

Перспективы технического сотрудничества в Латинской Америке

Страны региона проявляют большой интерес к использованию ядерных технологий в сфере социального и экономического развития, а также охраны окружающей среды

Ф. Муноз-Рибаденейра и Е. Вилларрель

Простирающаяся от Рио Гранде до мыса Горн Латинская Америка представляет собой регион, полный контрастов: большие и современные города, опоясанные нищими пригородами. Огромные девственные леса и пустыни. Современные медицинские учреждения и недостаточное медицинское обслуживание большинства населения. Роскошные лимузины наряду с тележками, запряженными ослами.

Налицо общие проблемы развития, однако полная региональная интеграция, необходимая для их решения, еще только появилась на горизонте. Несмотря на заметную тенденцию к формированию определенных союзов стран, каждое государство отличается своими комплексами проблем, своими возможностями, своими амбициями и своей политической средой.

Подобные особенности оказали влияние на программы технической помощи и сотрудничества в Латинской Америке, включая и программы МАГАТЭ. Наиболее широкое применение программа МАГАТЭ нашла в более развитых странах Латинской Америки. Однако в большинстве своем государства данного региона начали свою ядерную деятельность лишь в 1976 г., примерно 20 лет спустя после создания МАГАТЭ.

С тех пор достигнуты заметные успехи. В 1989 г. Латинская Америка впервые получила наибольшую по сравнению с другими регионами техническую помощь со стороны Агентства, несмотря на экономические проблемы, до сих пор мешающие оказанию такой плановой помощи. Имели место отсрочки миссий экспертов, задержки в строительстве установок и лабораторий, имеющих отношение к создаваемой инфраструктуре, а также кадровые проблемы, связанные с утечкой специалистов из институтов в поисках более высокой зарплаты. Более того, две страны приостановили ядерную деятельность ввиду политических волнений.

Тем не менее, достигнутые результаты указывают на неослабный интерес к развитию ядерных методов и их применению в интересах социально-экономического прогресса.

Г-н Вилларрель временно исполняет обязанности руководителя секции Латинской Америки, а г-н Муноз-Рибаденейра — сотрудник Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ.

Программа Агентства осуществляется в Латинской Америке в двух направлениях: национальные проекты и региональная деятельность. В данном отчете содержится обзор ряда проектов в различных сферах ядерной и связанной с ней деятельности.

Региональное сотрудничество

В последние годы региональная деятельность в Латинской Америке приобрела большое значение, особенно в областях, представляющих общий интерес, таких как ядерная информация, радиационная защита и техническое обслуживание контрольно-измерительной аппаратуры, используемой в ядерных и родственных им исследованиях. Важное значение в этих проектах придается обучению персонала с использованием инфраструктуры, созданной в основном на базе национальных проектов технической помощи, поддерживаемых Агентством.

Региональная деятельность является ценной, поскольку она зачастую позволяет более эффективно использовать ресурсы: эксперты могут оказывать консультативную помощь по одному и тому же проекту его участникам из целого ряда стран, оборудование может быть приобретено по более дешевым ценам и в больших количествах для нескольких лабораторий и обучение можно организовать с наименьшими расходами и на родном языке. Другой важной чертой региональных программ является концепция технического сотрудничества между развивающимися странами региона. Решения в этой области принимаются практически самими странами-участницами.

Большинство региональных проектов МАГАТЭ является частью известной программы ARCAL („Региональные соглашения по сотрудничеству в развитии ядерной науки и технологии в Латинской Америке“). Участницами ARCAL в настоящее время являются 15 стран: Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Гватемала, Колумбия, Коста-Рика, Куба, Мексика, Панама, Парагвай, Перу, Уругвай, Чили и Эквадор.

Данная программа, вступившая сейчас во вторую пятилетнюю стадию и рассчитанная до



Калибровка дозиметрической аппаратуры в Институте радиационной защиты и дозиметрии в Рио-де-Жанейро, Бразилия. (Предоставлено: CNEN)

1994 г., финансируется в основном самими латиноамериканскими странами. Ассигнования в твердой валюте поступают из различных источников в Агентстве и добровольных (внебюджетных) взносов ряда стран и организаций. Основными спонсорами являются ФРГ, Италия, Соединенные Штаты, Европейское экономическое сообщество, Канада и Франция.

Проекты и достижения

В рамках ARCAL, а также других региональных и национальных проектов страны Латинской Америки достигли существенного прогресса в использовании ядерной энергии во многих сферах:

- **Фундаментальные ядерные исследования, образование и развитие.** В Чили, Колумбии и Гватемале с помощью ARCAL созданы центры ядерной информации. Создание таких центров предусматривается и в других странах с целью организации региональной информационной сети. Проводимые мероприятия включают также обучение библиотечных работников и ученых-информаторов современным методам обработки информации и автоматизированного распространения документации и информации.

С помощью национальных проектов, поддерживаемых МАГАТЭ и Программой развития ООН (UNDP), успешно осуществлен ряд проектов в области образования. В Аргентине, Бразилии и Мексике, например, действуют хорошо налаженные службы научной ядерной информации. Программа подготовки аспирантов, разработанная в Аргентине в атомном центре Барилох и в институте Бальзейро, с 1979 г. служит базой обучения инженерных кадров в области ядерной энергетики. Основная масса технического персонала, причастного к развитию ядерной энергии в Аргентине, прошла там подготовку наряду со многими специалистами из других латиноамериканских стран и, в первую

очередь, из Перу и Уругвая. В Боливии в Виахском центре ядерных исследований была разработана всеобъемлющая программа развития ядерной энергии, в соответствии с которой были созданы и действуют система дозиметрического контроля эксплуатационного персонала, почвенная и аналитическая лаборатории. Парагваю оказывается помощь в создании научного Центра ядерных исследований в дополнение к лаборатории ускорителей в Асунсьонском университете, а в Гватемале недавно открыт центр ядерных исследований.

Одним из наиболее перспективных национальных проектов, уже принесших пользу в регионе, является бразильская программа использования ядерных методов в сельском хозяйстве и в исследованиях окружающей среды в бассейне реки Амазонки. С помощью МАГАТЭ и Программы развития ООН в Бразилии в 1972 г. было начато создание Центра ядерной энергии в сельском хозяйстве (CENA), который с тех пор стал одним из наиболее известных в мире научно-исследовательских и учебных центров в области сельского хозяйства. Более 100 специалистов из Бразилии и других латиноамериканских стран получили в этом Центре дипломы о присвоении ученых степеней. Возможности и успехи Центра позволили начать крупномасштабное экологическое исследование в районе реки Амазонки, которое после его завершения внесет вклад в сохранение и процветание всего региона Амазонки.

- **Ядерная физика и радиационная дозиметрия.** Дозиметрические лаборатории вторичных эталонов (SSDL), занимающиеся обеспечением точности измерений радиационных источников, используемых в медицине и других областях, были созданы с помощью МАГАТЭ в Бразилии, Колумбии, Эквадоре и Венесуэле, кроме того, ведется работа по их созданию на Кубе, в Гватемале и Мексике. Эти усилия являются своевременными, поскольку в Эквадоре, Гватемале, Никарагуа и Венесуэле все большее значение приобретает радиотерапия и внедряется новое медицинское оборудование. Как часть усилий по удовлетворению потребностей в

подготовке врачей-радиотерапевтов в Эквадоре разработана программа повышения квалификации студентов из всего региона.

Агентство оказывает также поддержку национальным проектам, связанным со специфическими аналитическими методами и контрольно-измерительными приборами, используемыми в научно-исследовательской деятельности. В Доминиканской Республике и Эквадоре, например, создаются лаборатории месбауэровской спектроскопии; в Бразилии, Чили, Мексике и Венесуэле такие лаборатории уже есть. В Бразилии в Институте ядерных исследований (IPEN) начаты работы в области производства кристаллов кремния, представляющих собой электронные твердотельные микросхемы, до сих пор импортировавшиеся из-за рубежа.

В рамках ARCAL осуществляется проект, направленный на совершенствование лабораторных аналитических процедур посредством обучения специалистов различным ядерным аналитическим методам, связанным в основном с анализами продовольствия и агропромышленных продуктов. В некоторых странах намереваются приступить к осуществлению проектов в сфере охраны окружающей среды и минеральных ресурсов.

● **Ядерные исследовательские реакторы и ядерная химия.** В проекте (в рамках ARCAL) по использованию исследовательских реакторов главное внимание уделяется анализу активной зоны реактора, включая физические и термогидравлические исследования, дополняемые учебными курсами по применению исследовательских реакторов. Обращается также внимание на проблемы перехода на топливо с низкообогащенным ураном и безопасности реакторов. Так же обстоит дело и с использованием исследовательских реакторов для производства радиоизотопов и анализа микроскопических количеств различных элементов во взвешенных частицах или в продуктах питания. В Колумбии с помощью МАГАТЭ осуществляется модификация исследовательского реактора в Боготе, работающего с полной нагрузкой уже в течение 20 с лишним лет. На Ямайке исследовательский реактор малой мощности служит полезным инструментом проведения исследовательских работ по аналитической химии и в других областях, включая плодородие почвы, редкоземельные металлы и минеральные ресурсы.

В общей сложности 8 стран Латинской Америки – Аргентина, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Мексика, Перу, Чили и Ямайка – располагают исследовательскими реакторами. Сопутствующие им лаборатории либо находятся в стадии строительства, либо планируются.

● **Ядерная медицина и здравоохранение.** Национальные возможности в области ядерной медицины различны в Латинской Америке. В некоторых странах практикующие врачи уже применяют в повседневной практике ядерные диагностические процедуры с использованием сложнейшего оборудования и методов, в то время как в других странах лишь только приступают к подготовительным мероприятиям по метке соединений, например, радиоизотопами йода-131 или технеция-99m. Многие страны, включая Боливию, Чили и Панаму, широко воспользовались помощью Агентства в создании служб ядерной медицинской диагностики, в том числе с применением современных гамма-камер. Некоторые страны налаживают производство и распределение радиофармацевтических препаратов. Радио-



Исследования в области контроля за состоянием здоровья и воспроизводством домашнего скота в ветеринарном институте, Национальный университет Сан-Маркос в Лиме, Перу. (Предоставлено: IPEN)

Исследовательский ядерный реактор в Лиме, Перу, в ядерном центре „RACSO“. (Предоставлено: IPEN).



фармацевтические препараты уже производятся в Бразилии и Мексике; в Колумбии и Эквадоре создаются возможности для их производства. Ряд стран участвует в исследовании по оценке производства комплектов для диагностики гормонов щитовидной железы *in-vitro* с использованием компонентов, импортируемых в больших количествах.

В некоторых странах предпринимаются усилия в области специфических болезней и проблем здравоохранения. На Кубе, например, исследователи обучаются использованию радиоизотопов в биологических исследованиях, которые могут оказаться полезными в современном исследовании артериосклероза. В Бразилии обращается внимание на использование изотопных методов диагностики инфекционных заболеваний, а в Колумбии и Панаме Агентство оказывает поддержку проектам исследования малярии.

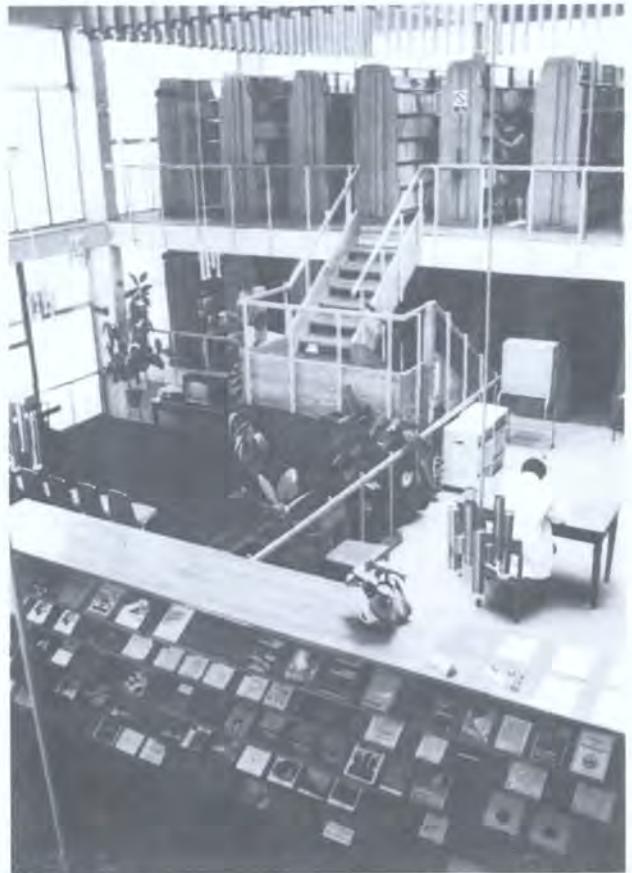
В рамках регионального проекта на учебных курсах для врачей-практиков, занимающихся медицинскими процедурами с использованием современной аппаратуры, особое внимание уделяется контролю качества в ядерной медицине.

• **Ядерная техника, контрольно-измерительные приборы и технология.**

Лишь в нескольких латиноамериканских странах имеются атомные электростанции, производящие электроэнергию, а именно; в Аргентине, Бразилии и Мексике. Новые АЭС строятся в этих странах и на Кубе. Агентство оказывает активную помощь этим странам в строительстве и обеспечении эксплуатационной безопасности АЭС, используя для этого различные программы и каналы, включая техническое сотрудничество. В рамках программы технического сотрудничества Мексика, например, получила значительную помощь в организации местного производства топливных элементов для своей атомной электростанции в Лагуна Верде. В Перу одна электроэнергетическая компания и Комиссия по атомной энергии получили также помощь в осуществлении программы оценки возможности создания атомной электростанции в стране; уже определено несколько площадок.

В дополнение к сказанному, в рамках одного из проектов ARCAL в области контрольно-измерительной аппаратуры проведено обучение технического персонала по различным аспектам технического обслуживания специфического оборудования и по новым электронным технологиям. Так, например, данный проект позволил организовать службу обеспечения запчастями и услугами экспертов по профилактическому ремонту. Создается также банк данных по эксплуатации и ремонту имеющегося в регионе оборудования. В будущих программах основное внимание предполагается сконцентрировать на создании национальных и региональных лабораторий по обеспечению услуг в области технического обслуживания оборудования.

• **Вода и другие природные ресурсы.** Изотопы широко применяются для изучения осадков, водных испарений и поверхностных водных условий в районе бассейна реки Амазонки; результаты исследований окажутся полезными для оценки влияния изменений в землепользовании на экологию. Изотопные гидрологические исследования получают поддержку в Венесуэле, Гватемале, Доминиканской Республике, Колумбии, на Кубе, в Никарагуа, Перу, Уругвае, Чили и Эквадоре. Диапазон исследуемых проблем исключительно широк: от оценки последствий загрязнения воды в Венесуэле до определения водных условий для промышленного

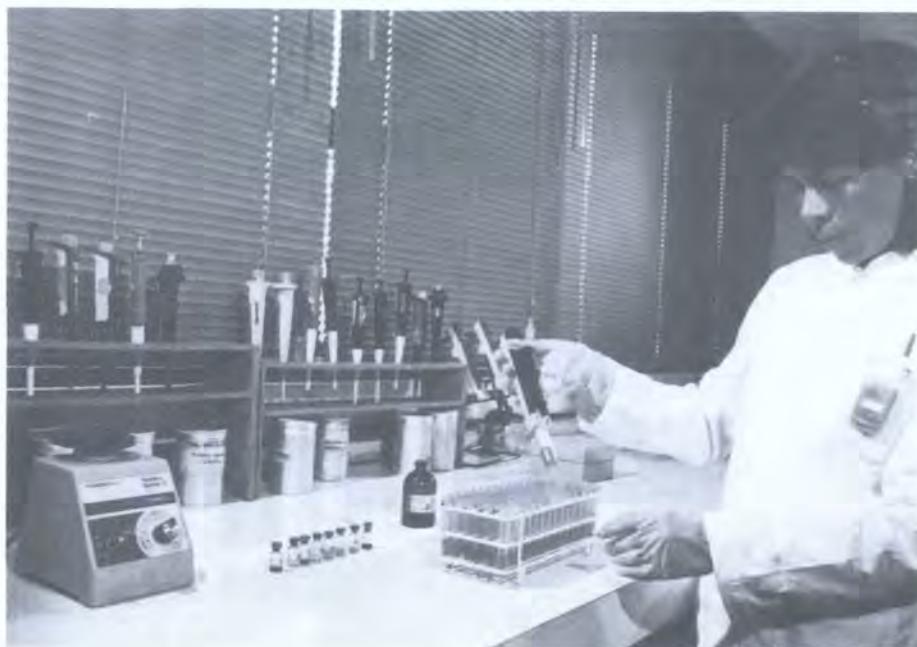


Центр ядерной информации в Чили. (Предоставлено: CCHEN).

развития в Никарагуа и водных ресурсов для ирригационных проектов в Перу. В рамках регионального проекта ARCAL по применению изотопных методов в гидрологии предполагается оказать коллективную помощь в решении практических и научных проблем по оценке ресурсов грунтовых вод и их загрязнения.

Привлекает также внимание и изучение геотермальных источников энергии. В Эль-Сальвадоре, например, с помощью геотермальной энергии производится примерно половина электроэнергии, поэтому оценка ее ресурсов продолжается. Подобные исследования проводятся в Мексике, где геотермальные ресурсы давно уже являются составной частью производства энергии, а также в Никарагуа. Региональный проект в рамках программы ARCAL по использованию изотопов и геохимических методов в исследованиях геотермальных ресурсов поможет странам-участницам оценить районы, где ресурсы геотермальной энергии могут найти применение.

Страны региона проявляют значительный интерес к оценке урановых месторождений. Такие месторождения были открыты в Аргентине, Бразилии, Мексике, Перу и Чили, при этом разведка многих из них проводится при поддержке МАГАТЭ. Несмотря на снижение числа активных национальных проектов в последние годы, страны региона продолжают проявлять интерес к коммерческой эксплуатации имеющихся ресурсов. Перу, например, рассчитывает на иностранные предложения по эксплуатации рудных месторождений, открытых в рамках проектов, получивших поддержку МАГАТЭ и Программы развития ООН. Боливия, Венесуэла,



Применение радиоиммунологического анализа в Колумбии для исследований в области воспроизводства животных. (Предоставлено: IAN)

Гватемала, Колумбия, Коста-Рика, Никарагуа, Уругвай и Эквадор также получили поддержку МАГАТЭ в оценке их урановых месторождений.

• **Радиационные технологии в продовольственной и промышленной областях.** Экспериментальные облучающие установки используются в Аргентине, Бразилии, Венесуэле, Колумбии, Перу, Чили и Эквадоре для изучения возможностей применения ионизирующих излучений в промышленности; в Эквадоре установлен электронный ускоритель. Другие представляющие интерес сферы применения включают стерилизацию медицинской продукции и полимеризацию покрытий деревянных поверхностей.

Консервация продовольствия является другой потенциальной областью применения. В странах региона с помощью экспериментальных электронных ускорителей проводятся исследования на тропических фруктах и основных продуктах питания, таких как лук и картофель. Экспериментальная продажа облученного картофеля была осуществлена в Аргентине и Уругвае. Построенная на Кубе с помощью МАГАТЭ опытная облучающая установка стала центром исследовательской деятельности. В региональном масштабе в рамках ARCAL был проведен целый ряд предварительных исследований по технико-экономической оценке потенциального широкомасштабного использования облучающих установок в обработке продовольственных товаров.

Вне рамок ARCAL с 1982 г. осуществляется исключительно важный проект по неразрушающим методам контроля, включая радиографию и использование радиоизотопных индикаторов в производственном и промышленном секторах. Проект, в котором участвуют 18 стран, конкретно ориентирован на подготовку кадров и обеспечение национальной и региональной самостоятельности в области этой технологии; в 1990 г. осуществлено около 80 учебных мероприятий. Большие усилия направляются на обучение технического персонала теории и использованию передовых методов. С 1982 г. прошли подготовку около 25000 человек. В 1989 г. была создана региональная федерация по неразрушающему контролю, которая с течением времени может стать исполнительным органом

проекта. Еще одним проявлением прогресса явился прием в 1989 г. 11 стран Латинской Америки в качестве новых членов в Международный комитет по неразрушающему контролю. В настоящее время около трети членов комитета составляют латиноамериканские страны.

• **Науки о сельском хозяйстве и животных.** В большинстве стран активно осуществляются национальные сельскохозяйственные проекты. Особое внимание во многих проектах сосредоточено на последствиях использования удобрений, на поглощении сельскохозяйственными растениями питательных веществ из почвы, таких как калий и азот. Показательным в этом отношении является проект, осуществляемый в бассейне реки Амазонки в Бразилии, по которому проводятся широкомасштабные исследования поведения агрохимикалиев.

В рамках проектов в области мутационной селекции и генетики растений удалось, например, вывести улучшенные сорта сорго обыкновенного в Венесуэле, пшеницы и ячменя в Перу, более стойких к высокогорным условиям, что позволяет повысить производство и снизить потребности в импорте этих зерновых. С помощью одного из проектов ARCAL, связанного с использованием мутационных методов селекции новых сортов зерновых, удалось расширить возможности лабораторий в регионе, занимающихся тканевыми культурами, и повысить квалификацию ученых, прошедших обучение по различным аспектам мутационной селекции.

В сфере борьбы с сельскохозяйственными вредителями в ряде стран применяются методы стерилизации насекомых в целях контроля и уничтожения насекомых-вредителей, наносящих ущерб урожаю или вызывающих заболевания животных. В число таких стран входят Гватемала, Мексика и Перу. В Гватемале и Мексике действуют установки по массовому выведению стерильных насекомых с целью борьбы с размножением насекомых-вредителей. В Перу создана экспериментальная установка по выведению стерильных особей насекомого, наносящего вред оливковым деревьям. Данная работа заинтересовала Чили, где имеются аналогичные насекомые-вредители.

Деятельность в сфере наук о животных продолжает концентрироваться на применении радиоиммунологического анализа (РИА) в исследовании факторов, влияющих на состояние здоровья и продуктивность домашнего скота. Проект ARCAL по использованию РИА в области продуктивности домашнего скота вступил в новую пятилетнюю фазу, связанную с выработкой стратегии питания с целью повышения продуктивности жвачных животных. Еще один проект концентрирует свое внимание на диагностике заболеваний животных. Национальные проекты с применением радиоиммунологических методов позволили ученым Перу и Чили провести исследование воспроизводственного цикла верблюдообразных животных, имеющего важное значение для сельскохозяйственной экономики в горных районах Анд. Результаты исследования позволили существенно повысить продуктивность животных; полученные данные свидетельствуют о 75 %-ном годовом приросте поголовья новорожденных верблюжат.

● **Ядерная безопасность и радиационная защита.** Хотя вопросы ядерной безопасности и радиологической защиты находятся в центре внимания всей поддерживаемой Агентством деятельности, некоторые проекты в этой области являются конкретно ориентированными. В рамках ARCAL один из проектов в области радиационной защиты непосредственно направлен на определение неотложных потребностей радиационной защиты в данном регионе. На национальном и региональном уровнях проводятся учебные курсы и семинары по радиационной защите в областях применения ионизирующих излучений. Разрабатываются руководства по

радиационной защите, которые могут служить основой для всего региона.

Помимо облучения естественными источниками радиации, большинство людей в Латинской Америке подвергаются довольно значительному радиационному облучению медицинского характера. Ввиду этого МАГАТЭ и Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) проводят совместную работу с национальными органами власти по надлежащему регулированию и контролю радиационных источников. В Эквадоре, например, правительство создало региональные бюро с целью расширения контрольных функций; все правительственные и частные медицинские и стоматологические учреждения подвергаются инспекционным проверкам. Осведомленность о требованиях радиационной защиты в регионе значительно возросла после инцидентов в Бразилии и Эль-Сальвадоре, связанных с радиационными источниками.

МАГАТЭ предлагает также услуги по оценке радиационной безопасности исследовательских реакторов; группы экспертов посетили, например, Венесуэлу, Перу и Чили. Кроме того, предоставляемые Агентством по каналам технического сотрудничества консультативные услуги помогают странам в области радиационной защиты; наиболее зримое отражение эта деятельность соответственно находит в миссиях RAPAT и WAMAP. По этим и другим каналам страны региона могут совершенствовать свою практическую деятельность, процедуры и национальные инфраструктуры в целях безопасного использования ядерной энергии, надлежащего хранения и захоронения радиоактивных отходов, а также для защиты населения и окружающей среды.

