

О подготовке специалистов по ядерному оборудованию

Дж. Долникар*

Существует проблема, общая для множества проектов в области ядерной науки и технологии: сложные ядерные приборы уязвимы, чувствительны к окружающей среде, часто выходят из строя. В европейских странах эта проблема не является столь значительной, поскольку нетрудно установить связь с представителем фирмы и лаборатории по обслуживанию находятся рядом. А вот для ряда развивающихся стран, приобретающих ядерные приборы, трудности с обслуживанием превращаются в проблему, ибо только очень немногие производители этого оборудования держат на местах лаборатории по их обслуживанию, а многие страны считаются не обслуживаемыми зонами. Запасные части не поставляются вместе с прибором и, чтобы получить их из-за границы, нужно потратить много времени. Поэтому, когда страна приобретает ядерную технику, она должна тщательно проанализировать условия эксплуатации и обслуживания. В связи с этим многие развивающиеся страны пришли к единому заключению — надо развивать технику обслуживания на местах. Для этого необходимо решение двух задач: профессиональная подготовка необходимого штата сотрудников и создание материальной базы (лаборатории, испытательные приборы, запасные части и компоненты).

В течение многих лет Агентство имело свою скромную программу, которая была сосредоточена на ядерном оборудовании, и сотрудничество с некоторыми развивающимися странами только сейчас стало давать свои первые результаты.

Любая программа эффективна, если она направляется и осуществляется соответствующими кадрами. Кто является покупателем ядерного оборудования в развивающихся странах? Исследовательские институты, университеты, лаборатории ядерной медицины, служба защиты от радиации, группы урановой разведки.

В отличие от высокоразвитых промышленных стран ядерная техника в развивающихся странах не является предметом ежедневного пользования в промышленности. Тип использования определяет категорию оборудования и, таким образом, оптимальное приближение к решению проблемы его эксплуатации и обслуживания. Для создания программы по устранению ныне существующей ситуации необходим анализ потребностей непосред-

ственных заказчиков ядерной техники и типов приборов, которые они используют. Агентство провело ряд исследований такого рода. Наиболее подробная информация была получена в области ядерного медицинского оборудования (см. *Бюллетень МАГАТЭ*, Дополнение, 1982).

В соответствии с данными, полученными авторитетными специалистами в развивающихся странах и Секретариатом Агентства, был принят ряд проектов по ядерной электронике и приборам.

Наиболее длительной и распространенной является деятельность Агентства по организации годичных курсов по ядерной электронике. Впервые курсы были организованы в Шри-Ланке 18 лет назад. Занятия проводились по шестимесячной программе и были ориентированы, в основном, на теорию: на каждые 8 часов лекций — 2 часа лабораторных работ. Затем эти курсы были организованы в других странах: в течение года в Бразилии, затем восемь лет подряд в Турине (Италия), с 1978 г. — в течение трех лет подряд — в Дублине (Ирландия), а в 1981 г. — в Западном Берлине. На протяжении этих лет курсы претерпели много изменений:

- Практические лабораторные занятия стали основной курса и занимали уже до 65 % времени.

- Методика преподавания была значительно усовершенствована, что помогло хорошо сбалансировать учебную программу и дать максимальную сумму знаний и опыта обучающимся в сравнительно короткий срок — 13 недель.

- Быстрый прогресс в электронике и особенно появление микропроцессоров требует постоянного обновления и совершенствования курса. В последние годы на регулярных встречах консультантов обсуждались, модифицировались и улучшались техническое содержание и методологические аспекты курса.

В течение нескольких лет на межрегиональных курсах по ядерной электронике, проводимых Агентством, прошли подготовку 300 инженеров и ученых из развивающихся стран. В то же время была создана группа лекторов. Теперь существует целый штат хорошо известных экспертов, для которых обмен опытом со слушателями курсов является интересной и очень важной задачей. Среди тех, кто создал курсы и кто время от времени работает в качестве экспертов Агентства в этой области, проф. У. Чанкалини (Аргентина), проф. В. Кессель (ФРГ), проф. П.Ф. Манфреди (Италия), проф. Дж. Пахор (Югославия). Лучшие студенты курсов приглашаются на работу в качестве ассис-

* Дж. Долникар — сотрудник Секции физики Отделения исследований и лабораторий Агентства.

стендов на курсы последующих лет и сами, таким образом, становятся преподавателями. Так появилась целая группа экспертов по электронике, которая не утрачивает связей с программами Агентства. С. Акдурак (Турция), В. Кадни (Польша), Д. Кэмин (Аргентина) и Дж. Престон (Ямайка) — представители нового поколения ядерных электронщиков, прошедших подготовку на курсах Агентства.

С улучшением учебной программы курсы Агентства по ядерной электронике значительно усовершенствовались. Сейчас программу могут усвоить только те слушатели, у которых за плечами академическое образование. С другой стороны, оказывается, что и хорошие техники просто необходимы для работы с оборудованием или в электронной лаборатории. Это потребовало создания региональных курсов более низкого уровня, чтобы сделать их приемлемыми для старших техников; такие курсы организуются ежегодно в различных частях света. Эта серия курсов началась в Малайзии в 1977 г., продолжалась в Коста-Рике (1979 г.), Марокко (1981 г.) и Перу (1982 г.).

На курсах усовершенствованной подготовки Секретариат Агентства и преподавательский состав в первую очередь заинтересованы в том, чтобы передать как можно большую сумму знаний по электронике и оборудованию слушателям за короткий срок — восемь недель. От курса к курсу эффективность подготовки заметно возрастает.

Усилия, затраченные Агентством на курсы по ядерным приборам, и опыт по организации подготовки специалистов в этой области, могут быть с успехом использованы на национальном уровне. Действительно, даже в развитых странах ядерная электроника не дается отдельным курсом в университетах, а постигается во время работы или на специальных курсах, которые организуют исследовательские институты.

Таким образом, нет достаточного опыта по подготовке штатных сотрудников в этой области. Литература бедна: лучшие учебники (Николсон; Корвальски) уже устарели и не включают дидактически оптимальных текстов. Еще хуже дело обстоит с лабораторными учебниками — их просто не существует.

Итак, курсы, организованные Агентством, могут служить моделью программы для обучения на местах специалистов по ядерной электронике. Первые два опыта дали блестящие результаты. В 1982 г. МАГАТЭ, в кооперации с правительствами Вьетнама и Сенегала, организовало национальные курсы по ядерной электронике. Слушателей подбирали по рекомендации местных специалистов; Агентство обеспечило педагогический состав и предоставило некоторое оборудование. Результаты показали, что хорошая организация курсов подготовки, безусловно, имела большое значение и для самой страны. В двух вышеупомянутых странах лаборатории, где проводились занятия, стали местными центрами ядерного оборудования, с которыми установили связи и другие лаборатории, где используются и требуют обслуживания ядерные приборы.

Сознавая важность практической подготовки по электронике, эксперты, связанные с программой Агентства по ядерной электронике, рекомендовали в 1981 г. усовершенствовать набор средств обучения, которые позволяют более эффективно иллюстрировать принципы ядерной электроники, привлекая в то же время слушателей к работе с реальными схемами и интенсивному использованию измерительных приборов. Несколько учебных заданий с соответствующей технической оснасткой уже разработаны. В 1983 г. этот проект получил одобрение правительства ФРГ. Предполагается, что вскоре будут подготовлены более продуманные эксперименты по всем основным темам, включая применение микропроцессоров. Этот набор учебных заданий, в совокупности с лабораторным учебником, будет представлять интерес для университетов и исследовательских лабораторий многих стран, заинтересованных в подготовке специалистов по ядерным приборам.

В 1984 г. будет издан доступный практический учебник, содержащий набор лабораторных упражнений и охватывающий специфические „ядерные” темы в электронике.

Другим обещающим успех делом по инициативе Агентства была подготовка национальных кадров для эксплуатации и обслуживания ядерных приборов, используемых в медицине.

Результатом этого явился разработка программы с более широкими перспективами. Доклад по этому вопросу будет опубликован в следующем номере *Бюллетеня МАГАТЭ*.

Кроме организации курсов подготовки Агентство назначает персональные стипендии на время прохождения технической программы. Стипендиаты, избранные для такого рода подготовки, как правило, изучают последние достижения ядерной электроники и применение микропроцессоров. Часто курсы Агентства служат избирательным форумом: лучшие слушатели направляются для дальнейшего обучения по усложненной программе с получением специальной стипендии. Такой отбор достойных кандидатов для получения стипендии от Агентства во время обучения за границей сокращает число нежелательных явлений, которые особенно часты в области электроники: хорошо подготовленные инженеры и техники вербуются коммерческими компаниями и покидают лаборатории ядерной электроники ради лучше оплачиваемой работы. В процессе обучения на курсах преподаватели могут оценить, насколько тот или иной слушатель привязан к своей работе, предан своей лаборатории, и дать ему соответствующие рекомендации. Программа обучения стипендиатов только выиграет от тщательности отбора во время курсов подготовки.

Однако, хорошо подготовленного штата операторов недостаточно для успешной работы. Вторым существенным требованием для правильного использования ядерной электроники в развивающихся странах является наличие хорошо оснащенных лабораторий.

В кооперации с Агентством многие страны создали лаборатории, которые связаны с центрами ядерных исследований научных подразделений университетов. Основной задачей лабораторий ядерной электроники является экспертиза и обеспечение средствами обслуживания и ремонта ядерной техники как в пределах всей страны, так и отдельного региона. Из огромного числа хорошо оборудованных центров ядерной электроники следует назвать Квабенийский центр ядерных исследований, который работает как лаборатория по обслуживанию ядерного оборудования в Гане; Перуанский институт ядерной энергии в Лиме, имеющий группу высококвалифицированных электронщиков и в настоящее время расширяющий свои лаборатории; лаборатория электроники в Далатском центре исследований, которая обслуживает всю ядерную технику на юге Вьетнама. В этих центрах сотрудничество с Агентством позволяет местным специалистам осуществлять свои проекты и использовать ресурсы страны для работы электронной лаборатории. Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) предлагает проекты, связанные с ядерной электроникой и оборудованием: в Сенегале, например, под эгидой ПРООН был создан Институт прикладной ядерной технологии, который обеспечивает оборудованием лаборатории ядерной электроники.

Опыт, накопленный за время организации и работы ядерных лабораторий, показывает, что их деятельность не ограничивается обслуживанием и ремонтом оборудования. Многие простые ядерные приборы можно создавать на местах, затрачивая лишь часть стоимости эквивалентных коммерческих приборов. Агентство помогает инженерам и техникам в этих начинаниях и даже выработало программу создания группы модульных приборов, которые могут производиться во многих развивающихся странах на местах.

Во избежание любых возможных конфликтов с коммерческими производителями ядерной электроники и, чтобы сохранить минимальную стоимость, был принят широко используемый промышленный стандарт, имеющий основой модульную систему *Еврокард**. Он не используется компаниями, которые производят и продают ядерное электронное оборудование. Первый прибор, одноканальный гамма-спектрометр с детектором NaI, будет разработан в середине 1983 г. Вся документация будет доступна любой лаборатории в развивающихся странах; сборка этого прибора даст одновременно образовательный и экономический эффект.

Очередной проблемой, заслуживающей внимания развивающихся стран и МАГАТЭ, является проблема профессиональных микрокомпьютеров. Как результат быстрого прогресса в компьютерной технологии маленькие компьютеры со способностями больших машин стали доступными сейчас по сравнительно невысокой цене. Использование таких настольных компьютеров в ядерной науке и технологии представляет особый интерес для ученых в развивающихся странах, где возможности приобретения больших компьютеров для научной работы ограничены. Однако, опять возникает проблема подготовки специалистов как для тех, кто собирается обучаться работе с микропроцессором, так и для инженеров-электронщиков, которые снова сталкиваются с задачей его обслуживания. Сотрудничество с Агентством также может обеспечить ценную помощь в этом вопросе. Кроме всех прочих задач Агентство планирует создание межрегиональной программы для подготовки специалистов в этой области.

* В электронике *Еврокард* относится к стандартным размерам печатных схем (100x160 мм). Многие приборы промышленной электроники используют именно эту норму.

