

Таблица 4. Деятельность МАГАТЭ в регионе Юго-Восточной Азии (с 1975 года)

Изучение рынка для развития атомной энергетики (1973-1975)	Изучение вопросов планирования в области атомной энергетики	Командирование консультантов по вопросам атомной энергетики	Изучение вопросов практической осуществимости проектов
<p>Бангладеш Корейская Республика Пакистан Сингапур Таиланд Филиппины</p>	<p>Бангладеш Гонконг Индонезия Корейская Республика Пакистан</p>	<p>Бангладеш Гонконг Индонезия Иран Корейская Республика Малайзия Пакистан Сингапур Таиланд</p>	<p>Бангладеш Индонезия Пакистан Филиппины</p>
<p>Командирование специалистов по вопросам выбора площадок для атомных электростанций</p>	<p>Командирование специалистов для рассмотрения отчетов по безопасности</p>	<p>Командирование специалистов для предоставления консультаций органам, регулирующим ядерную деятельность</p>	<p>Командирование специалистов для предоставления консультаций законодательным органам</p>
<p>Индонезия Малайзия Пакистан Филиппины</p>	<p>Корейская Республика Филиппины</p>	<p>Корейская Республика Филиппины</p>	<p>Малайзия</p>
	<p>Передача программ методов планирования атомной энергетики и использования ЭВМ</p> <p>Индия Индонезия Корейская Республика Малайзия Пакистан Сингапур Таиланд Филиппины</p>		

Таблица 5. Подготовка персонала в рамках программ по атомной энергетике

а) Учебные курсы (начиная с 1975 года)

- 6 курсов по планированию и реализации проектов
- 6 курсов по руководству строительством и эксплуатацией АЭС
- 2 курсов по планированию расширения энергосистем
- 1 курсы по совершенствованию планирования и строительства АЭС
- 2 курсов о роли атомной энергетики
- 1 курсы по рассмотрению вопросов, связанных с анализом безопасности
- 1 курсы по обеспечению качества
- 1 курсы по подготовке персонала для атомной промышленности

б) Семинары

- экономические аспекты атомной энергетики (Вена, Бангкок, Манила)
- оценка и реализация предложений о подряде (Токио, Турция)
- подготовка кадров для атомной энергетики (Сеул)
- участие национальной промышленности в программах по ядерной энергетике (Манила)
- обеспечение качества (Бангкок)

в) Публикации руководств

- этапы атомной энергетики
- Экономическая оценка предложений о подряде на строительство атомных электростанций
- международная инвентаризация учебных заведений и аттестация персонала, занимающегося эксплуатацией АЭС
- квалификация и подготовка персонала для органов, занимающихся вопросами атомных электростанций
- подготовка персонала для атомной энергетики (будет опубликовано в 1980 году)

ных технических и экономических соображений. Такая помощь была доступна всем государствам-членам Агентства, и многие менее развитые страны региона Юго-Восточной Азии пользовались ей. С одной стороны, Агентство предоставляло непосредственные консультации и проводило конкретные исследования для этих стран, как показано в табл. 4; с другой стороны, оно предоставляло им возможность осуществить подготовку их персонала в областях, которые наиболее необходимы для осуществления программ ядерной энергетике, как показано в табл. 5.

В качестве поддержки этих усилий Агентство разработало и продолжает совершенствовать необходимые механизмы долгосрочного планирования атомной энергетики и разрабатывать руководства, предназначенные для оказания помощи развивающимся странам этого региона в осуществлении экономических ядерных программ. Осуществляя это, Агентство будет обращать особое внимание на те развивающиеся страны региона Юго-Восточной Азии, быстрое экономическое развитие которых является основным условием стабильности в мире.

Характер и значение программы технической помощи Агентства странам Азии и района Тихого океана

Д. А. Нетсингх

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель программ технической помощи Агентства состоит в том, чтобы содействовать передаче опыта и знаний, относящихся к мирному использованию атомной энергии, развивающимся странам, поддерживать усилия, предпринимаемые этими странами, с тем, чтобы их деятельность в области атомной энергии осуществлялась бы безопасным и более эффективным образом, и обеспечивать, чтобы переданная технология могла бы и в дальнейшем применяться с пользой для экономического и социального развития стран после того, как Агентство закончит оказание помощи.

Техническая помощь, оказываемая в виде предоставления стипендий для подготовки специалистов, предоставления услуг экспертов и проведения консультаций, а также поставок оборудования, охватывает обширную область деятельности, в широком диапазоне от применения изотопов и радиации в сельском хозяйстве, медицине и промышленности до ядерной физики и химии, ядерной электроники, использования исследовательских реакторов, разведки урановых руд и их переработки, изготовления ядерного топлива, развития ядерной энергетики и обеспечения безопасности в связи с применением ядерной энергии (включая выбор площадок для АЭС и их безопасность, радиационную защиту, обращение с радиоактивными отходами и защиту окружающей среды) .

Помощь предоставляется для осуществления технически обоснованных проектов, которые, как ожидается, должны сыграть важную роль в программе развития страны. Предполагается, что получающая помощь страна имеет достаточно развитую инфраструктуру (в частности, в связи с предоставлением установок для физических исследований должны быть обеспечены помещения для лабораторий, гарантированные поставки воды и электроэнергии и, кроме того, страна должна располагать руководящим составом и кадрами, имеющими соответствующую подготовку) для того, чтобы воспринять и эффективно использовать предоставленную помощь. Предполагается также, что будет обеспечено эффективное сотрудничество между компетентным органом, занимающимся вопросами атомной энергии, национальной планирующей организацией и другими имеющими отношение к этим вопросам национальными учреждениями (например, министерствами сельского хозяйства, научно-исследователь-

Г-н Нетсингх является руководителем Секции стран Азии и района Тихого океана Отдела технической помощи МАГАТЭ.

скими сельскохозяйственными институтами и сельскохозяйственными факультетами университетов в случае осуществления проектов в области сельского хозяйства или управлениями, занимающимися вопросами геологической разведки и разведки полезных ископаемых в случае осуществления проектов в области разведки запасов урана). Однако нельзя сказать, что эти критерии во всех случаях удовлетворяются. Фонды для осуществления программ технической помощи Агентства складываются из собственных средств Агентства и средств, выделяемых в рамках Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), а также средств, выделяемых правительственными организациями по оказанию помощи, таких, как Шведское управление международного развития (СИДА) и другими странами, такими, как Австралия, Япония и США, предоставляющими крупные субсидии. За последние годы Агентство предоставило техническую помощь 15 странам Азии и района Тихого океана (Бангладеш, Бирма, Вьетнам, Гонконг, Индия, Индонезия, Корейская Народно-Демократическая Республика, Корейская Республика, Малайзия, Монголия, Пакистан, Сингапур, Таиланд, Филиппины и Шри Ланка).

В этой статье рассматривается характер технической помощи, предоставленной странам Азии и района Тихого океана за десятилетний период с 1969 по 1978 годы в соответствии с различными разделами программы (подготовка специалистов, предоставление услуг экспертов и оборудования) и областями деятельности и объемом, в котором были выполнены задачи программы технической помощи Агентства. Необходимо отметить, что, в то время как формы помощи можно охарактеризовать в количественных показателях, значение этой помощи не поддается статистическому анализу. Во многих случаях помощь предоставляется в рамках непрерывно осуществляемой программы развития атомной энергии в получающей помощи стране, и результаты этой помощи могут не проявлять себя в течение ряда лет, и даже в последующем эффект помощи невозможно оценить в отрыве от программы в целом, например, в таких областях, как осуществление с использованием исследовательского реактора, повышение эффективности ядерных установок для их применения в исследованиях, направленных на увеличение производства продуктов питания. Нередко предоставляемая помощь направляется только на то, чтобы заполнить пробел в программе получающей помощи страны, и в денежном выражении представляет собой небольшую долю общих связанных с этим расходов. Предоставляемая помощь выступает скорее в роли катализатора, который активизирует интерес к данному вопросу в стране, и часто ее значение становится очевидным только спустя несколько лет после того, как была предоставлена помощь Агентства.

ХАРАКТЕР ПОМОЩИ

В первые годы деятельность Агентства по оказанию технической помощи, особенно той, которая предоставлялась в таких областях, как ядерная физика, химия, сельское хозяйство и промышленность, в значительной степени была направлена на осуществление небольших, не связанных друг с другом проектов в национальных организациях, занимающихся вопросами атомной энергии, в исследовательских реакторных центрах и университетах, где небольшие группы ученых стремились работать изолированно. Мало что делалось для координации и согласования их усилий с более крупными планами национального развития. Возможно, единственное исключение составляли проекты, связанные с исследовательскими реакторами и развитием ядер-

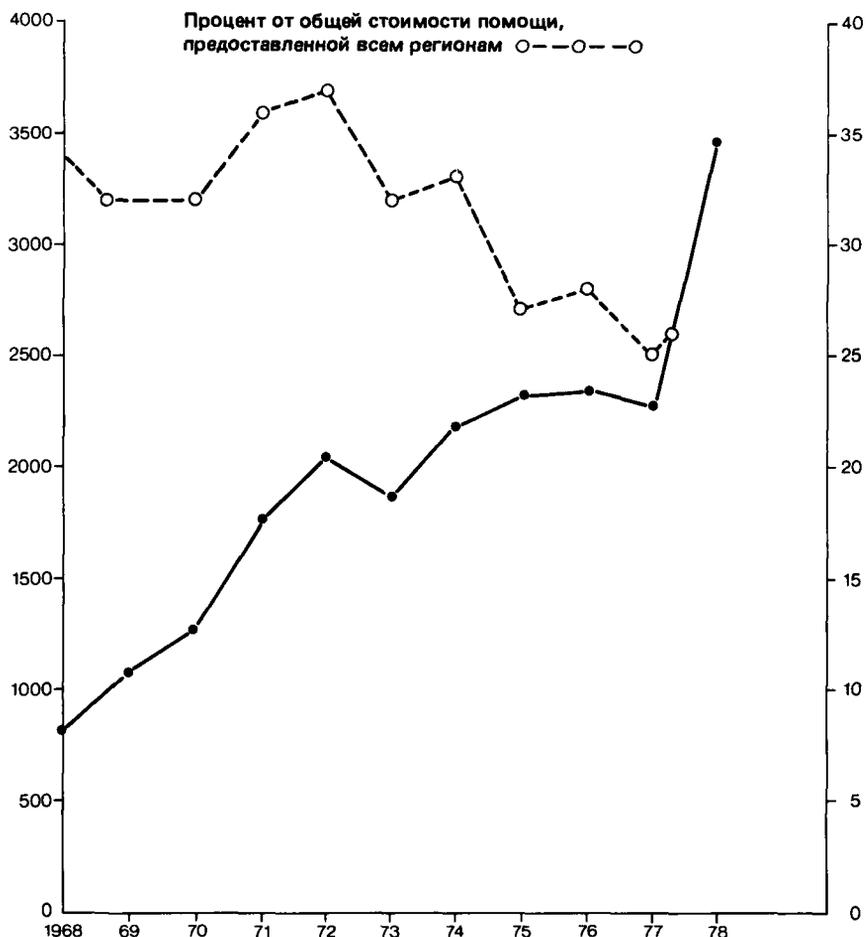


Рис. 1. Общая стоимость технической помощи, предоставлявшейся странам Азии и района Тихого океана ежегодно с 1968 по 1978 годы

ной энергетики. Эти первые годы можно рассматривать как период изучения и демонстрации возможностей, когда изолированные группы ученых накапливали опыт применения ядерных методов в таких различных областях, как сельское хозяйство, медицина и промышленность, и демонстрировали эффективность ядерных методов ученым, технологам, административным работникам и лицам, определяющим направление деятельности, связанным с программами национального развития в различных секторах. На протяжении последнего десятилетия национальная деятельность в области атомной энергии все в большей степени стала согласовываться с планами национального развития, и страны данного региона проявили интерес к более крупным и долгосрочным проектам. В 1978 году Агентство начало практиковать командировки специалистов по планированию и консультантов для оказания помощи государствам-членам в определении целесообразности осуществления и разработке подобных крупных и долгосрочных проектов, которые составляют единое целое с нацио-

Таблица 1. Техническая помощь, предоставленная странам Азии и района Тихого океана в 1969-1978 годах

Год	Предоставленные стипендии				Визиты ученых и учебные курсы		Эксперты			Оборудование		
	Количество	% от количества для всех регионов	Человеко-месяцы	% от человеко-месяцев для всех регионов	Количество	% от количества для всех регионов	Количество	% от количества для всех регионов	Человеко-месяцы	% от человеко-месяцев для всех регионов	Долл. США (в тысячах)	% от общей суммы для всех регионов
1969	85	29	849	32	62	33	47	28	232	31	214,5	20
1970	111	31	1160	33	101	36	45	29	172	27	245,5	23
1971	90	23	909	24	164	46	62	28	206	28	687,7	46
1972	100	31	932	31	70	37	58	30	229	31	837,4	43
1973	103	31	918	31	102	42	53	26	197	26	788,7	38
1974	128	31	1137	31	61	28	65	29	214	29	953,5	35
1975	160	36	1392	37	109	33	46	20	171	22	1024,3	30
1976	114	30	1100	32	111	40	52	24	163	23	890,7	31
1977	153	38	1421	41	157	37	72	26	226	28	584,4	19
1978	155	39	1159	37	124	25	91	26	169	21	1250,1	23
Итого												
1969-78:	1199	—	10977	—	1061	—	591	—	1979	—	7476,8	—
В среднем:	—	32	—	36	—	35	—	26	—	27	—	30

нальными, социальными и экономическими планами развития. Группы специалистов, посетившие страны Азии и района Тихого океана в 1978 году, выполняли задания в таких областях, как сельское хозяйство, промышленность, развитие ядерной энергетики, ядерной физики и химии. В результате поездок этих групп был предложен и разработан ряд крупномасштабных проектов (каждый стоимостью порядка 1 млн. долл. и более), направленных на оказание помощи при поддержке ПРООН в сельском хозяйстве и промышленности. В список проектов, которым оказывается поддержка в соответствии с Регулярной программой технической помощи Агентства, было включено несколько многолетних проектов в таких областях, как ядерная энергетика, охрана окружающей среды, сельское хозяйство, ядерная физика и химия.

Ежегодный объем средств, выделенных на осуществление программы технической помощи Агентства (с учетом финансирования из всех источников) странам Азии и района Тихого океана за период с 1969 по 1978 год, представлен графически на рис. 1. На первый взгляд может показаться, что стоимость помощи, предоставленной в 1978 году (на сумму свыше 3,3 млн. долл.), увеличилась в три раза по сравнению с помощью, предоставленной десять лет назад (1,1 млн. долл.). Однако, принимая во внимание инфляцию и снижение покупательной способности доллара, реальная стоимость помощи, предоставленной на протяжении последних десяти лет, увеличилась меньше чем на 10%. В течение этого периода общая стоимость технической помощи, предоставленной Азии и районам Тихого океана, возросла до 20,6 млн. долл., из которых примерно 30% были получены от ПРООН и других внешних источников. В процентном отношении объем технической помощи, предоставленной странам Азии и района Тихого океана, составил свыше 32% от всего объема помощи, предоставленной через посредство Агентства всем странам до 1974 года, а затем наблюдается значительное снижение (до 26% в 1978 году). На протяжении десяти лет с 1959 по 1968 годы 37% всей помощи Агентства направлялось в страны Азии и района Тихого океана, в то время как в последнем десятилетии (с 1969 по 1978 годы) эта цифра уменьшалась до 30%. В связи с увеличением запросов на предоставление помощи от других регионов и ограниченным размером имеющихся средств неизбежно, что доля помощи, направляемой в страны Азии и района Тихого океана, должна уменьшиться, если не будут значительно увеличены фонды, выделяемые на техническую помощь.

В табл. 1 дается разбивка по стоимости оборудования и по количеству и человеко-месяцам экспертов и учебных стипендий, предоставленных в соответствии с программой технической помощи Агентства из всех источников за период с 1969 по 1978 годы. На рис. 2 показано распределение всех предоставленных за тот же период стипендий для подготовки специалистов. Статистические данные о предоставлении услуг экспертов и стипендий для подготовки специалистов представлены в табл. 1 в виде числа экспертов и месяцев, а не в долларовых эквивалентах, поскольку первые являются более реальной мерой предоставленной помощи. Данные показывают, что в количественном отношении страны Азии и района Тихого океана все в большей степени делают упор на подготовку рабочей силы с помощью стипендий, визитов ученых и участия в учебных курсах. На рис. 2 видно, что общее число ежегодно подготавливаемых ученых возросло с 147 в 1969 году до 300 в 1978 году, процентная доля стран Азии и района Тихого океана остается постоянно в пределах 30-37 процентов (несмотря на уменьшение доли общей помощи, получаемой этим регионом). Всего за 10 лет с 1969 по 1978 годы около 1200 ученых получили стипендии (32% от общего количества).

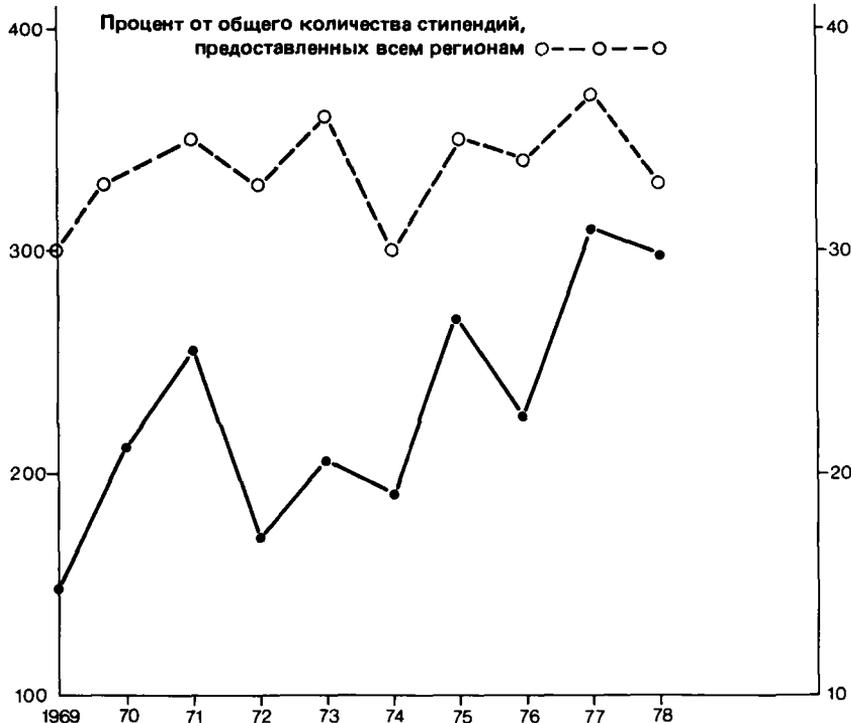


Рис. 2. Общее количество стипендий, предоставленных странам Азии и района Тихого океана

ва для всех регионов), в то время как еще 1061 человек (35% от общего количества для всех регионов) прошли краткосрочную подготовку путем участия в учебных курсах и научных поездках. Государства-члены Агентства в странах Азии и района Тихого океана в течение периода с 1969 по 1978 годы провели у себя около 20 региональных учебных курсов главным образом в таких областях, как ядерная энергетика и сельское хозяйство.

Доля услуг экспертов и оборудования, предоставленных странам Азии и района Тихого океана за последнее десятилетие, составила соответственно 26 и 30% без видимых отклонений на протяжении ряда лет за исключением тенденции к уменьшению продолжительности командировок экспертов. Последнее, возможно, в определенной степени отражает успех программы технической помощи в подготовке рабочей силы в странах, получающих помощь.

Ежегодное распределение технической помощи по областям деятельности показано в табл. 2. Преобладающими областями деятельности являются сельское хозяйство и области, связанные с ядерной техникой, технологией и безопасностью ядерной энергии (включая развитие ядерной энергетики и безопасность атомных электростанций), где доля общей помощи региону колеблется соответственно от 19 до 39% и от 17 до

Таблица 2. Процент общей технической помощи, полученной странами Азии и района Тихого океана, по областям деятельности и годам

Область деятельности	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Общее развитие атомной энергии	2	1	2	3	2	2	2	1	3	4	5
Ядерная физика	14	10	11	8	5	10	5	9	5	13	13
Ядерная химия	11	8	12	4	8	6	4	5	4	3	4
Разведка, добыча и переработка ядерных материалов	1	1	1	12	7	9	20	18	14	13	12
Ядерная техника и технология	24	22	25	11	17	11	10	14	17	19	16
Применение изотопов и радиации в сельском хозяйстве	24	31	22	39	31	25	22	23	26	19	23
Применение изотопов и радиации в медицине	12	8	6	7	11	8	13	7	12	9	6
Применение изотопов и радиации в биологии	2	2	2	2	4	2	2	2	2	5	2
Применение изотопов и радиации в промышленности и гидрологии	5	12	14	8	12	20	15	14	7	4	5
Безопасность ядерной энергетики	5	5	5	6	3	7	7	7	10	11	14

30%. Четко прослеживается тенденция увеличения помощи, предоставленной на протяжении последних лет в таких областях, как разведка ядерных сырьевых материалов и безопасность ядерной энергии, в то время как в таких областях, как ядерная химия и ядерная промышленность наблюдается тенденция к уменьшению доли помощи.

ЗНАЧЕНИЕ ПОМОЩИ

Эффективность программы технической помощи Агентства можно проиллюстрировать наилучшим образом, приведя несколько примеров деятельности в различных областях, которые способствовали развитию стран, получающих помощь.

i) Исследовательские реакторы и атомные электростанции

Значительные усилия в области "ядерной техники и технологии" и "безопасности атомной энергии" были направлены на совершенствование и использование исследовательских реакторов и атомных электростанций. В настоящее время семь стран Азии и района Тихого океана, получающих техническую помощь Агентства, эксплуатируют исследовательские реакторы: Корейская Народно-Демократическая Республика, Индия, Индонезия, Корейская Республика, Пакистан, Филиппины и Таиланд. Ожидается, что в двух других странах, Малайзии и Вьетнаме, в начале 1980 года войдут в строй исследовательские реакторы. Атомные электростанции функционируют в Индии, Корейской Республике и Пакистане, в то время как Филиппины строят свою первую станцию. Бангладеш, Индонезия, Малайзия и Таиланд также рассматривают вопрос создания атомных электростанций.

В области ядерной техники и технологии Агентство оказало помощь многим странам региона в оценке результатов исследования их возможностей строительства атомных электростанций, проектирования и строительства исследовательских реакторов и связанных с ними лабораторий и создания центров обучения в области ядерной техники и технологии. Например, в 1964-1966 годах проект, финансируемый ПРООН, помог осуществить прединвестиционное исследование в области энергетики, включая атомную энергетику, на Филиппинах. Затем последовало поддержанное ПРООН изучение возможностей атомной энергетики в 1972-1973 годах, на основе которого Филиппины приступили к строительству первой в стране атомной электростанции. Техническая помощь в области использования исследовательского реактора в основном была направлена на предоставление услуг экспертов, обучение и предоставление установок для проведения исследований в области ядерной физики, радиационной химии, производства радиоизотопов, активационного анализа и приборов контроля и управления реакторами.

В развитии как исследовательских реакторов, так и атомных электростанций помощь Агентства в области безопасности атомной энергии охватывала большое число проблем, начиная от вопросов правового, регулирующего и лицензионного характера и кончая выбором площадок для реакторов, проведением исследований радиоактивности окружающей среды до начала эксплуатации реактора с целью установления основных уровней радиоактивности, разработкой физических основ радиационной безопасности и защиты персонала, обращением с радиоактивными отходами и применением критериев и норм безопасности при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации реакторов. Например, осуществляемый на Филиппинах

проект, финансируемый ПРООН, помог определить местные потребности в кадрах для рассмотрения результатов анализа безопасности, регулирования и лицензирования проектирования, строительства и эксплуатации атомной электростанции путем предоставления услуг экспертов и стипендий для подготовки специалистов за рубежом. Подобным же образом в Корейской Республике техническая помощь, предоставленная в соответствии с Регулярной программой Агентства, помогла подготовить персонал для местного регулирующего органа, ответственного за рассмотрение результатов анализа безопасности и лицензирование их атомных электростанций, первая из которых начала функционировать в 1978 году. Для граждан Кореи в 1979 году были проведены учебные курсы по рассмотрению результатов анализа безопасности. Кроме подготовки местных кадров, услуги экспертов, предоставленные обоим этим странам, сыграли ключевую роль при проведении оценок и консультаций по безопасности на различных этапах создания атомной электростанции. Техническая помощь в рамках Регулярной программы Агентства помогла при выборе площадки, подготовке детального доклада по анализу безопасности, изучении основных характеристик радиоактивности окружающей среды и обучении персонала для исследовательского реактора, который в настоящее время строится в Малайзии.

Влияние исследовательских реакторов на планы национального развития стран Азии и района Тихого океана является наибольшим в области подготовки ученых и технологоядерников для национальных программ атомной энергетики в различных секторах, начиная с разработки атомных электростанций и кончая применением радиоизотопов и излучений в сельском хозяйстве, медицине и промышленности. Вокруг реакторных центров концентрировалось проведение исследований и подготовки в области ядерной науки и техники.

Производство радиоизотопов (в особенности тех, которые необходимы для целей медицинской диагностики, для проведения биологических и сельскохозяйственных исследований), нейтронный активационный анализ (геологические, промышленные и биологические образцы) и использование дифракции медленных нейтронов и методов рассеивания в области физики твердого тела для изучения структур материалов (например, в металлургической промышленности) являются другим крупным вкладом исследовательских реакторов, которые оказали воздействие на многие секторы в странах-получателях.

ii) **Разведка урана и других сырьевых ядерных материалов**

Техническая помощь для разведки урана и других сырьевых ядерных материалов предоставлялась как в соответствии с Регулярной программой Агентства, так и при финансовой поддержке ПРООН Бангладеш, Бирме, Индии, Индонезии, Корейской Республике, Малайзии, Пакистану, Филиппинам, Шри Ланке и Таиланду. Сегодня большинство этих стран приняло на себя серьезные обязательства продолжать деятельность в этой области. Помощь Агентства помогла также во многих из этих стран создать установки для анализа руд.

В Таиланде, например, поддержка Агентством в 1976-1977 годах проекта привела к выявлению того, что уран находится в месторождениях типа песчаников на плато Хорат в северо-восточных районах страны, похожих на плато Колорадо в США, где были обнаружены месторождения урана. В соответствии с Регулярной программой

Агентства на 1979 год была предоставлена дальнейшая помощь для более детальной и систематической разведки. Таиланд планирует также осуществлять переработку и экспорт монацитового песка.

Многообещающие результаты, полученные в Бангладеш в результате осуществления проекта проведения разведки на уран и торий в 1975 году, которому Агентство предоставило помощь, привели к оказанию дополнительной поддержки со стороны Агентства и ПРООН с целью осуществления программы более детальной разведки. Помощь Агентства помогла построить установку для анализа урановых руд в Центре атомной энергии в Дакке.

В Пакистане поддержка, оказанная Агентством и ПРООН программам проведения разведки и буровых работ на уран, привела к значительному развитию национальной программы эксплуатации имеющихся запасов урана и других ядерных сырьевых материалов (монацит и циркон). Помощь Агентства предоставляется и для совершенствования опытной установки по переработке урановых руд в Центре атомно-энергетических минералов в Лахоре.

iii) Сельское хозяйство

Экономика большинства получающих техническую помощь государств-членов Агентства в Азии и в районах Тихого океана основана на сельскохозяйственном производстве. Поэтому нет ничего удивительного в том, что свыше 30% технической помощи Агентства, предоставленной региону на протяжении последних 20 лет, было направлено на увеличение сельскохозяйственного производства. Бангладеш, Бирма, Индия, Индонезия, Корейская Республика, Малайзия, Пакистан, Филиппины, Шри Ланка, Таиланд и Вьетнам получали помощь для разработки установок для использования изотопов и излучений в исследованиях, имеющих практическую ориентацию. Эти исследования связаны с проблемами использования удобрений и питания сельскохозяйственных культур, сохранения влаги в почве и орошения, создания высокоурожайных и устойчивых к болезням сортов культур, с проблемами ветеринарии и питания животных, уничтожения насекомых-вредителей, сохранения продуктов питания и загрязнения окружающей среды ядохимикатами. Помощь в широком масштабах, предоставленная ПРООН и СИДА, помогла создать сельскохозяйственные исследовательские институты, специально оборудованные для использования ядерных методов в Бангладеш и Индии: институт по применению ядерных методов в сельском хозяйстве в Мименсингхе, Бангладеш, и Национальную исследовательскую лабораторию Индийского сельскохозяйственного исследовательского института в Дели, Индия. В соответствии с Регулярной программой Агентства была также предоставлена техническая помощь для развития трех подобных институтов в Пакистане (в Тандохамае, Файзалабаде и Пешваре). Ниже рассматриваются некоторые примеры видов деятельности по специальным проектам и результаты, которые имеют практическое и экономическое значение для различных стран.

В большинстве из вышеуказанных стран в соответствии с программами координированных исследовательских контрактов объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ в полевых условиях были осуществлены опыты по выращиванию риса в условиях затопления с использованием удобрений, меченных изотопами азота-15, фосфора-32 и цинка-65. Это помогло разработать эффективные методы использования удобрений.