет в продаже или которые должны удовлетворять определенным конкретным требованиям. Такие приборы находят применение в ряде областей, включая мониторинг загрязнения окружающей среды, прикладные исследования и промышленное производство, здравоохранение, производство продовольствия и сельское хозяйство. Деятельность Агентства, касающаяся ядерных приборов, осуществляется Инструментальной группой в Зайберсдорфских лабораториях, работающей совместно с Секцией физики Департамента ядерных наук и при-

менений. Все проекты тесно увязаны с программами технического сотрудничества.

В данной статье приводится обзор услуг и деятельности, касающихся разработки ядерной аппаратуры, а также связанных с ней обучения и оказания технической поддержки. Деятельность Инструментальной группы МАГАТЭ включает проектирование и комплектование различных учебных материалов, зачастую с привлечением проходящих научную стажировку стипендиатов из развивающихся стран, в которых применяется соответствующая аппаратура. Кроме того, в поддержку программ технического сотрудничества МАГАТЭ организуются специализированные учебные курсы с использованием оборудования, имеющего важное значение для осуществления проектов, и предоставляется техническая поддержка в выборе и оценке ядерных контрольно-измерительных приборов. Среди других услуг, предоставляемых лабораториям государств-членов, — обеспечение запасными частями и технической документацией, а также распределительная служба электронной почты для обмена информацией в отношении ядерной аппаратуры.

Подобная деятельность весьма актуальна. Разработка и производство ядерной аппаратуры являются быстро развивающейся областью, тесно связанной с техническим прогрессом и инновациями, благодаря чему на рынке появляются все более совершенные и сложные приборы. Это придает особую важность оказанию технической поддержки и предоставлению услуг в области обучения

в целях расширения возможностей стран, в которых использование ядерной энергии и соответствующей аппаратуры является составной частью их национальных программ развития.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРИБОРОВ

В рамках деятельности МАГАТЭ осуществляется работа по проектированию и созданию приборов и электронных модулей, необходимых для реализации проектов в государствах-членах.

Радиационный мониторинг. В поддержку программ, реализуемых в Греции, Португалии и Вьетнаме, МАГАТЭ разработало систему мониторинга выбросов из вентиляционных труб ядерных объектов. Установленная на тележке компьютеризованная система предназначена для мониторинга проб восходящих потоков газообразных макрочастиц, йода и инертных газов, эмитируемых из ядерного реактора или других ядерных установок. Монитор состоит из детектора макрочастиц и детектора йода, расположенных в компактной экранированной камере для отбора проб; детектора инертных газов, смонтированного внутри вытяжной трубы с целью повышения чувствительности; вакуумного насоса; расходомера воздуха; распределительного клапана; программируемого

Г-н Маркович – руководитель Инструментальной группы в Лабораториях МАГАТЭ в Зайберсдорфе; г-н Гардош, г-н Холлентонер и г-н Вержбински – штатные сотрудники Группы.

устройства управления логическими схемами; усилителя; одноканального анализатора; и высоковольтных источников электропитания. Компьютер и принтер могут располагаться на расстоянии до 100 м от трубы.

Для сбора и обработки данных, представления, регистрации и выдачи результатов, а также предупреждающих и аварийных сигналов используется персональный компьютер. Результаты распечатываются в случае подачи сигнала тревоги или по мере необходимости. На монитор выводятся данные о скорости воздушного потока, концентрации на фильтре трубы радиоактивности макрочастиц и йода, а также об интенсивности выброса радиоактивных макрочастиц, йода и инертных газов.

Мониторинг окружающей среды. В поддержку деятельности в области мониторинга загрязнения окружающей среды была разработана система смены проб и размещения детекторов для нейтронного активационного анализа (НАА). Этот анализ широко применяется в научных лабораториях, а устройство для смены проб гарантирует, что активированные для измерения пробы отделены от детектора и надежно экранированы. Данное устройство забирает пробы из отсека для их хранения (вмещающего до 100 проб) и переносит их на расстояние 2,5 м для размещения во вращающемся держателе проб перед детектором. После этого экранированная свинцом измерительная камера автоматически закрывается, и начинается процесс измерения. После измерения происходит автоматическая замена проб. Весь процесс контролируется микропроцессором и программным обеспечением, что позволяет оператору задавать параметры измерения. Интегрированные функции управления и перекрестный контроль исключают возможность утраты образца. В результате выдачи ин-

формации в диалоговом режиме оператор постоянно осведомлен о текущем состоянии системы и имеет возможность корректировать решения в случае обнаружения ошибки.

Устройство автоматического позиционирования детектора обеспечивает оператору возможность перемещать и устанавливать детектор в продольном направлении. С помощью специального программного обеспечения оператор может определять последовательность измерений, т. е. частоту замеров на различных расстояниях. Это особенно важно в процессе калибровки гамма-спектрометрической системы при высоких скоростях счета, что часто имеет место в НАА.

Анализ материалов. Простым и надежным методом анализа природных, биологических и геологических материалов является рентгенофлуоресцентная спектрометрия (РФС). Данный метод обладает уникальным преимуществом, которое может быть применено к образцам различного происхождения и которое не требует вовсе или требует минимальной подготовки образца. Этот метод находит широкое применение повсюду в мире для анализа геологических материалов и мониторинга загрязнения окружающей среды.

Благодаря такому широкому применению метод РФС стал основой деятельности Инструментальной группы МАГАТЭ, которая спроектировала и разработала ряд вспомогательных систем. Эти системы включают устройство для смены проб в энергодисперсном рентгенофлуоресцентном спектрометре на основе высоковольтной рентгеновской трубки. Устройство рассчитано на примерно 12 проб. При включении блока управления данное устройство занимает нулевое положение и находится в состоянии ожидания до получения известитель-

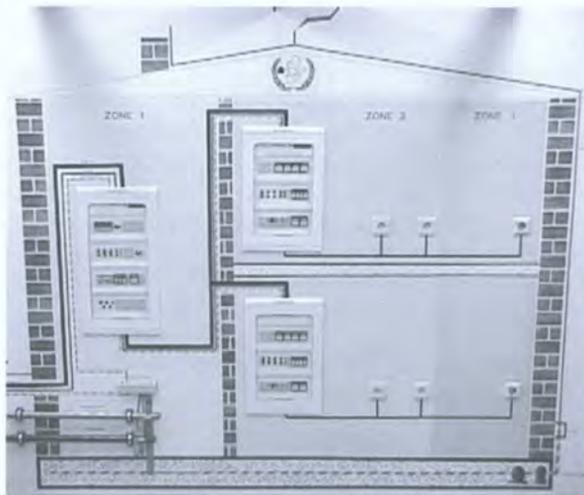
ного сигнала от многоканального анализатора (МКА). Сигнал приводит во вращение устройство для смены проб и выводит его в следующее положение. После смены проб МКА получает сигнал занятости. После прекращения сигнала начинается новое измерение. Система показывает завершение одного полного цикла измерения посылкой на МКА постоянного сигнала занятости. Цифровые дисплеи на лицевой панели информируют оператора о состоянии системы. Устройство для смены проб может быть легко адаптировано к другим рентгенофлуоресцентным спектрометрам в национальных аналитических лабораториях.

Борьба с насекомыми-вредителями. Средиземноморская плодовая муха (*Medfly*) является одним из самых вредных насекомых, наносящих ущерб урожайности, агроэкономике и мировой торговле, поскольку она уничтожает более 250 видов фруктовых и овощных культур во многих частях мира. Одним из эффективных методов полного уничтожения или борьбы против распространения средиземноморской плодовой мухи и других разновидностей вредителей является метод стерилизации насекомых (МСН), который используется в совместных кампаниях по их ликвидации в определенном ареале. Массовое разведение мух производится в лабораториях, затем мухи подвергаются гамма-облучению, в результате чего они становятся стерильными, но сохраняют контактную активность. Спаривание на воле выпущенных мужских и женских особей не приводит к появлению потомства, и с течением времени по мере выведения и выпуска в контрольную зону все большего числа стерильных мужских особей популяция насекомых сокращается. МСН успешно использовался во многих частях мира для борьбы со средиземноморской плодовой мухой, в том числе в

Мексике, Соединенных Штатах и Чили.

В целях контроля качества и эффективности МАГАТЭ разработало устройство (классификатор) для лабораторной сортировки и подсчета личинок средиземноморской мухи на основе их цвета (коричневый для мужских особей и белый для женских) в ходе операций по разведению. Сортировочное устройство состоит из электромеханической части и портативного компрессора. В чашеобразный подающий механизм можно загрузить до 1 тыс. личинок. По мере продвижения личинок к краю подающего механизма чувствительный датчик (сенсор) определяет их цвет и активирует воздушную струю, которая выдувает белые личинки в сторону, отделяя мужские особи от женских. После этого коричневые и белые личинки могут быть собраны по отдельности и подсчитаны, прежде чем направить их для дальнейшей оценки.

Радиационная дозиметрия. Приборы, позволяющие проводить точные измерения доз облучения, являются важными инструментами в современной промышленности и медицине, опирающихся на ядерные и радиационные технологии. Дозиметрическая группа в Зайберсдорфских лабораториях использует систему измерения высоких доз с применением аланина, используемого в качестве переводного дозиметра, для которого Инструментальная группа разработала специальное вспомогательное оборудование по калибровке в соответствии с точными спецификациями. Калибровка должна проводиться в камере с источником кобальта-60 для измерения интенсивности гамма-излучения при различных постоян-



ных и контролируемых температурах. Длительность облучения достаточно большая (до нескольких дней); в камеру одновременно может быть помещено и подвергнуто облучению много дозиметров.

УЧЕБНЫЕ ПРИБОРЫ, КУРСЫ И КОМПЛЕКТЫ

В сфере обслуживания, ремонта и проектирования ядерных приборов невозможно переоценить важность подготовки персонала. Учебные курсы и материалы необходимо разрабатывать с учетом технических достижений в области электроники и специфических потребностей в при-

борах научных, и в частности ядерных, исследовательских центров в развивающихся странах. Имеются различные учебные приборы и комплекты.

Кондиционирование электропитания. Решающим фактором надежного функционирования ядерной и электронной аппаратуры в развивающихся странах является бесперебойное электроснабжение. Примерно половина всех поломок упомянутой аппаратуры обусловлена нарушениями в сетях электроснабжения, и поэтому необходимо принятие защитных мер. Инструментальная группа разработала учебный стенд электроснабжения для двух основных целей:

■ продемонстрировать схему подачи электропитания для типичного лабораторного помещения; различные системы заземления и конструкции молниеот-

На фото сверху: специалисты лабораторий МАГАТЭ ремонтируют электронные модули на АРМ. Внизу слева: учебный стенд по кондиционированию электропитания; справа: устройство для сортировки личинок средиземноморской плодовой мухи. (Предоставлено лабораториями МАГАТЭ в Зайберсдорфе; Calma/IAEA)

водов; оборудование трехзонной защиты и эквипотенциальной системы заземления; а также конструкцию основных средств заземления;

■ провести занятия по различным системам заземления и показать функционирование системы защиты от перепадов напряжения.

Учебный стенд смонтирован на большом листе толстой фанеры, на лицевой стороне которого изображены поперечный разрез здания и кабельные подключения от внешней трансформаторной станции, а также внутренние кабельные соединения между распределительными щитами. Распределительные щиты, эквипотенциальные шины и трехзонная защита от перепадов напряжения демонстрируются с помощью настоящих компонентов оборудования.

Автоматизированные рабочие места (АРМ) и приборы для ремонта электронных модулей. В лабораториях в качестве так называемых "технологий поверхностного монтажа" (ТПМ) все чаще используются цифровые и электронные инструментальные средства. Обслуживание и ремонт этих средств представляют собой сложную проблему, поскольку требуют применения специальных инструментов, включая мощные микроскопы. Инструментальная группа адаптировала учебные приборы по ремонту модулей и оборудования, созданных на основе ТПМ. Они включают набор инструментов ТПМ для простого монтажа и ремонта; АРМ для паяния со специальными паяльными стержнями; и рабочие места для повторной инфракрасной обработки. Одно из таких АРМ, которое может обслуживать даже малоопытный оператор, представляет собой полуавтоматическое устройство для расплавления припоя с помощью темных инфракрасных излучателей. Сначала с помощью ла-

зерного луча намечается точка паяния компонента, затем посредством инфракрасного излучения плавится припой и, наконец, компонент подвергается выдержке в вакууме с помощью вакуумного насоса.

Разработаны также учебные комплекты для мониторинга и контроля источников электропитания. Такие комплекты или были полностью разработаны и созданы в лаборатории МАГАТЭ, или просто адаптированы с использованием коммерчески доступных аналитических комплектов. Они применяются не только в рамках учебных программ в Зайберсдорфских лабораториях, но и предоставляются во временное пользование для оказания содействия развивающимся странам в области обучения.

Учебные курсы. Инструментальная группа ежегодно в течение шести месяцев проводит групповое обучение стипендиатов по проблемам обслуживания ядерных спектроскопических приборов. Тематика обучения включает принципы радиационного детектирования; характеристики спектрометрических систем; дозиметрию и радиационную защиту; кондиционирование систем электропитания; электрические измерения; основы цифровой электроники; микропроцессоры; электроснабжение; обработку аналоговых сигналов; многоканальные анализаторы; стандартные интерфейсы; компьютерную диагностику; и специальные компьютерные платы.

Кроме того, Инструментальная группа организует индивидуальное обучение на рабочем месте в различных областях, включая ремонт и конструирование ядерных приборов, компьютерное взаимодействие, применение микропроцессоров и кондиционирование электроснабжения.

Другие виды деятельности включают оказание поддержки в организации национальных

учебных курсов и семинаров-практикумов. Подобные учебные курсы и семинары состоялись, например, в Египте, Гане, Замбии, Марокко, Кении, на Филиппинах, в Иордании, Тунисе и Эфиопии.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

При оказании технической поддержки в области ядерной аппаратуры основное внимание уделяется содействию научным лабораториям и исследовательским центрам в развивающихся странах.

В рамках региональных и ряда национальных проектов технического сотрудничества 18 африканским странам предоставляются запасные части и техническая документация. Помощь оказывается также в области оценки и выбора аппаратуры как в рамках проектов технического сотрудничества, так и в связи с другими программами МАГАТЭ. В последние годы проводилась оценка оборудования на предмет соответствия целям гарантий и в поддержку проектов, реализуемых в Сирии, Ливане и Замбии.

В соответствии с другой инициативой осуществляется передача обновляемой технической информации и рекомендаций по ядерной аппаратуре африканским странам, пользующимся электронной почтой. Такая служба была организована после дискуссий на Региональном семинаре по стратегии обслуживания научного оборудования, состоявшемся в Хартуме, Судан, в апреле 1996 г. В настоящее время зарегистрировано около 50 участников из Африки (и других регионов), пользующихся услугами электронной почты в отношении обмена опытом и информацией, оказывающими благотворное влияние на эффективность различных способов применения ядерных приборов. □