

# Техническое сотрудничество развивающихся стран в области ядерной безопасности

Ф.Н. Флакус и П. Джулиани\*

Основная задача деятельности Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), сформулированная более 25 лет назад при его создании, состоит в том, чтобы всемерно способствовать внедрению атомной энергии и увеличению ее вклада в дело мира, здоровья и процветания человечества. Данная задача подразумевает также соответствующую ответственность Агентства по обеспечению защиты человека и окружающей среды от любых вредных воздействий ионизирующего излучения.

Поэтому с самого начала вопросы безопасности стали неотъемлемой частью программы МАГАТЭ. Это видно на примере Программы технического сотрудничества Агентства: статистика показывает, что постоянное увеличение объема технического сотрудничества в развивающихся странах в различных областях ядерной деятельности привело к увеличению объема работ в области ядерной безопасности (рис. 1).

Отдел ядерной безопасности, как и другие технические отделы МАГАТЭ, занимается всеми аспектами технического сотрудничества: разработкой программ, выбором тематики и формулированием задач проектов, их осуществлением, контролем выходной продукции и оценкой результатов. Сотрудники Отдела ядерной безопасности в дополнение к другим своим служебным обязанностям являются „техническими сотрудниками”, и несут ответственность за осуществление многочисленных проектов технического сотрудничества:

- обеспечивая технические консультации и техническую помощь проектам;
- оценивая новые запросы о технической помощи;
- решая вопрос о выделении стипендий;
- принимая участие в миссиях по техническим вопросам и разработке программ;
- выступая в качестве лекторов на учебных курсах;
- принимая участие в подготовке или рецензировании технических отчетов;
- рецензируя отчеты аспирантов;
- принимая участие в оценке работы.

На январь 1984 г. технические сотрудники Отдела ядерной безопасности были заняты в выполнении более чем 150 проектов по техническому сотрудничеству. Действительная занятость сотрудников Агентства в областях, связанных с вопросами безо-

пасности, намного больше, чем показано выше, так как целый ряд проектов по техническому сотрудничеству, таких как регламентирующие меры по защите от излучения, радиационная дозиметрия и обращение с радиоактивными отходами, также связаны с вопросами безопасности.

Программа Агентства по техническому сотрудничеству в области ядерной безопасности в основном формулируется как ответы на запросы, изложенные в заявках развивающихся стран.

Однако помощи одного Агентства оказывается недостаточно: техническое сотрудничество может быть успешным и наиболее эффективным лишь при условии активного участия второй сотрудничающей организации, в осуществлении определенного проекта. Решающим залогом успеха проектов является участие и поддержка правительств. Техническое сотрудничество бывает наиболее плодотворным, когда возможности Агентства по оказанию технической помощи и возможности страны, принимающей такую помощь, соответствуют друг другу. В большинстве случаев техническое сотрудничество осуществляется в виде отдельных проектов, проводимых определенными организациями в рамках одной страны; важное значение имеют также региональные и межрегиональные проекты.

## Радиологическая безопасность

Целью программ технического сотрудничества в области радиологической безопасности является повышение уровня безопасности при различных операциях, связанных с использованием радиоактивных материалов и источников излучения в развивающихся странах.

Техническая помощь оказывается для решения целого ряда вопросов, начиная с разработки национальных регламентирующих норм в области радиационной защиты и применения средств по их соблюдению и кончая вопросами расширения технических возможностей, таких как ресурсы оборудования по защите от излучения. Агентство предоставляет в основном услуги экспертов и оборудование, выделяет стипендии и в меньшем объеме дотации для оплаты поездок ученых. Кроме того, проводятся определенные учебные курсы по вопросам безопасности, а также выделяются ассигнования, обеспечивающие участие в научных конференциях экспертов из развивающихся стран.

Ниже приводится краткий перечень услуг, который может служить иллюстрацией к тому, какие

\* Ф.Н. Флакус — сотрудник Секции радиологической безопасности, П. Джулиани — сотрудник Секции безопасности ядерных установок Отдела ядерной безопасности Агентства.

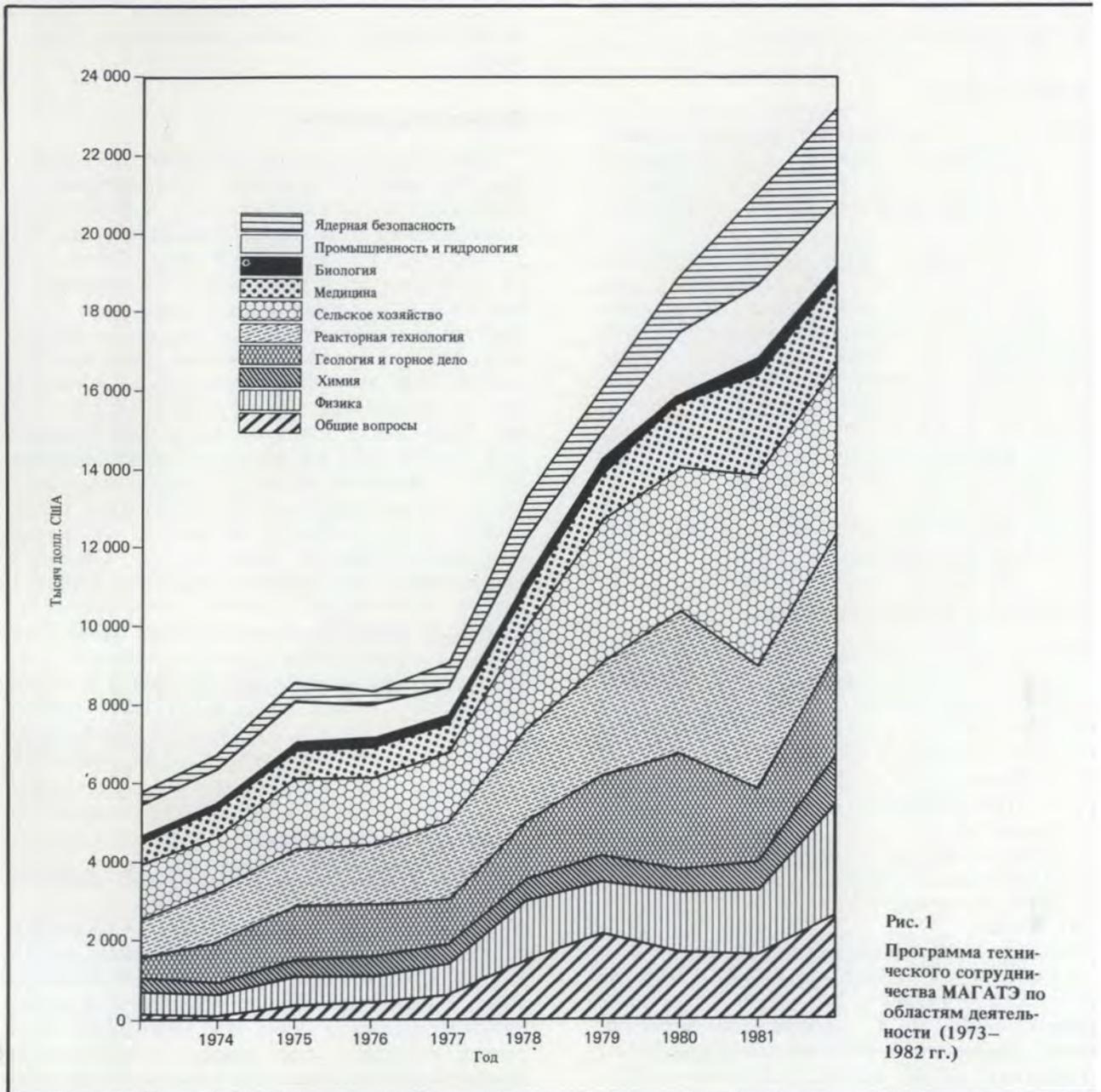


Рис. 1  
Программа технического сотрудничества МАГАТЭ по областям деятельности (1973–1982 гг.)

запросы развивающихся стран являются наиболее типичными и какие задачи решаются отдельными проектами, на которые были выделены ассигнования в соответствии с программой технического сотрудничества на 1984 г. в области радиологической безопасности:

- Подготовка норм радиационной безопасности; разработка соответствующих инфраструктур по защите от излучения и создание инспектирующих органов для проведения контроля за обеспечением радиационной безопасности (организационные и технические аспекты).
- Создание служб радиационной безопасности, в частности дозиметрического контроля персонала для оценки дозы внешнего и внутреннего облучения.

- Совершенствование методов профессиональной радиационной защиты; повышение уровня безопасности на таких установках, как ядерные исследовательские реакторы и связанное с ними оборудование, на предприятиях по добыче и переработке урана.

- Разработка и совершенствование программ по охране окружающей среды, повышение аналитической способности для определения излучения низкой активности, исследования радиоактивности окружающей среды до ввода установки в эксплуатацию.

- Оценка и совершенствование мер защиты при авариях; оценка эффективности планируемых мер защиты на площадке установки и за ее пределами; обеспечение оборудования для проведения контр-

ля и оценки аварии; повышение радиотоксикологической сопротивляемости человека.

### Отдельные проекты

Наиболее распространенной формой технического сотрудничества является осуществление отдельных проектов, масштабы и сроки которых ограничены обычно рамками одного календарного года.

Типичная тематика таких проектов: инспекция радиологической безопасности, радиационная защита на предприятиях по добыче и переработке урана, исследовательских реакторах и ядерных энергетических установках; службы радиационной безопасности, службы дозиметрического контроля персонала, термолюминесцентная дозиметрия, нейтронная дозиметрия, служба контроля внутреннего облучения; контроль радиоактивности окружающей среды и измерения радиоактивности низкого уровня; создание института ядерных исследований, планирование мер защиты при авариях, центр аварийного контроля, радиотоксикология человека.

### Региональные и межрегиональные проекты

Особое внимание уделяется радиационной защите, как части деятельности Агентства в отношении программы межрегионального сотрудничества стран Латинской Америки, расположенных в районе Анд (описание этого проекта производится в статье „Разработка Региональной координированной программы для стран Латинской Америки”). Предполагается проведение проектов в области норм радиационной защиты, контроля радиационной безопасности и технических аспектов защиты от излучения. Ряд проектов планируется осуществить уже в течение этого года.

В 1982 г. Агентство совместно с Международной организацией труда (МОТ), Агентством по ядерной энергии (АЯЭ) и ОЭСР и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) опубликовало пересмотренные „Основные нормы безопасности при защите от излучения” (ОНБ). Оценка программы консультантами из других организаций показала необходимость расширения работ по образованию и обучению в области норм радиационной защиты. Применение „Основных норм безопасности при защите от излучения”, при разработке которых были учтены новые рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) должно повысить уровень радиационной безопасности как для персонала установок, так и для населения.

В связи со все возрастающим интересом развивающихся государств-членов к вопросам радиационной безопасности был разработан межрегиональный проект с целью оказания помощи соответствующим организациям для переработки норм безопасности в соответствии с национальными условиями. Для этого проекта предусмотрено три человеко-года услуг экспертов в течение двух лет. Его основная цель — ускорение работ по оказанию помощи развивающимся государствам-членам в применении

новых основных норм безопасности и расширение их возможностей в области радиационной безопасности.

### Прямое сотрудничество

В большинстве проектов по техническому сотрудничеству Агентство выполняет роль посредника, помогающего заключить соглашения о техническом сотрудничестве в рамках финансовых ресурсов, предоставляемых государствами-членами. Помимо этого, Агентство, по мере возможности, принимает и непосредственное участие в деятельности по техническому сотрудничеству. В случае необходимости сотрудники Агентства выполняют роль консультантов; как показывает статистика за последние два года командировки сотрудников Отдела ядерной безопасности Агентства составляют примерно 10% времени всех миссий по технической помощи. В 1981 г. Агентство выделило в виде прямой помощи (в ограниченных масштабах) дозиметры для дозиметрического контроля персонала в пяти государствах-членах (Эфиопии, Мали, Нигерии, Сенегале и Сьерра-Леоне), где Агентство проводило работы и где не было местной службы дозиметрического контроля. Были приложены большие усилия для создания службы дозиметрического контроля на основе термолюминесцентной дозиметрии в Эфиопии, Гане, Кении, Судане и Тунисе. В 1983 г. стипендиаты из шести стран прошли обучение на курсах по радиационной безопасности в течение 25 человеко-месяцев.

### Существующие трудности

В большинстве стран ионизирующие излучения были впервые применены в медицинских целях и поэтому контроль за обеспечением радиационной безопасности был возложен на медицинские органы. Однако в настоящее время произошел очевидный сдвиг от преимущественного использования излучения в медицинских целях к использованию его в других областях. Этот процесс сопровождается разделением ответственности за радиационную безопасность между медицинскими и немедицинскими областями применения, поскольку задачи немедицинских областей часто выходят за рамки технической компетентности медицинских органов. Кроме того, сосредоточение всей ответственности за радиационную безопасность в одной организации часто сопряжено с трудностями.

Во-вторых, техническое сотрудничество становится все более и более сложным, а задачи экспертов и миссий и потребность в оборудовании более специфическими. И это происходит в то время, когда возрастает количество различных типов приборов, предлагаемых на рынке. Процесс отбора соответствующих экспертов и типов оборудования становится все более сложным и мелкие вопросы требуют все большего и большего внимания.

Кроме того, нужно отметить, что простая передача технологий представляется невозможной. Часто требуются новые методы и новые знания: например,

Таблица 1. Реакторные установки в развивающихся странах

Страна	Находящиеся в эксплуатации в 1983 г.	Планируемые к вводу в эксплуатацию в 1986 г.
Аргентина	2	2
Болгария	4	5
Бразилия	1	1
Чехословакия	3	8
Куба	—	—
Венгрия	1	4
Индия	4	6
Корейская Республика	3	6
Мексика	—	2
Филиппины	—	1
Пакистан	1	1
Польша	—	—
Румыния	—	—
Турция	—	—
Югославия	1	1
Итого	20	37

дозиметрические приборы, надежно работающие в районах с умеренными климатическими условиями, могут выйти из строя в странах с тропическим климатом; в настоящее время очень ограничена информация о поведении радионуклидов в специфических экосистемах тропических стран, а имеющаяся в развивающихся странах информация не может быть просто экстраполирована на другие географические районы.

#### Ядерная безопасность

После аварии на АЭС „Три-Майл-Айленд” в 1979 г. произошла тихая, но имеющая очень большое значение революция в области ядерной безопасности. Выводы, полученные при анализе аварии Три-Майл-Айленд, были использованы для проектирования новых систем, для модификации и модернизации старых. Значительно большее внимание стало уделяться взаимосвязи „человек-машина” и человеческим факторам в управлении установками, и более реалистичному подходу к планированию чрезвычайных ситуаций и подготовке к ним. Эффективное средство — оценка вероятностного риска (ОВР) сейчас применяется более широко, чем раньше, и распространяется на такие области, как анализ площадки и анализ структурного поведения при внешних нагрузках.

Развивающиеся страны, уже имеющие программы в области атомной энергии, и те страны, которые только планируют разработку таких программ (см. табл. 1), должны оперативно применить все эти концепции и методы. В настоящее время начало разработки программы по атомной энергии означает принятие всех новых теорий по безопасности, включая преимущества их постепенной разработки.

Внедрение ядерной технологии и строительство ядерной энергетической установки представляют собой коренное изменение уровня технического развития страны. Одна из основных функций программы технической помощи МАГАТЭ заключается в том, чтобы это изменение уровня технического развития прошло как можно более гладко и эффективно. Этого можно достигнуть путем осуществления миссий, наряду с предоставлением услуг экспертов с помощью учебных курсов и других форм прямой и косвенной помощи (см. табл. 2 и 3).

Первое воздействие программы по атомной энергии на структуру технических и законодательных органов страны связано с выбором и характеристиками площадки для первой установки и определением типа проекта. На этом этапе очень важно обеспечить эффективное взаимодействие между экспертами на местах, которые располагают данными площадке и знакомы с положением в стране, и экспертами из других стран, которые являются квалифицированными специалистами и могут определить методы, наиболее подходящие для изучения площадки и оценки потенциального влияния природных условий. Например, в данный период можно использовать сейсмические данные вместе с информацией в области геологии и тектоники. Эксперты должны будут решить, достаточны ли имеющиеся данные, или необходимо провести дополнительные исследования. Полученные данные и геоструктурный анализ должны быть затем скорректированы. После этого можно проводить оценку сейсмических параметров. Аналогичные ситуации могут возникнуть при гидрологической оценке, при составлении части проекта по защите от наводнения и в метеорологическом обзоре при оценке экстремальных событий. Другой важной проблемой этой стадии является тщательная оценка политических, экономических и социальных аспектов выбора площадки. Агентство может оказать и действительно оказывает значительную помощь на этом этапе за счет предоставления услуг экспертов для консультации по вопросам выбора площадки, как при решении специфических технических проблем, так при решении проблем общего характера.

Вторым и также очень важным аспектом ядерного проекта является оценка безопасности самой ядерной энергетической установки. Регламентирующий орган страны должен принять решение о приемлемости планируемого уровня безопасности. Это означает, что для подготовки своей собственной оценки, местные эксперты должны получить полное представление о сложных системах установки. Сделать это очень трудно, учитывая происшедшую недавно „революцию” в области ядерной безопасности, обусловившую пересмотр существующих норм и необходимость разработки превентивных мер против очень серьезных аварий. Оценка безопасности установки чрезвычайно сложна, так как требует не только знания самой установки, но и разработки методик для повторной оценки характеристик системы в аварийных условиях и для оценки последствий аварии. На этой ступени Агентство также может предоставить помощь в виде услуг консу-

## Техническое сотрудничество

Таблица 2. Помощь государствам-членам в области безопасности ядерных установок (начиная с 1975 г.) \*

Площадки	Миссии**		
	Обзор по безопасности	Консультации по регламентирующим органам	Консультации по ядерному законодательству
Аргентина	Бразилия	Бразилия	Алжир
Чили	Иран	Чили	Бразилия
Египет	Корейская Республика	Египет	Египет
Индонезия	Филиппины	Греция	Кувейт
Кувейт	Югославия	Корейская Республика	Ливийская Арабская Джамахирия
Ливийская Арабская Джамахирия		Мексика	Малайзия
Малайзия		Пакистан	Марокко
Марокко		Филиппины	Югославия
Пакистан		Португалия	
Перу		Испания	
Филиппины		Сирия	
Турция		Турция	
Венесуэла			
Югославия			

### Услуги экспертов

Длительные командировки***		Краткосрочные командировки	
Бразилия	Корейская Республика	Аргентина	Корейская Республика
Мексика	Филиппины	Бразилия	Мексика
Филиппины	Югославия	Болгария	Филиппины
		Чили	Португалия
		Греция	Румыния
		Иран	Турция
		Израиль	Югославия

\* Финансирование по линии различных департаментов МАГАТЭ (исключая стипендии, оборудование, визиты ученых).

\*\* Продолжительность 1–3 недели, 1–5 экспертов.

\*\*\* В течение года или больше.

Таблица 3. Межрегиональные учебные курсы МАГАТЭ по безопасности (1978–1983 гг.)

Название курса*	Место проведения	Начало работы	Продолжительность (недели)
Обзор проблем анализа безопасности	Аргонн (США)	Август 1978	8
Гарантия качества	Аргонн (США)	Октябрь 1978	5
Выбор площадок для АЭС	Аргонн (США)	Сентябрь 1979	9
Гарантия качества	Мадрид (Испания)**	Октябрь 1979	6
Безопасность и надежность в эксплуатации	Аргонн (США)	Ноябрь 1979	6
Обзор проблем анализа безопасности	Карлсруэ (ФРГ)	Ноябрь 1979	4
Оценка влияния АЭС на окружающую среду	Аргонн (США)	Март 1980	6

Название курса*	Место проведения	Начало работы	Продолжительность (недели)
Инспектирование строительства АЭС	Аргонн (США)	Июнь 1980	9
Анализ безопасности	Карлсруэ (ФРГ)	Сентябрь 1980	6
Правила безопасности для АЭС	Аргонн (США)	Сентябрь 1980	9
Гарантия качества	Карлсруэ (ФРГ)	Октябрь 1980	6
Обзор проблем анализа безопасности	Аргонн (США)	Март 1981	8
Радиологическая защита и радиологическая безопасность	Буэнос-Айрес** (Аргентина)	Июнь 1981	7
Безопасность эксплуатации атомных электростанций	Карлсруэ (ФРГ)	Сентябрь 1981	6
Выбор площадок для АЭС	Аргонн (США)	Сентябрь 1981	7
Планирование и меры против радиологических аварий	Аргонн (США)	Февраль 1982	3
Сейсмические аспекты выбора площадок для АЭС	Аргонн (США)	Февраль 1982	5
Предотвращение опасности при использовании ядерных установок	Сакле (Франция)***	Май 1982	4
Выбор площадок для АЭС	Сакле (Франция)***	Октябрь 1982	4
Гарантия качества	Сакле (Франция)***	Апрель 1983	5
Вероятностная оценка риска	Аргонн (США)	Сентябрь 1983	4

\* Около 30 участников на одни курсы

\*\* Проведены на испанском языке

\*\*\* Проведены на французском языке

тантов, экспертов и путем проведения учебных курсов для экспертов национального регламентирующего органа по оценке анализа по безопасности.

После проведения подготовительных работ следуют этапы строительства, ввода в эксплуатацию и эксплуатация энергетической установки. На этих ступенях вопросы контроля и обеспечения качества играют важную роль, и Агентство обеспечивает значительную помощь, организуя учебные курсы по обучению местных специалистов для выполнения этих задач. Наиболее критические проблемы связаны с вопросами безопасности во время эксплуатации установки, поскольку в период строительства и ввода в эксплуатацию большую роль в обеспечении качества играют оптовые фирмы и поставщики.

На этапе эксплуатации владелец установки и оператор совершенно самостоятельны, имея только опыт по начальной эксплуатации. Работа установки входит в компетенцию местных властей и поэтому требует максимума осторожности. Операторы установки проходят курс обучения у поставщиков, но до проведения курса последнего этапа обучения с узкой специализацией может быть проведен подготовительный курс обучения специалистами Агентства. Персонал регламентирующего органа, которому предстоит разработать систему экзаменов и тестов для выдачи лицензий операторам установки, также обязан пройти курс обучения.

Вопросы эксплуатации энергетических установок являются той областью, где помощь Агентства может быть чрезвычайно полезна. В частности общепризнано, что обмен информацией о нестандартных

событиях и авариях на атомных энергетических установках имеет очень важное значение для обеспечения безопасности эксплуатации. И как следствие этой работы Агентство создало „Систему оповещения об авариях” (СОА) для сбора информации от государств-членов, активно осуществляющих программы в области атомной энергии, и предоставления ее операторам установок и регламентирующим органам стран ядерного сообщества.

В области безопасности эксплуатации Агентство также начало осуществлять программу миссии Группы по контролю безопасности эксплуатации включающей экспертов с большим опытом работ по эксплуатации установок. Эксперты группы направляются по запросам для контроля состояния атомных энергетических установок и для оценки возможностей их безопасной эксплуатации. Уже проведены две миссии, и работа эта будет продолжена, так как государства — члены МАГАТЭ присвоили к ней значительный интерес.

В деятельности Агентства в области обеспечения безопасности эксплуатации установок нашли отражение и важные изменения в исследованиях по безопасности, а именно, произошел сдвиг от проектирования для безопасности к безопасности эксплуатации. Помимо всех видов услуг, о которых говорилось выше, Агентство помогает государствам-членам, обеспечивая консультации экспертов организуя совещания, семинары, учебные курсы а также оказывает помощь в использовании кадров вычислительных машин.

В области планирования и подготовки к аварийным ситуациям Агентство, начиная с 1959 г., ра-

разрабатывает свои собственные План и Программу помощи в случае радиационных аварий. Оно готово обеспечить помощь по просьбе любого государства-члена, в котором имела место авария, связанная с ионизирующим излучением. В настоящее время разрабатывается всеобъемлющий План помощи в случае ядерной аварии, что позволит Агентству принимать заявки на помощь и предложения об оказании помощи от государств-членов. Однако надо признать, что просьбы об оказании помощи другими государствами не смогут быть удовлетворены в течение первых нескольких дней аварии, поэтому важно, чтобы страны обеспечили, насколько это возможно, свои собственные меры для проведения работ в первые дни после ликвидации аварии. По запросу государства-члена Агентство готово принять участие в разработке и совершенствовании планов и мер готовности на случай аварии, обеспечить консультации по поводу адекватности существующих планов и мер безопасности, оказать помощь в организации проверки этих планов на практике путем проведения учебных занятий по мерам готовности к авариям. Помимо этого разрабатываются технические руководства и программы обучения; например, Агентство проводит Международные учебные курсы по „Планированию, подготовке и ликвидации радиологических аварий”, на которых выступают с лекциями высококвалифицированные эксперты.

Эти курсы проводятся в Аргоннской Национальной Лаборатории (США) с целью обеспечить участникам курсов из развивающихся стран специальное обучение по различным тематическим вопросам в области планирования и подготовки к авариям.

### Заключение

Практически с момента своего возникновения более чем 25 лет назад МАГАТЭ придавало большое значение стимулированию сотрудничества

между государствами-членами в области ядерной безопасности. Оно всегда обеспечивало возможности в области обмена технической информацией для международного ядерного сообщества и было своего рода катализатором в обеспечении связей между государствами с различными уровнями развития техники и промышленности.

Результаты деятельности Агентства совершенно очевидны: более высокий уровень технической грамотности в области проблем ядерной безопасности, совместные работы по достижению более высокого уровня безопасности, увеличение численности персонала с хорошей подготовкой в различных областях ядерной безопасности. Факты говорят о том, что развивающиеся страны хорошо и эффективно перенимают новые технологии; об этом свидетельствует увеличение количества запросов на миссии по узкоспецифическим проблемам и соответствующее уменьшение запросов на миссии и дотации для решения более общих проблем.

За последнее десятилетие стоимость программы технического сотрудничества Агентства в области ядерной безопасности для развивающихся стран постоянно возрастает, и в 1984 г. она составит 2,3 млн. долл. США. Ассигнования на выполнение постоянной программы Отдела ядерной безопасности на 1984 г. достигают примерно 5 млн. долл. США. Если учесть, что целью всех видов работ, проводимых в соответствии с постоянной программой Отдела, является в первую очередь повышение уровня безопасности в развивающихся странах, то это означает, что в целом ассигнования, выделяемые на эти цели, составляют 7,3 млн. долл. США. Несомненно, что такой объем проводимых работ окажет значительное влияние на обеспечение ядерной безопасности.

## Уроки из опыта технического сотрудничества

Д.А. Кей\*

В течение прошедших 29 лет происходил широкий и динамичный рост Программы технического сотрудничества Агентства в соответствии с увеличением потребностей развивающихся государств-членов в помощи по применению ядерных методов. За десять лет (с 1973 по 1983 гг.) Агентство оказало развивающимся государствам-членам услуги экспертов стоимостью более 40 млн. долл. США, направило оборудования более чем на 65 млн. долл. США, и около 41 млн. долл. США было использовано на стипендии и прямую помощь. Стоимость проектов по Программе технической помощи Агентства только в 1971 г. превысила 8 млн. долл. США; в 1983 г.

около 670 проектов технического сотрудничества стоимостью более 40 млн. долл. США осуществлялись более, чем в 70 странах. Произошло также заметное расширение географии в региональном распределении Программы технического сотрудничества Агентства, что свидетельствует о внимании широкого круга государств-членов к вопросам применения ядерных методов при решении критических проблем. Например, в 1983 г. средства Фонда технической помощи и сотрудничества распределились следующим образом: Латинская Америка — 27 %, Азия и Тихий океан — 27 %, Африка — 23 %, Европа и Ближний Восток — 20 %, межрегиональные проекты — 3 %.

До недавнего времени примерно 75 % помощи Агентство оказывало в следующих пяти крупных

\* Д.А. Кей — сотрудник Секции оценок в Департаменте технического сотрудничества Агентства.