

## Проблемы научных исследований в развивающихся странах

П.Б. Воуз и А. Червелини\*

После второй мировой войны в большинстве развивающихся стран развернулась интенсивная деятельность по подготовке специалистов и развитию научного потенциала — преимущественно в области сельскохозяйственных исследований в рамках многих программ; национальных, двусторонних, по линии организаций системы ООН и других. Хотя многие правительства и отдельные лица настроены иногда пессимистически, видя насколько трудно продвинуть вперед решение существующих проблем, это не должно заслонять от нас очевидный факт, что очень многое уже достигнуто. Число подготовленных специалистов в развивающихся странах неизмеримо больше, чем было двадцать пять лет назад.

Тем не менее отчетливо виден очень большой разрыв между желаемым и достигнутым, и вопрос заключается в том, что можно сделать для его преодоления?

### Людские ресурсы

Общая для всех развивающихся стран проблема в основном связана с наличием ресурсов и их размещением, учитывая гораздо меньший слой образованных людей в развивающихся странах, по сравнению с развитыми странами. Увеличение процента образованного населения — это медленный процесс, который потребует во многих случаях двух и более поколений. Поэтому необходимо наилучшим образом распорядиться в короткие сроки имеющимися научными ресурсами. Сегодня с улучшением условий учебы в большинстве стран высшее образование можно получить на родине, а не в развитой стране, во избежание проблем, связанных с реассимиляцией по возвращении домой.

Во многих странах нет надлежащих условий для продолжения образования и научно-исследовательской работы на последипломном уровне, поэтому учеба за границей является важным этапом научного роста. Даже если такие условия существуют в отдельных странах, для становления ученого как в развивающихся, так и в развитых странах почти обязательно приобретение более широкого опыта в результате учебы в другой стране. Правительства проявляют зачастую удивительную близорукость:

\* Г-н Воуз — руководитель проекта МАГАТЭ/ПРООН в Центре по использованию ядерной энергии в сельском хозяйстве (CENA), Пирасикаба, Сан-Паоло, Бразилия.

Г-н Червелини, бывший директор CENA, в настоящее время советник Национальной комиссии по ядерной энергии, Рио-де-Жанейро, Бразилия. Статья перепечатана из сборника „Papers Dedicated to Professor Johannes Moustgaard“, изданного Королевским Датским сельскохозяйственным обществом, Копенгаген, Дания (1981 г.).

они платят большие деньги, чтобы их граждане получили высшее образование за границей, а затем не могут обеспечить их по возвращении домой достаточно оплачиваемой работой или условиями, соответствующими их знаниям. Неадекватное положение ученых, выражающееся в относительно низких заработках и недостаточных возможностях для роста, является основным препятствием для быстрого развития науки во многих развивающихся странах — и в некоторых развитых тоже!

Явление, когда иностранные выпускники высших учебных заведений стараются остаться в стране, где они получили образование, широко распространено во всех развитых странах. Единственное долгосрочное решение этой проблемы заключается в улучшении положения и условий работы в родной стране. Одним из средств добиться того, чтобы больше дипломированных специалистов возвращалось на родину и чтобы они изучали за границей предметы, отвечающие в наибольшей мере национальным нуждам, могло бы быть общее правило об отправке за границу тех ученых, которые уже имеют установленную связь с определенной организацией и возможности для научной карьеры.

### Приоритеты исследований и их финансирование

Ученые должны представлять себе, что на них, по крайней мере частично, лежит ответственность за получение правительственной поддержки и финансирования их работы. Они не могут автоматически ждать помощи. Служащие государственных учреждений и ответственные чиновники в большинстве своем не являются учеными, и поэтому необходимо, чтобы научные работники объясняли им важность и ожидаемые результаты исследований с целью создания благоприятной атмосферы в отношении поддержки своих научных планов. Такого положения и в развитых странах, но в особенности важна роль ученых в развивающихся странах.

После получения финансовой поддержки работа должна вестись с твердым намерением показать результаты работы. Правительства многих развивающихся стран потому и не проявляют особого энтузиазма в поддержке научных исследований, что смотрят на научную работу, как на мешок, в который сыпятся деньги, но из которого не извлекается ничего, что имело бы практическую ценность.

Неизбежно и, вероятно, желательно, чтобы большинство исследований в развивающихся странах носило прикладной характер или было направлено на выполнение конкретной задачи. Прикладные ис-

следования в действительности не должны быть строго ограничены в пределах программ, направленных на достижение конечных практических целей, в них всегда найдется место для оригинальных идей и изучения фундаментальных проблем. При таком подходе вероятность получения больших правительственных фондов выше, чем для программ, не связанных с практическими нуждами. Сторонникам чистой науки может претить идея зависимости научных исследований от конкретных национальных нужд, но они должны смотреть в лицо фактам. Соперничество за получение средств слишком велико; чтобы поддерживать программы, которые не могут в долгосрочном плане содействовать ускорению прогресса страны.

В особенности, в чистой науке выбор приоритетов определяется наличием научных кадров. Во многих развивающихся странах нет широкого круга ученых высокой квалификации по всем научным отраслям, но в отдельных направлениях могут быть выдающиеся индивидуальности или группы, возможно, и мирового класса. Правительства должны проводить линию на поддержку таких лиц или групп, поскольку они являются катализаторами и центрами роста, вокруг которых будет развиваться вся научная деятельность. Кроме того, они способствуют росту научного престижа страны за границей.

Конечно, в долгосрочном плане нужно больше средств; очень мало развивающихся стран обеспечивают своим ученым самостоятельность национальных научно-исследовательских программ по высоким мировым стандартам. Все развивающиеся страны в настоящее время тратят на научно-исследовательскую работу, вероятно, не более 2000 млн. долл. США. Это очень малая часть общей суммы расходов, особенно если учитывать, что исследования служат прогрессу сельского хозяйства и технологии, этим двум основным целям большинства развивающихся стран. В среднесрочных программах необходимо предусматривать расходы, по крайней мере в пять раз превышающие эту цифру.

В международном аспекте ясно, что „большая наука” становится слишком дорогостоящей для многих развитых стран, и они находят решение этой проблемы в совместном финансировании лабораторий и проектов. Так, в Западной Европе ряд стран объединились для проведения исследований в области ядерной физики посредством Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН); по молекулярной биологии — посредством Европейской лаборатории молекулярной биологии (ЕЛМБ); и по ядерному синтезу посредством Европейского объединенного проекта в Кулхэме. Развивающиеся страны должны следовать по тому же пути регионального сотрудничества в области научных исследований, хотя при этом нельзя недооценивать трудности финансирования и внутрирегионального соперничества.

Международное агентство по атомной энергии продемонстрировало возможность регионального сотрудничества стран района Южной Азии и Тихого океана посредством Регионального соглашения по сотрудничеству (РСС) в области исследований и

разработок, связанных с ядерной наукой и техникой [1]. В настоящее время объем международных финансовых поступлений незначителен и участники преследуют различные цели в своем развитии, но важен сам по себе принцип сотрудничества в области науки и техники и создание механизма для развития научного сотрудничества в будущем.

#### Научно-исследовательская база

В наше время исследования стоят не дешево. Одно время самым дорогим компонентом исследовательской программы была заработная плата участвующих в ней научных работников, сегодня наиболее дорогим стало оборудование и стоимость его эксплуатации. Более того, наука в наше время больше не отличается четким разграничением по отдельным областям — каждая отрасль находится во взаимозависимости с рядом других дисциплин. Биологические и сельскохозяйственные исследования сегодня также в большей степени связаны с физическими методами анализа, с использованием изотопов и излучений и т.д., а современный исследовательский центр нуждается в целом комплексе сложного оборудования.

Вероятно, многие развивающиеся страны могли бы добиться более заметного прогресса в научных исследованиях, если бы они объединили свои усилия. Богатые, развитые страны могут позволить себе иметь много исследовательских институтов и центров, а в развивающихся странах положение иное.

Потребность в ресурсах намного превосходит наличие средств и поэтому концентрация оборудования стала не только желательной, но фактически, необходимой мерой в некоторых областях. Рассмотрим стоимость некоторых видов оборудования. В настоящее время цена автоматического жидкостного сцинтилляционного счетчика превышает 40 000 долл. США, самый экономичный и элементарный масс-спектрометр, который вы можете купить для исследования азота-15, стоит 100 000 долл. США, а имеющие большую адаптацию, — свыше 200 000 долл. США. Эмиссионный спектрометр для азота-15 стоит 35 000 долл. США. В эти стоимости входят возможные ввозные пошлины. Очень дороги также электронные микроскопы, плазма-спектрографы, источники излучений и десятки других важных видов оборудования.

Особенно остро в настоящее время стоит вопрос о быстром старении научного оборудования в связи с введением микропроцессорного контроля многих приборов, а также из-за непрерывного появления новых моделей. Срок использования приборов не намного превышает пять лет, так как по истечении этого срока обычно перестают выпускать запасные части — это следствие „планируемого старения”. В лабораториях развитых стран такое положение может лишь вызвать раздражение, в то время как в развивающихся странах оно подрывает работу лабораторий, поскольку изыскание новых средств и импорт оборудования связаны с большими трудностями.

Поэтому для многих стран необходимо сосредоточение специализированных установок и оборудова-

ния в определенных местах, где можно обеспечить наиболее эффективное их использование и эксплуатацию. Эксплуатация оборудования представляет собой серьезную проблему, и часто в лабораториях развивающихся стран можно видеть много вышедших из строя приборов и установок, так как некому выполнить даже мелкий ремонт. Большие исследовательские центры намного более эффективны, поскольку они располагают собственной мастерской и приспособлениями для ремонта. Некоторые виды оборудования, например, масс-спектрометры, не являются полностью автономными, а требуют наличия стеклодувной и ремонтных установок, а также установки подачи жидкого воздуха и т.д.

Очень немногие страны признали ценность создания одного большого хорошо оборудованного центра, большинство продолжают создавать многочисленные научные учреждения. Концепция „научного парка“ с большой концентрацией установок требует дальнейшего рассмотрения. По мере того, как физика станет все более необходимой для решения биологических проблем станет необходимым создание крупной научной базы в связи с ростом цен и возрастанием сложности оборудования.

CENA\* является примером такого подхода, хотя и в небольшом масштабе [2]. В небольшом и удобном институтском городке было собрано специализированное оборудование для сельскохозяйственных и биологических исследований; это оборудование включает источник излучения на 30 000 Кюри, три масс-спектрометра, электронный микроскоп, ультра-центрифугу, оборудование для радиоизотопных и радиационных измерений. Исследования по микробиологии почвы и фиксации азота проводятся с помощью современного микробиологического оборудования и усовершенствованных приборов для газовой хроматографии. Биохимическое отделение имеет специальное оборудование, а также опыт в области культуры растительных тканей и анализа аминокислот и белковых структур. Имеется группа с опытом работы по электронной микроскопии, активно работающая группа по физике грунтов и аналитическая лаборатория с автоматическим анализатором, двумя спектрометрами для адсорбции атомов и плазма-спектрографом, способным количественно определить одновременно 19 элементов. Естественно, есть и мастерская.

В результате концентрации оборудования и опыта в настоящее время CENA является участником национальных программ сотрудничества, хотя это первоначально и не планировалось. Например, большинство специалистов, прошедших подготовку в CENA, не имеет ядерных установок в тех институтах, где они работают, поэтому они становятся участниками совместных работ. Центр заключил контракты в 16 штатах Бразилии с 51 университетом и еще с 25 отдельными исследовательскими центрами или институтами [3]. Бразилия — большая страна с относительно хорошо развитой научной инфраструктурой, но опыт CENA ясно показывает, что для многих небольших стран очень полезна кон-

центрация дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных кадров.

В таких центрах лучше организованы и оснащены библиотечные службы. Несмотря на развитие таких информационных систем, как АГРИС для сельскохозяйственных и ИНИС для ядерных наук, получение новинок литературы все еще остается серьезной проблемой для многих развивающихся стран.

### Передача научных знаний

Поддержание контакта с магистральными направлениями научных идей и разработок продолжает оставаться трудной проблемой для ученых большинства развивающихся стран, стремящихся к высокому уровню научных достижений. В особенности к югу от экватора ощущаются трудности географического порядка и проблемы связи с широко известными научными центрами северного полушария. Частые контакты очень важны для стимулирования интеллектуальной активности и для того, чтобы быть в курсе последних достижений. Короткие научные визиты и ознакомительные поездки оказались крайне полезными в этом отношении.

Такие поездки дают возможность принять участие в международных совещаниях, возобновить контакты, ознакомиться с достижениями и сравнить актуальность и уровень собственной работы с лучшими работами в других странах. Часто это дает новую информацию и новые идеи для дальнейших исследований, а зачастую и для лучшей организации и оснащения работы.

Хотя короткие визиты и оказывают неоценимую помощь в поддержании контактов и получении информации, более длительные стажировки (на любом уровне) служат базой для повышения квалификации и расширения опыта. Широкая и насыщенная программа стажирования может иметь огромный кумулятивный эффект. Например, едва ли можно сомневаться в том, что международная программа предоставления стипендий для стажирования сыграла существенную роль в развитии CENA до современного международно признанного уровня, когда поддерживаются контакты примерно с 15 странами, некоторые из них непосредственно, а другие через МАГАТЭ и другие программы.

Существующая в настоящее время поддержка международных программ стипендий осуществляется с помощью национальных средств, двусторонних соглашений, фонда Рокфеллера или организаций системы ООН, таких как Международное агентство по атомной энергии, продовольственная и сельскохозяйственная организация, а также программа развития ООН. Источник финансирования, в основном не важен, но существенно то, что предоставление стипендий должно быть признано одной из наиболее важных и в то же время наиболее дешевых форм улучшения уровня исследований в любой стране и особенно в развивающихся странах.

Визиты ученых из развитых стран могут тоже способствовать установлению ценных контактов. Более конкретно, такие визиты могут служить для передачи практических навыков, предоставления квалифицированных консультаций и быть катализатором новых работ. Иногда директора институтов

\* Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

в развитых странах не охотно отпускают сотрудников в зарубежные командировки, считая это потерей времени для своих исследовательских программ. Это близорукая точка зрения, поскольку большинство ученых, отправляющихся в подобные командировки приобретают новый опыт, и особенно это касается специалистов по биологии и сельскому хозяйству, которые обогащаются новыми идеями и видят свою работу с большей объективностью.

Координированные программы исследовательских контрактов, впервые осуществленные Объединенным отделом ФАО/МАГАТЭ, также предоставили ценную возможность контактов во многих областях сельскохозяйственных исследований. Программы охватывали широкий круг исполнителей контрактов из развивающихся стран, а также работающих безвозмездно партнеров из лабораторий развитых стран. Целью каждой программы была общая работа в конкретной области исследований. Благодаря коллективной работе участники достигли лучших результатов, чем если бы они работали в одиночку. Более того, ежегодные совещания по планированию работы стали прекрасным местом для равноправных обсуждений и конструктивной критики, а также для установления и поддержания контактов. Затраты были сравнительно небольшими и, в целом, это был пример очень выгодного (с точки зрения отношения затрат к полученным результатам) соединения усилий группы из примерно двадцати ученых. Этот метод мог бы с большой пользой получить более широкое распространение.

Для физиков-теоретиков из развивающихся стран были очень полезными мероприятия Международного центра теоретической физики в Триесте, работающего под эгидой МАГАТЭ и ЮНЕСКО. Центр ежегодно организует много курсов, практических занятий и семинаров. В среднем в Триест ежегодно приезжает свыше тысячи ученых [4]. В помощь биологам создан Международный центр биологических наук. В центре организуется много специализированных совещаний и учебных курсов, но не существует крупного международного центра с последовательной программой, лабораторией, библиотекой и учебными кабинетами, нацеленного прежде всего на стимулирование биологических исследований в развивающихся странах.

#### Проблемы импорта

В большинстве развивающихся стран трудности с импортом научного оборудования и запасных частей, а также цены на них являются главным сдерживающим фактором для научных исследований. Правительства очень редко признают существование этого фактора. Получение разрешения на необходимую иностранную валюту — трудная и длительная процедура. Почти все развивающиеся страны испытывают трудности с внешнеторговым балансом, особенно после резкого возрастания цены на нефть, и основные причины осуществляемого правительствами жесткого контроля за иностранной валютой вполне понятны. Они стремятся сокращать импорт и поощрять местное производство. Очень немногие развивающиеся страны, которые обладают соответствующими техническими или экономическими средствами в состоянии производить сложное научное оборудование в ближайшем обозримом будущем. Во всяком случае, попытка заняться произ-

водством высоко специализированного и дорогостоящего оборудования отвлекла бы национальные средства, которые могли бы найти лучшее применение в других областях. Химикаты, в особенности биохимическая продукция, а также радиоизотопы тоже относятся к товарам, импорт которых очень важен, и приобрести их можно в ограниченном числе стран.

Государственным решением проблемы импорта для научных целей должно быть в большинстве случаев снятие правительством импортных ограничений и освобождение от ввозной пошлины, а также предоставление необходимой иностранной валюты. В большинстве случаев общая сумма иностранной валюты в связи с полным освобождением научного оборудования и других научных материалов от импортных ограничений составила бы крайне незначительную часть всех импортных расчетов. Однако это решение могло бы иметь крайне важное значение для стимулирования развития науки и техники.

#### Выводы

Некоторые проблемы научных исследований в развивающихся странах, такие как рост числа специалистов, увеличение выделяемых ресурсов и улучшение всей национальной инфраструктуры могут быть решены лишь со временем. Хотя в долгосрочном плане ничто не может заменить увеличения фондов, выделяемых на научные цели, некоторые вопросы, такие как улучшение статуса ученых, выбор рациональных и полезных исследовательских проектов, устранение ненужной бюрократии и облегчение импорта научных материалов, могли бы быть решены сравнительно легко с относительно небольшими затратами.

Аналогичным образом специальные меры поощрения существующих исследовательских групп и концентрация оборудования скорее зависят от рационального планирования, чем от больших дополнительных расходов.

Помимо прямой финансовой поддержки конкретных проектов будет продолжаться ощущаться постоянная потребность в международной помощи путем предоставления стипендий, визитов ученых и обеспечения условий для учебы в хорошо оборудованных центрах. В будущем для многих развивающихся стран может оказаться необходимым организовать проекты регионального сотрудничества, если они захотят участвовать в более дорогостоящих исследованиях в новых областях.

#### Литература:

- [1] А. Червеллини и П.Б. Воле Развитие и деятельность Centro de Energia Nuclear na Agricultura в Пирасикаба. Бюллетень МАГАТЭ, т. 18. Дополнение. (1977 г.)
- [2] А. Червеллини и П.Б. Воле Принятие и интеграция ядерных методов в сельскохозяйственных исследованиях и разработках: опыт СЕНА Ядерная энергия в сельском хозяйстве. Пирасикаба т. 2, № 2, с. 78 (1980 г.)
- [3] Е.Е. Фаулер Экономическое и социальное значение региональных проектов сотрудничества в рамках РСС. Бюллетень МАГАТЭ, т. 21, № 5 (1979 г.)
- [4] А. Хаменде Международный центр теоретической физики — физика и развивающиеся страны. Бюллетень МАГАТЭ, т. 21, № 2/3 (1979 г.)