

Революция в науке?

Можно ли представить себе общества знания, где наука и технологии не обладали бы необходимым приоритетом? Связи между развитием цифровых технологий и прогрессом научных открытий настолько тесны, что, по-видимому, научное поле призвано стать одной из основных лабораторий, в которых будут создаваться общества знания. И наоборот, расцвет обществ знания способствует преобразованию действующих лиц и мест, где развивается наука. С появлением экономики знания в области научной деятельности все большее место занимает рынок. Такое развитие предъявляет новые требования основным действующим лицам обществ знания, независимо от того, к научным, политическим или экономическим кругам они принадлежат: ведь именно на них будет возложена задача по созданию систем НИОКР, обеспечивающих бурный и долгосрочный рост на стыке науки, экономики и политики.

Но всех ли затронет это развитие и будет ли оно действительно всеобщим? Всем ли оно пойдет на пользу? Действительно, существует большой риск усугубления научного разрыва между Севером и Югом, и даже внутри самих развивающихся и промышленно развитых стран во всемирном масштабе. Пренебрегать возможностью сохранения или усиления данного разрыва тем более недопустимо, что наука и технологии представляют собой источник развития и роста. Если не будет сделано ничего для преодоления разрыва, плодами развития обществ знания сможет воспользоваться лишь небольшое количество стран.

Новые места проведения исследований

Неравенство в науке

Существует глубокий разрыв, отделяющий «богатые наукой страны» от других стран. Наука призвана быть универсальной, но создается впечатление, что научные достижения достаются лишь какой-то части нашей планеты. В этом плане многие регионы мира испытывают значительные затруднения, что тормозит развитие исследовательской работы. Генеральный Секретарь ООН Кофи Аннан возмущен сохранением подобной асимметрии: «Мысль о том, что возможно существование двух научных миров, - подчеркнул он, - является преступлением против духа науки».

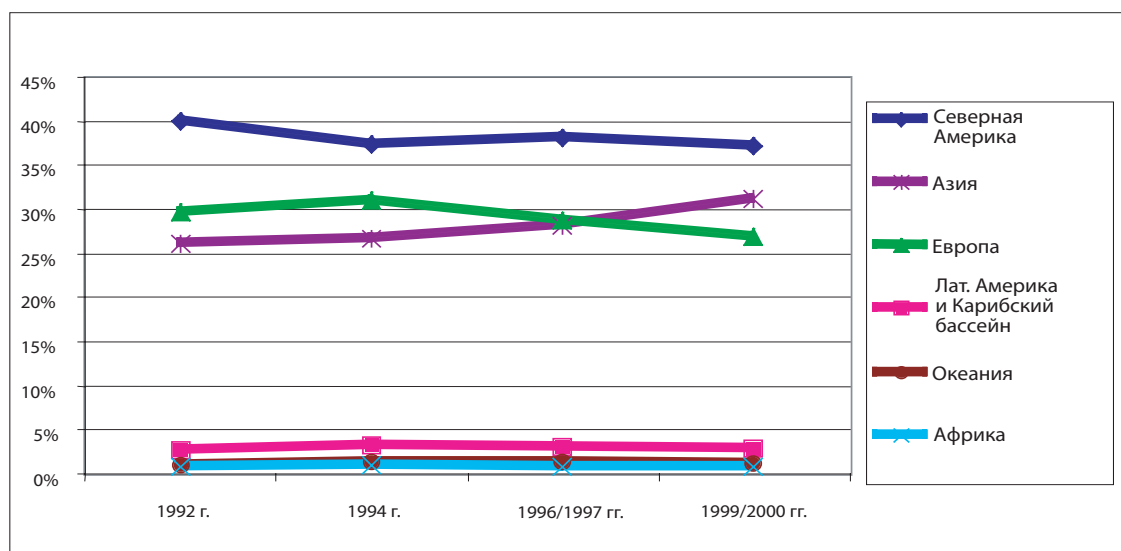
Будучи в значительной мере связанным с экономическим неравенством, разрыв в науке является также и следствием специфических институциональных факторов. Производство и распространение знаний зависят от национальной системы НИОКР, которая, в свою очередь, зависит от взаимодействия между предприятиями, отраслями промышленности, научно-исследовательскими и учебными институтами и правительственными организациями. Как правило, системы, считающиеся наиболее эффективными, характеризуются наличием очень тесных связей между упомянутыми действующими лицами. При этом инновационные системы в развивающихся странах не располагают такими же интеграционными возможностями, как промышленно развитые страны или страны Юга, сумевшие создать эффективные структуры.

Таким образом, понятие разрыва в науке связано не только с существованием экономического неравенства, но и с различиями в политической концепции экономической и социальной роли науки. Риск разрыва в науке возникает тогда, когда правящие круги не решаются рассматривать науку и технологию как приоритетную область для экономических и человеческих инвестиций. С этой точки зрения, такой индикатор, как доля расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) в ВВП страны, дает достаточно точное представление о неравенстве в этой области (см. диаграммы 6.1, 6.2 и 6.3). Этот показатель в определенной мере свидетельствует об интенсивности усилий в сфере исследований в той или иной стране и о способности каждой страны инвестировать финансовые и людские ресурсы в научную и технологическую деятельность. Ибо до того, как приобрести экономический характер, инвестиции в науку представляют собой политический выбор. В 2000 году на НИОКР уходило около 1,7% мирового ВВП против 1,6% в 1997 году. В странах ОЭСР этот

показатель составляет в среднем 2,2%, достигая максимума в Израиле (4,7%) и в Швеции (4,0%), тогда как в большинстве развивающихся стран он редко превышает 0,2%. В 2000 году Южная Африка тратила на НИОКР 0,7% своего ВВП, и этот процент был гораздо выше, чем в остальных странах Африки к югу от Сахары (0,2%). Арабские страны Африки и азиатские страны тратят на НИОКР 0,2% своего ВВП. Также в 2000 году Латинская Америка и страны Карибского региона тратили на НИОКР 0,6% своего ВВП. Следует подчеркнуть один важный факт: в то время как доля развивающихся стран в мировом ВВП составляет 42%, а доля промышленно развитых стран - 58%, неравенство в сфере мировых расходов на НИОКР выражено значительно сильнее, так как инвестиции стран Юга составляют всего 20% от общих расходов, а на страны Севера приходится 80%.¹

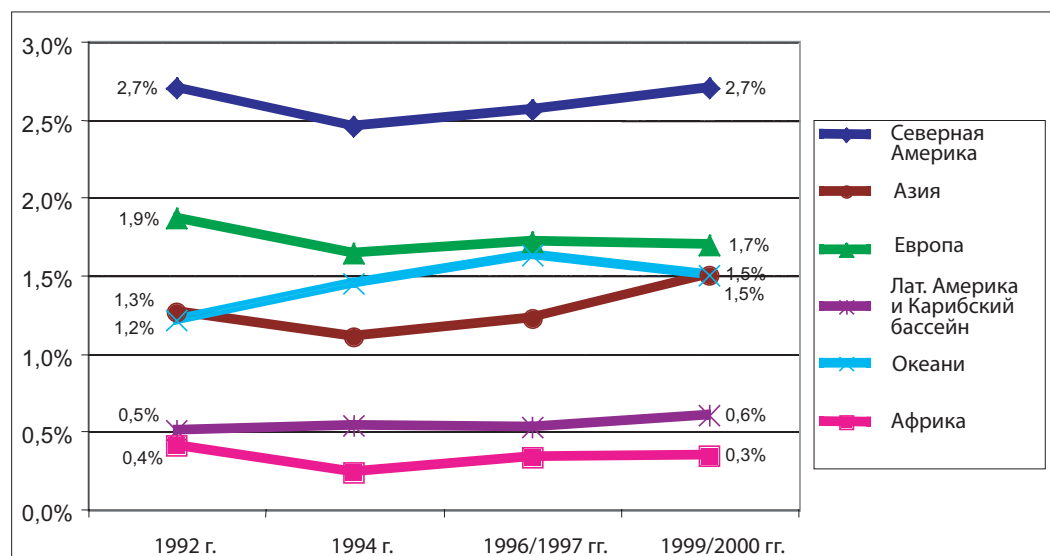
Хотя экономическая мощь и представляет собой важный фактор, сама по себе она не может выражать отношение той или иной страны к научной продукции, о чем свидетельствует, например, инвестиционное неравенство между Европой и США, и

Диаграмма 6.1 Внутренние расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) в% от мировых по регионам:



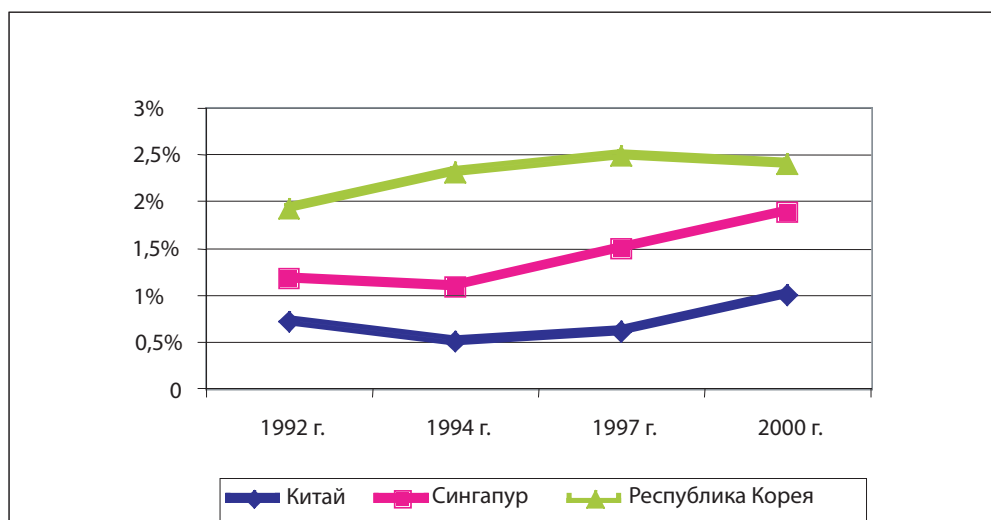
Источник: СИУ, База данных по науке и технологиям, июнь 2005 г.

Диаграмма 6.2 Затраты на НИОКР в % от валового внутреннего продукта (ВВП) по регионам



Источник : СИЮ, База данных по науке и технологиям, июнь 2005 г.

Диаграмма 6.3 Затраты на НИОКР Китая, Республики Корея и Сингапура в % от ВВП



Источник : СИЮ, База данных по науке и технологиям, июнь 2005 г.

даже внутри самого Европейского Союза. Итак, важнейшими элементами хорошей исследовательско-внедренческой системы являются политическая воля и соответствующая готовность гражданского общества, что непосредственно зависит от политики правящих кругов. Об этом убедительно свидетельствует пример новых промышленных стран, таких как Малайзия или Сингапур: именно благодаря тому, что эти страны проводили, по примеру Китая и Бразилии, целенаправленную научно-технологическую политику (иногда шедшую вразрез с доминирующей экономической моделью), им удалось создать мощные инновационные системы, благоприятствующие экономическому и промышленному развитию. С этой точки зрения можно только приветствовать решение стран НЕПАД об инвестировании в науку 1% своего ВВП. Если в Африке будет достигнут показатель в 1%, это будет сравнимо с мини-революцией в этом регионе, где до сих пор единственной страной, вкладывающей заметную часть своего ВВП в НИОКР, является ЮАР.

Инновационные системы, развитие и общества знания

Как могут страны, отстающие в сфере науки, создавать долговечные системы разработок и внедрения новых идей? Могут ли они, кроме того, вдохновляться примером тех стран Юга, которым удалось это сделать? Здесь особый интерес представляет понятие инновационной системы, так как оно позволяет вывести на первый план роль правящих кругов и лиц, принимающих решения, в управлении научной и технологической средой. Системный подход к науке и технологии, то есть, в тесной связи с экономикой, политикой и обществом, осуществляемый в рамках прагматического анализа, делает акцент на понятии адаптации к местным условиям: соответственно, речь идет не о модели научного производства, призванной заменить уже существующие, а об анализе, призванном вывести на первый план возможности конкретных действий. Таким образом, данная модель позволяет задумываться о создании обществ знания во всемирном масштабе, соблюдая при этом разнообразие национальных и местных выборов и потребностей.

Понятие инновационной системы появилось в рамках исследований о науке в промышленно развитых странах, но оно применимо также и к другим типам стран, при условии определенных корректи-

ровок, учитывая, в частности, различия в масштабах. Здесь самая главная проблема - это, безусловно, проблема времени, затрачиваемого на преобразование и развитие: только последовательная политика, проводимая в течение длительного времени, может привести к успехам, в равной мере приветствуемым в таких странах, как Финляндия или Республика Корея. Следовательно, и на Севере, и на Юге следует составлять планы действий на одно или несколько десятилетий. Что касается развивающихся стран, то необходимость вписать эту политику в долгосрочные планы должна стать предметом особого внимания со стороны международного сообщества, одна из ролей которого может состоять в поддержании постоянства подобных усилий, в частности, в плане финансирования.

Кроме того, возникает вопрос о том, всегда ли уместен национальный масштаб, когда речь идет об эффективной и последовательной деятельности: другими возможными уровнями вмешательства могут стать региональные центры или стратегии. Подчеркнем еще раз, что эти проблемы встают в равной мере как для Севера, в рамках, например, Европейского Союза, так и для Юга, например, Латинской Америки или стран Карибского региона. Национальные рамки, даже сохраняя свою важность, больше не могут считаться абсолютной точкой отсчета, в частности, для значительного числа развивающихся стран, ни размеры, ни средства которых не дают им возможности самостоятельно развивать эндогенные инновационные системы. Можно ли считать случайностью, что к числу развивающихся стран, которым удалось создать качественные инновационные системы, относятся такие страны, стоящие на значимых позициях в своих регионах, как Бразилия, Китай или Индия? Региональные стратегии предоставляют преимущества для сотрудничества между странами, имеющими сходные или взаимодополняющие интересы и потребности. Ключевым фактором являются размеры научно-инновационных систем, часто достигающие размеров рынка, - в частности, потому что региональная стратегия позволяет делить и распределять ресурсы. Идет ли речь о концентрации финансовых средств на общих проектах (например, проекты по рису или малярии), об организации международных исследовательских групп или о поощрении опыта других стран, региональный масштаб может предложить решения, благоприятствующие научным стратегиям всех стран, как промышленно развитых, так и развивающихся.

Наконец, развитие инновационной системы зависит от внешних факторов, таких как интеграция страны в мировую экономику, динамика конкуренции во всемирном масштабе и международное правовое окружение. Региональные стратегии могут также становиться рычагом в ходе международных переговоров, так как они позволяют изменить баланс влияния - иногда весьма скромного - некоторых стран, имеющих сходные интересы; так, все возрастающее число развивающихся стран хотели бы изменить систему международного управления интеллектуальной собственностью или международной торговли, в частности, в части доступа к рынкам промышленно развитых стран. В качестве примера достаточно упомянуть о том, что цена продуктов или процессов, защищенных интеллектуальной собственностью, постоянно возрастает, что может иметь отрицательные последствия для инвестиционных возможностей развивающихся стран. В силу этого все возрастающие барьеры, устанавливаемые на пути обратного инжиниринга и копирования, составлявших одну из основ инновационной политики в странах Азии, теперь начинают тормозить местные процессы состязания и изучения опыта. Следовательно, региональные стратегии могут предоставить поле для эффективной деятельности для стран, полагающих, что их голоса не будут услышаны, если они будут действовать в одиночку в рамках таких международных объединений, как Всемирная Торговая Организация (ВТО) или Всемирная Организация Интеллектуальной Собственности (ВОИС).

Политические инвестиции в науку и новые разработки

Политические инвестиции являются краеугольным камнем любой стратегии научного развития и основания любого общества знания, существование которого невозможно без политической архитектуры. Эту проблему нельзя свести только к объему финансирования – хотя у любого политического действия есть своя цена. Здесь следует учитывать и другие задачи, являющиеся приоритетными для правительств, такие как информирование предприятий, ученых и гражданского общества, создание правового окружения и процедур мониторинга. Кроме того, правительства участвуют в создании и организации работы сетей и структур интерфейса, связывающих между собой ключевые субъекты

инновационных систем. Иными словами, рост обществ знания невозможен без проведения научной политики в сфере знания.

При этом в настоящее время наблюдается уменьшение относительной доли государственных исследований. Так, в период с 1991 по 2001 год доля государственных инвестиций в науку и разработки в трех основных регионах снизилась на 6% в Европейском Союзе (15 стран) и на 11% в США, а в Японии осталась на прежнем уровне. В 2001 году доля государственных инвестиций в науку и технологию достигала 34,5% в Европейском Союзе (25 стран) и 27,8% в США. Это снижение связано с совокупными последствиями окончания холодной войны⁴ и с бюджетными затруднениями 1990-х годов, в результате чего пришлось сосредоточить усилия на инновационных способностях предприятий и снизить долю поддержки, выделяемой на фундаментальные исследования. Сейчас промышленные исследования с их собственными моделями управления и задачами краткосрочной рентабельности, все больше ориентированы на то, чтобы возобладать над целями государственных исследований. Такое развитие, в частности, в области информационных технологий и биотехнологий, делают рынок и частную инициативу центральной темой для споров о том, на что должна быть ориентирована наука.

В то же время многообразие задач государства заставляет подходить с осторожностью к анализу сокращения государственного финансирования исследований. Споры об управлении наукой и технологией ведутся в основном по вопросам противопоставления линейных моделей, сводящих это управление лишь к одному из его аспектов: в зависимости от точки зрения действующих лиц, на первое место выводятся и признаются главными то внедрение новых технологий, то фундаментальные исследования, то государственный сектор или государство, то частный сектор или рынок. Так, в 1990-х годах наблюдалось развитие такой политики в сфере науки и технологии, которая при выборе приоритетов основное внимание уделяла стимулирующей роли рынка и спроса. Но если предположить, что инициатива частного сектора являются единственной движущей силой технологического прогресса, то такая модель останется не менее линейной, чем модель, предполагающая, что фундаментальные исследования прямо ведут к внедрению новшеств. И хотя динамика частного сектора смогла

сыграть ведущую роль в расцвете информационных технологий и биотехнологий, случай с медикаментами и «забытыми» растениями (не составляющими предмет сельскохозяйственных исследований) иллюстрирует, напротив, неспособность рынка удовлетворить некоторые важнейшие потребности. В этой связи достаточно вспомнить, что 90% мировых инвестиций, направляемых на биомедицинские исследования, призваны удовлетворить некоторые потребности из числа наиболее важных.

На самом деле любая политика в области исследований и внедрения должна строиться с учетом комплексной проблематики: ни частный сектор, ни фундаментальные исследования, ни прикладные исследования не являются единственным воплощением «хорошей» науки. Споры по поводу относительной доли, которую должна быть отведена в исследованиях частному и государственному сектору, часто приводят к искаженным выводам: высказываются утверждения, что необходимо производить замену, тогда как на самом деле проблему следует рассматривать в плане взаимного дополнения. Инновационная система предполагает взаимодополняемость фундаментальных исследований и внедрения технологических нововведений. Однако раздаются множество голосов в поддержку идеи о том, что развивающиеся страны нуждаются в прикладных, а не в абстрактных фундаментальных исследованиях. Однако трудно понять, например, каким образом страна или группа стран могут вести исследования в сфере биотехнологий, не располагая учреждениями, занимающимися фундаментальной биологической наукой. Сеть Арпанет, предшественник Интернета (со всемирной паутиной, изобретенной Тимом Бернерсом-Ли⁵), первоначально была разработана в рамках государственных исследований⁶; точно так же, система глобального позиционирования (ГПС) основана на работе атомных часов, изначально изобретенных в строгих рамках фундаментальных исследований. Также необходимо подчеркнуть, что прикладные разработки и внедрение их результатов не могут составить всей научно-инновационной стратегии. Следовательно, развитие фундаментальных исследований, финансируемых частным сектором, становится актуальным как никогда. Соотношение между прикладными и фундаментальными исследованиями не должно восприниматься, в частности, действующими лицами за пределами научного сообщества, как противо-

поставление полезного и бесполезного: различия касаются, главным образом, масштабов времени, в течение которого предполагается ведение работ, и интеллектуальными задачами, которые предполагается решить. График внедрения устанавливает связь между краткосрочными задачами, когда результаты можно прогнозировать, и долгосрочными, когда исследование приобретает характерную для него особенность столкновения с неизвестным.

В свете этой взаимодополняемости роль частного сектора в создании инновационной системы далеко не равнозначна самоустранению от решений вследствие того, что государственные инстанции часто стремятся управлять ее развитием. Энергичная политика, проводимая такими странами, как Китай, Малайзия или Бразилия, показывает, что научные и технологические возможности развиваются лучше, если являются объектом долгосрочной политической стратегии. В 2004 году Бразилия, в рамках своей государственной политики промышленного и технологического развития, сделала упор на химическую и фармацевтическую промышленность, чтобы извлечь максимум пользы из разнообразных биоресурсов страны. Тем не менее, в большинстве развивающихся стран исследовательской и инновационной деятельностью занимается на почти исключительной основе частный сектор⁷, что, без сомнения, является одним из аспектов разрыва в науке. Это проявляется, при прочих равных условиях⁸, в выраженной диспропорции между долей частного финансирования в НИОКР промышленно развитых и большинства развивающихся стран.

Слабость инновационной системы во многих развивающихся странах частично связана с отсутствием спроса на исследования и разработки со стороны промышленности. Местная экономика в значительной мере опирается на фирмы со слабой технологической составляющей, большая часть которых довольствуется сборкой и экспортом продукции, разработанной где-то за рубежом, что создает на местах очень низкую добавочную стоимость в инновационном плане. Эти предприятия часто соответствуют международному разделению труда, в соответствии с которым исследовательская деятельность остается прерогативой более богатых стран: страна сборки использует лишь свою рабочую силу, но не свои мозги. В конечном счете, создаются ситуации, в которых научные исследования, относительно широко признанные в междуна-

родном плане (о чем свидетельствует, например, увеличение числа публикаций работ, вышедших из университетов Латинской Америки, в международных изданиях), оказывают незначительное воздействие на экономическое и промышленное развитие. Напротив, страны Восточной и Юго-Восточной Азии (прежде всего, Республика Корея, Гонконг, Сингапур и Тайвань, за которыми следуют Малайзия, Индонезия, Таиланд и Филиппины) сумели занять свое место в секторах с сильной технологической составляющей, сочетая выборочную импортную политику с агрессивной экспортной стратегией.

Проблема развивающихся стран состоит в том, что очень часто им не удается построить свой экономический рост на знаниях и инновациях. Так, в «Отчете об инновациях как источнике развития», опубликованном в 2005 г.⁹, Группа по изучению задач тысячелетия в области развития настаивает на значении инфраструктур (дорог, энергетики, телекоммуникаций), оказывающих незаменимые услуги (сокращение времени на транспортировку, гибкость и эффективность электроснабжения, скорость коммуникаций). Инфраструктуры играют решающую роль в улучшении производительности. Но часто забывают о том, что увеличение производительности не ограничивается экономическим сектором. Развитие инфраструктур требует мобилизации большого объема научных знаний. Их создание и поддержание в местном масштабе может дать новые знания. Иными словами, инфраструктуры, ввиду того, что они основываются на более или менее сложных технологиях, представляют собой важный вектор обновления и развития знаний.

При этом во многих развивающихся странах инфраструктуры совершенно не рассматриваются как часть процесса изучения опыта. Политика в области инфраструктур задумывается, главным образом, в терминах промышленной политики. Как правило, принимающие решения лица, устанавливают четкие границы между промышленной или сельскохозяйственной политикой, политикой в сфере исследований и политикой в сфере образования. Однако соединение этих трех типов политики могло бы помочь в создании основ для долгосрочной деятельности в сфере НИОКР. Хотя лица, действующие в рамках какой-либо системы разработок и внедрения, должны пользоваться всей необходимой самостоятельностью, создание благоприятных условий в этой области остается

делом правительств. В этой перспективе важно принять меры, стимулирующие частный сектор к инвестированию в НИОКР и поощряющие научное сообщество на направление части своих усилий на внедрение нововведений и на рынок. Кроме того, важно, чтобы существующие нормы и правила можно было подвергнуть достойной доверия и независимой оценке, по критериям, максимально приближенным к международным, что позволит использовать опыт других стран и облегчит гласные наблюдение и контроль, а при необходимости – и переориентацию проектов. Африканские страны, объединенные в рамках НЕПАД, проявили, таким образом, желание сделать свою политику в области науки более четкой, подвергнув ее Африканскому механизму оценки паритетов (МАЕР), с тем чтобы выработать эффективные долгосрочные стратегии.

В сфере финансирования первым инструментом в руках государства является фискальная стимуляция. Она должна быть заметной и адаптированной к природе и размеру предприятия: потребности молодого предприятия, использующего новые технологии, отличаются от потребностей уже устоявшегося предприятия. Можно также стимулировать инновации путем увеличения субвенций исследовательским центрам (государственным или частным) или кредитов, размер которых соответствовал бы рискам инвестирования в исследование (долгосрочные займы, установление зависимости от успеха проекта, и т.п.). Действительно, инновация является деятельностью, содержащей в себе значительную долю неопределенности: инвестиции в нее связаны с риском, тем более, что финансирование молодых предприятий с сильной технологической составляющей требует более значительных средств, чем финансирование классических средних и малых предприятий. Роль государства в этом случае может состоять во вложении средств в частные фонды венчурного капитала, которые, в свою очередь, будут вкладывать средства в технологические предприятия.

Успехи, достигнутые новыми промышленно развитыми странами, в частности, в Азии, показывают, что политика в области науки и технологии играет важнейшую роль в стратегии экономического и промышленного развития. Международные организации, в частности, банки развития, могут сыграть заметную роль в создании и финансировании инновационных стратегий в развивающихся странах. В этой перспективе, Всемирная встреча на высшем

уровне по вопросам информационного общества (Женева, 10-12 декабря 2003 г.), выдвинул точные предложения: «Следовало бы, - указывается в Плате действий, принятом в Женеве, - поощрять принятие совокупности коррелированных мер (...): проектов предприятий-питомников, размещения рискованного капитала (на национальном и международном уровнях), фондов государственного финансирования (включая микрофинансирование средних, малых и микро-предприятий), стратегий стимулирования инвестиций, поддержки экспорта программного обеспечения (коммерческий совет) и поддержки сетей НИОКР и создания парков программного обеспечения». Важно подчеркнуть, что агентства поддержки или технологические инкубаторы являются тем более интересными инструментами, что их структуры позволяют побудить к совместной работе ученых, промышленников, политиков и представителей гражданского общества.

Однако финансирование представляет собой всего лишь одно из средств. Для интеграции науки в последовательную политику научного и экономического развития, для создания благоприятных условий для совершенствования существующих технологий и поощрения внедрения новых и зарубежных технологий, определяющим фактором является развитие внедренческих структур. Кроме того, создание благоприятных правовых условий проходит через политику в сфере интеллектуальной собственности, благоприятную для иностранных инвестиций (стимулирование партнерства между местной промышленностью и иностранными фирмами с сильной технологической составляющей, создание свободных зон и т.п.). Эта политика может также поощрять инновации на местах, что предполагает создание финансово доступных или даже бесплатных структур юридического консультирования молодых предприятий. Развитие мощностей и институциональное развитие, по сути дела, происходят одновременно: так, обратный инжиниринг, представлявший собой объект настоящей стратегии научного и технологического развития в таких странах, как Республика Корея или Малайзия, требует соответствующих инфраструктур и учреждений, а также хорошего информирования действующих лиц.

Принятие системы интеллектуальной собственности, соответствующей нормам открытой экономики, может способствовать росту прямых иностранных инвестиций путем предоставления

гарантий иностранным фирмам. Однако для обмена знаниями недостаточно принимать у себя иностранные предприятия: ведь они стремятся проводить исследовательские работы в собственных странах или в контакте с учреждениями, находящимися в странах с большими научными возможностями. Более того, все возрастающее использование патентов для коммерциализации товаров или услуг может ограничить доступ на рынок для потенциальных конкурентов. Предприятия могут, таким образом, передавать результаты инноваций, не передавая при этом возможностей их внедрения. Следовательно, необходимо, чтобы договоры по интеллектуальной собственности обеспечивали отдачу от инвестиций в науку и технологию. Следует также уделять внимание характеру используемого местного персонала: довольствоваться поставками рабочей силы низкой квалификации означает ограничение краткосрочными расчетами, что создает риск дальнейшего перемещения промышленности в регионы, где квалифицированная рабочая сила будет еще дешевле.

При этом во многих развивающихся странах большинство университетов и предприятий частного сектора не располагают юридическими кадрами, компетентными в вопросах интеллектуальной собственности или защиты изобретений, что никак не способствует внедрению новшеств. Одним из путей решения данной проблемы являются инкубаторы. Такой тип взаимодействия необходим для того, чтобы молодые предприятия, созданные в академическом окружении, смогли стать полноправными участниками технологического рынка. Инкубатор может не только помочь новому предприятию воспользоваться преимуществами при предоставлении финансов и фондов, но также и дать ему юридические советы, которых зачастую не хватает исследователям и инженерам. Действия правительства по информированию и юридическому консультированию предприятий и всех субъектов инновационной системы тем более важны, что системы интеллектуальной собственности, зачастую технически весьма сложные, в последние годы постоянно претерпевают значительные изменения.

Вопрос о юридическом консультировании представляет собой лишь один из аспектов более общей проблемы доступа к информации. Система НИОКР, независимо от ее масштаба, нуждается в периодическом обновлении информации о своем

социально-экономическом и международном окружении, а также о новых и прогнозируемых тенденциях. Это предполагает достаточную доступность данных, статистических исследований, перспективных анализов и информации о наилучшем практическом опыте или об опасностях, которых следует избегать. Доступ ко всей этой гамме сведений тем более важен, что только он в состоянии позволить вести эффективные контроль и наблюдение за проводимой политикой. В дальнейшем эти данные могут распространяться разными способами: через Интернет-сайты, семинары, конференции или мастер-студии, и т.д. Для сокращения разрыва в науке, необходимо, таким образом, создавать промежуточные структуры и сети, чтобы предприятия могли ознакомиться с логикой науки, а исследовательские учреждения могли интегрировать в свою деятельность логику рынка и внедрения новых технологий.

Наконец, информирование субъектов системы требует в равной степени, чтобы правительства располагали, особенно на самых высоких уровнях принятия решений, достоверными и соответственно адаптированными научными и технологическими знаниями. В большинстве стран имеются академии наук, но их роль по-прежнему связана, прежде всего, с классическими формами научных обменов, как внутри страны, так и международных. Распространение стратегической информации не является их первоочередной задачей; кроме того, часто они остаются весьма далекими от сфер принятия решений. Следовательно, взамен этого правящие круги должны следить за тем, чтобы наиболее стратегически важная информация становилась быстро и легко доступной для них через сеть агентств, автономных советов или ячеек, интегрированных в министерства и органы государства. Наконец, важно, чтобы экспертные советы, передаваемые ответственным лицам, предоставлялись на совершенно независимой основе, о чем говорится в Рамках действий для науки, принятых Всемирной конференцией по науке в Будапеште в 1999 году.¹⁰

В задачу правительств входит также и наблюдение за взаимодополняемостью научной и промышленной политики, а также за большей согласованностью действий государственного и частного секторов, фундаментальных исследований и внедрения новых технологий, или национальных, региональных и международных стратегий.

В самом деле, соединение всех этих параметров обуславливает возможность развития обществ знания. Однако панацеи в этой сфере не существует. Каждая страна должна адаптировать свою стратегию к своим национальным и региональным условиям, к своему международному окружению. Для стран Юга это означает, что примеры и модели успеха, как приходящие с Севера, так и взятые из других развивающихся стран, должны скорее рассматриваться в свете возможности их применения на местах, нежели в свете успеха, который они принесли в прошлом. Международное сообщество обязано напоминать правительствам, что без последовательной и долгосрочной политики в сфере НИОКР не может быть настоящего и устойчивого развития. Но это не означает, что оно может диктовать повестку дня странам, о которых идет речь. С другой стороны, задача адаптации к местным условиям не должна становиться поводом для узаконения форм автаркии, в частности, когда речь идет об ознакомлении предпринимателей, ученых и неправительственных организаций, мобилизующих гражданское общество, с местными потребностями в сфере инноваций.

Мобильность науки и утечка мозгов

Такое внимание к местным нуждам имеет огромное значение. Действительно, разрыв в науке связан, прежде всего и главным образом, с условиями, в которых производятся, получают или распространяются научные знания. Препятствия, с которыми сталкиваются многие научные работники в развивающихся странах, связаны с тем, что им часто бывает трудно, ввиду нехватки средств, занять свое место на международной научной сцене, хотя они и производят очень качественные научные труды. Такие затруднения с созданием науки международного уровня в развивающихся странах, без сомнения, частично объясняют масштабы утечки мозгов из стран Юга в лаборатории и университеты Севера. Прежде чем анализировать негативные последствия данного явления для возможностей развивающихся стран, следует напомнить, что утечка мозгов представляет собой лишь один аспект более общего феномена мобильности науки.

За исключением особых периодов, например, войн, международная мобильность студентов, исследователей или преподавателей является нормальным явлением и носит постоянный характер: подобно

ученым античных времен и средневековья, научные работники и студенты перемещаются в зависимости от своих интересов, как научных, так и экономических. Эта мобильность остается наилучшим способом передачи из одного места в другое негласных форм знания, которые никак не могут переноситься с помощью кодифицированных форм учебников или статей. Важно, чтобы ученые могли извлекать выгоду из международной мобильности, являющейся гарантированной свободой, которая только расширяется благодаря новым возможностям, предоставляемым глобализацией. В этом смысле ЮНЕСКО или международные неправительственные организации, например, Международный совет научных союзов (МСНС) играли свою роль, когда в годы холодной войны они помогали ученым пересекать весьма герметичные границы. Таким образом, утечку мозгов можно описать как аномальное развитие феномена, являющегося в остальном неизбежным и необходимым. Однако мобильность умов превращается в проблему, когда вследствие ее возникает чрезмерная концентрация науки в определенных регионах за счет других, и когда она приводит к усилению разрывов или к возникновению новых.

«Перемещение мозгов» в более богатые страны, а также между самими богатыми странами происходит гораздо интенсивнее, чем из богатых стран в развивающиеся. Перемещение с юга на север касается, главным образом, студентов и ученых в сфере точных наук и технологий¹¹, тогда как в страны юга направляются в основном представители гуманитарных наук. Феномен утечки мозгов, каким мы его знаем, возник в промышленно развитых странах: в период с 1949 по 1965 год около 97 000 ученых, главным образом, из Великобритании, Германии и Канады¹², эмигрировали в США. Но, начиная с 1960-х годов, данное явление распространилось и на развивающиеся страны: ухудшение условий жизни, политическая и социальная нестабильность и постоянная нехватка исследовательских и учебных структур привели к массовому исходу элиты. Затем феномен утечки мозгов усилился в 1990-х годах, с появлением новых информационно-коммуникационных технологий, увеличивших спрос на компетентных специалистов, как в области науки, так и в области преподавания.

У феномена утечки мозгов существуют различные аспекты. Прежде всего, это проблема, затрагивающая образование, в частности, на уровне высшей школы. Наиболее перспективным студентам

удается устроиться на обучение за границей. Риск утечки мозгов возникает в ситуациях, когда родная страна не может извлечь выгоду из возможности экстернализации образования, что может существенно снизить общий уровень квалификации. Ибо показатели миграции, как правило, имеют тенденцию к увеличению в зависимости от уровня образования людей¹³. Особенно заметна мобильность студентов между развивающимися и промышленно развитыми странами: США, принявшие в 2002 году более 600 000 студентов, остаются главным в мире направлением для студентов, решивших продолжить образование за границей¹⁴.

Соединенные Штаты являются также и главным направлением для второй формы мобильности, касающейся уже сформировавшихся научных работников. Эта мобильность не создает особых проблем, если научные работники возвращаются в свои страны. Об утечке мозгов как таковой можно говорить только в том случае, когда эти научные работники стремятся надолго обосноваться за границей: речь идет о тяжелой форме обеднения их родных стран, заплативших за образование своих ученых, но экспортирующих их бесплатно. Президент Сенегала Абдулай Вад делает следующий, не приукрашенный вывод о последствиях данного явления: «Хищение мозгов не только имеет денежную стоимость, оно создает вакуум в плане использования людских ресурсов развивающихся стран, особенно африканских».¹⁵ Действительно, можно задаться вопросом, нормально ли, что бедные страны безвозмездно финансируют среднее или даже высшее образование компетентных ученых, чья работа впоследствии принесет выгоду только лабораториям богатых стран. Частично этот феномен можно объяснить, если попытаться выяснить, во сколько обходится каждый научный работник в течение года¹⁶. Тогда можно увидеть, что если развивающиеся страны в 2000 году тратили в среднем 98 000 долларов на исследователя, в промышленно развитых странах эта цифра возрастает до 191 000 долларов. США, тратящие 238 000 долларов на одного научного работника, являются страной с наибольшими инвестициями в науку¹⁷. Такая стратегия позволяет им привлекать лучшие мозги планеты, предоставляя им не только высокие зарплаты, но и, что самое главное, оптимальные средства и условия для работы. Как следствие, на территории США возрастает концентрация велико-лепных ученых, тем более что предприятия стремятся создавать самые современные лаборатории на базе

передовых промышленных предприятий. В последние десятилетия XX века вторая волна утечки мозгов шла в основном по траектории Юг-Север; это перемещение продолжается и сегодня, но сейчас наблюдается и третья волна – Север-Север: уже несколько десятилетий многие деятели науки из Европы переезжают в США (примерно 400 000 в 2004 г.)¹⁸, и эта тенденция, судя по всему, усиливается на фоне глобализации и трудностей с трудоустройством, испытываемых научными работниками в ряде европейских стран.

С тех пор, как был установлен негативный характер утечки мозгов, в качестве решения этой проблемы чаще всего предлагалось поощрение возвращения экспатриантов в свои страны или недопущение отъезда в богатые страны. Но такие решения обречены на провал, так как они направлены на устранение симптомов – потери компетентных кадров – и не затрагивают причины утечки. Чисто принудительные меры, кроме того, могут затормозить мобильность науки в целом. В то же время развитие обществ знания позволяет надеяться, что возможны и долгосрочные решения, в частности, путем внедрения сетей. Отныне представляется более легким использование «*brain power*» на месте, с помощью сетей экспатриантов: речь идет не столько о поощрении физического перемещения квалифицированных кадров, сколько об обороте «когнитивного капитала» путем участия уехавших ученых и исследователей в социально-экономическом развитии их родных стран. К предоставлению дистанционных услуг добавляются инициативы, нацеленные на создание сетей сотрудничества или на поддержку уже существующих сетей знаний между уехавшими и их странами. В то время как предложенная ПРООН Программа передачи знаний экспатриантами (TOKTEN) помогает экспатриантам поддерживать связи со своими родными странами путем организации их посещений, другие проекты направлены на поддержку участия экспатриантов-профессионалов в национальных программах, по типу тайландского «Проекта обратной утечки мозгов» («Reverse Brain Drain Project»). Сети, стихийно создаваемые, такие, как АСТА (*Арабские ученые и технологи за рубежом*) или ALAS (Ассоциация латиноамериканских ученых), также могут послужить прочным основанием для регионального сотрудничества. В создании таких сетей главенствующую роль могут сыграть новые технологии, так как они позволяют передавать на большие расстояния значительно больший объем негласных знаний, нежели другие формы кодификации знания. Таким образом, пред-

ставляется, что сети международного сотрудничества, позволяющие увеличить мобильность отдельных лиц, а также мобильность знания, могут стать частичным, но при этом долговременным решением проблемы утечки мозгов.

Совместные лаборатории

Развитие подобных сетей является частью более широкого движения, меняющего сам способ производства знаний в области науки и технологии. Влияние, оказываемое электронными сетями на традиционные научные сети, привело к тому, что пространство лаборатории как очага научных исследований, уже в значительной степени преобразилось. В будущем эти существенные перемены станут еще масштабнее. Способность создавать сети или коллективные исследовательские центры, объединяющие нескольких партнеров, работающих иногда на очень больших расстояниях друг от друга, является средством обеспечения новой динамики в системе исследований. В рамках совместных проектов или программ, в которых часто задействованы партнеры из университетской и промышленной среды, участникам исследований чаще всего приходится работать в сетях с группами из самых разных учреждений. Такая координация между многочисленными группами, разбросанными в пространстве, сегодня получила название «совместной лаборатории» или «солаборатории».

«Солаборатория» представляет собой так называемый распределенный исследовательский центр или лабораторию¹⁹. Используя информационно-коммуникационные технологии, она позволяет удаленным друг от друга научным работникам заниматься одним и тем же проектом. Под термином «солаборатория» подразумевают совокупность технических средств, инструментов и оборудования, позволяющую ученым и инженерам работать с установками и с коллегами, находящимися на большом расстоянии, что ранее затрудняло проведение совместных мероприятий. Речь идет о настоящей революции в самой концепции научной работы. Отныне можно проводить исследовательскую программу, не будучи ограниченным расстояниями и делая ставку только на преимущества участников. Такая форма организации позволяет добиваться потрясающих результатов, например, в области здравоохранения: одним из первых крупных конкретных проектов, основанных на концепции совместной лаборатории, стал Проект генома человека (см. вставку 6.1)²⁰. Безусловно, создание «солабо-

ратории» необходимо в тех случаях, когда возникают сложные проекты, требующие сотрудничества в международном масштабе: отличным примером является сотрудничество Европы, США, Японии, России и Китая в проекте экспериментального реактора для термоядерного синтеза (ИТЕР). Аналогичным образом, такой объект, как геном человека, слишком сложен для того, чтобы отдельная лаборатория могла провести его исследование в разумные сроки. Следовательно, международное сотрудничество может позволить ускорить исследования, которые, будучи проводимыми в отдельных лабораториях, могут стать причиной потери научным сообществом драгоценного времени и породить повторы и дублирование, возникающие, как правило, каждый раз, когда множество групп работают над одним и тем же вопросом.

Понятие «солаборатории» могло бы также повлиять на организацию научных дисциплин, так как она идет в ногу с развитием междисциплинарных направлений исследований. Здесь также возникают трудности при планировании производства научных знаний без разделения знаний и опыта разного происхождения. Многие научные открытия совершались на стыке нескольких дисциплин. История молекулярной биологии доказывает плодотворность сотрудничества между биологами и физиками (в частности, специалистами в области кристаллографии); она показывает также, насколько важное значение в начале 1960-х

годов имел вклад специалистов в области теории информации для расшифровки генетического кода. Очевидна необходимость осуществления междисциплинарных программ в целом ряде великих строек будущего. Эти проекты, независимо от того, касаются ли они изменений климата, завтрашнего дня городов, сохранения почв, распределения воды, защиты береговых систем, системы раннего оповещения о грядущих катастрофах или эпидемиях, или наилучшего практического опыта долговременного развития, обладают неразрывно связанными между собой политическим и научным аспектами.

Таким образом, в значительной мере существующий вызов состоит в необходимости мобилизации национальных и международных научных учреждений на службу междисциплинарных программ. Технологические преимущества совместных лабораторий не могут подменять решений политического характера. Ибо следует признать, что часто на пути реализации проектов междисциплинарных программ встают препятствия скорее институционального, нежели технического характера. Консерватизм дисциплинарных «крепостей» и систем оценки программ и исследователей также часто мешает развитию междисциплинарности²¹. Вероятно, следует приложить усилия в процессе обучения научных специалистов, чтобы доказать важность междисциплинарных подходов в новых

Вставка 6.1 Уроки Проекта генома человека для совместных лабораторий

Отныне международное научное сотрудничество должно руководствоваться следующими четырьмя принципами:

1. Для обеспечения возможности строгого сопоставления, сравнения и воспроизведения результатов необходима максимальная стандартизация оборудования и материалов. Совместная лаборатория представляет собой децентрализованную систему, которая может функционировать только при согласованной работе составляющих ее учреждений (концепция взаимодействия).
2. Усилия исследователей должны дополнять друг друга. Разделение работы между лабораториями позволяет ограничить избыточность.
3. Использование технологий, обеспечивающих максимальную эффективность и скорость работы.
4. Если какая-то из подобных программ призвана служить на благо общества, надо добиться равновесия между распространением данных, апробацией и пересмотром данных, с одной стороны, и идентификацией и защитой интеллектуальной собственности, с другой.

Эти четыре принципа взяты из статьи Роже Педерсена (Roger Pedersen) «Stem cell research must go global», опубликованной в *Financial Times* от 16 марта 2003 г. В условиях, когда исследовательская работа все больше связана с экономическими вложениями, неудивительно, что принципы научного сотрудничества излагаются в публикации, носящей финансовый характер.

областях; примерами таких областей, где необходимо использовать передовые методы обучения, сочетающие в себе несколько дисциплин, могут служить биоинформатика, нанонауки, исследования городской среды, генетика популяций или долгосрочное управление ресурсами. Таким образом, необходимо добиваться расцвета культуры обмена научными знаниями, если мы хотим, чтобы ученые были в состоянии не только идентифицировать пересекающиеся темы, но и создавать вокруг них инновационные сети знаний.

Будучи правильно использованным, потенциал совместной лаборатории даст новый импульс научному обмену, до сих пор ограниченному и затрудненному, между лабораториями Севера и Юга. «Солаборатория» может стать наилучшим средством преодоления классических препятствий, ибо она существует в самом сердце научного сообщества, и все партнеры могут пользоваться результатами совместной деятельности. Происходит полное обновление самого понятия передачи знаний и разделения знания. Так, партнерство в сфере нанотехнологий, связавшее США и Вьетнам, является многообещающей попыткой научного взаимодействия. В рамках этого проекта долгосрочной целью финансирования науки и образования в сфере нанотехнологий во Вьетнаме является подготовка двух миллионов специализированных работников для пополнения рядов рабочей силы, которая обязательно найдет спрос во всем мире в связи с зарождением индустрии нанотехнологий. Другая форма международного сотрудничества, НЕПАД²², ставит своей задачей вывод Африки на научную орбиту в таких областях, как здравоохранение, долгосрочное развитие и политическая стабильность. Говоря об Африке, можно также упомянуть создание в начале 2004 года международного исследовательского консорциума для изучения последовательности генома мухи *Glossina*, носителя паразита, вызывающего сонную болезнь. Здравоохранение является одной из областей, где необходимость преодоления научного разрыва стоит особенно остро: в настоящее время 90% исследований в области медицины сосредоточены на проблемах и нуждах 10% мирового населения, проживающего в индустриально развитых странах.²³

Потенциал исследований в «солабораториях» носит особенно перспективный характер в области здравоохранения и долгосрочного развития, так как

научное сотрудничество представляет шанс на реализацию проектов, которые позволяют производить ценности, создавая при этом научный потенциал (см. вставку 6.2). Учитывая вероятность быстрого развития сетей, можно задаться вопросом, не станут ли совместные лаборатории, виртуальные и экстерриториальные, моделью центра производства и развития науки и даже знания в целом. Впрочем, не следует забывать, что исследования, даже при отсутствии их привязки к конкретным территориям, требуют технологических инфраструктур, остающихся в силу их дороговизны недоступными для многих стран мира. На этот счет существуют совершенно четкие рекомендации, выработанные Всемирной встречей на высшем уровне по вопросам информационного общества (Женева, 2003 г.): международное сообщество должно поощрять и поддерживать финансирование инфраструктур, без которых понятия информационного общества или обществ знания рискуют остаться пустыми и бессмысленными.

Однако такая стратегия не может в одиночку претендовать на решение всех проблем, порожденных когнитивным и цифровым разрывом. Международные научные лаборатории, в том числе и «солаборатории», могут сделать заметными исследователей развивающихся стран и тем самым упрочить «науку, пришедшую с Юга», однако они не всегда способны породить «науку Юга». Принадлежность к международной команде совершенно не гарантирует, даже в отдаленной перспективе, улучшения условий производства знаний в развивающихся странах: в глазах научных учреждений Севера совместная работа может свестись к кампаниям по привлечению специалистов из других стран. Наконец, следует подчеркнуть, что академические совместные лаборатории не гарантируют того, что международные научные достижения, ставшие заметными благодаря публикациям или престижным вознаграждениям, обязательно найдут промышленное применение на местах. Более того, стратегия совместных работ может оказать неблагоприятное влияние на выбор тематики исследования: поскольку финансовые средства и научный престиж чаще всего связываются с интересами научных сообществ Севера, существует опасность, что научные работники с Юга не будут заниматься проблемами, важными для своих стран. Существование никем не изучаемых болезней и растений связано не только с бедностью развивающихся стран или с безразличием фармацевтических и агрономических лабораторий Севера. Иногда оно

Вставка 6.2 Совместные лаборатории и ЮНЕСКО

Для наполнения проекта виртуальной лаборатории конкретным содержанием ЮНЕСКО предоставляет в распоряжение научных работников развивающихся стран «набор инструментов» для виртуальной лаборатории, содержащий бесплатные инструкции и программы (<http://virtuallab.tu-freiberg.de/>). Виртуальная лаборатория предназначена не для замены традиционных структур, а для их модернизации и продления их существования. Пример такого плода международного сотрудничества, как сети МИРСЕН, лучше всего иллюстрирует необходимость слияния проектов сотрудничества и виртуальных «инструментов».

Центры МИРСЕН - это университеты или исследовательские институты промышленно развитых и развивающихся стран, которые в сотрудничестве с правительствами и национальными Комиссиями заинтересованных стран в поддержку ЮНЕСКО создали сеть для осуществления путем международного научного сотрудничества исследований в области микробиологии и применения биотехнологических разработок на благо человечества. Начиная с 1975 года и в партнерстве с Программой ООН «Окружающая среда» (ЮНЕП) и Программой Развития ООН (ПРООН), в мире были созданы 34 центра Микробных ресурсов (МИРСЕН). Целью Всемирной сети МИРСЕН в области исследований и образования является создание всемирной инфраструктуры, включающей лаборатории, сотрудничающие на национальном, региональном и международном уровнях и хорошо осведомленные в области управления, распределения и использования генетического пула микробов; усиление использования генетического пула корневищ в развивающихся странах с аграрной экономикой; создание благоприятных условий для развития новых дешевых технологий в специфических регионах; содействие практическому применению достижений микробиологии в экономике и экологии, а также помощь в подготовке трудовых ресурсов.

Предвосхищая будущие потребности развития в сфере международного научного сотрудничества, ЮНЕСКО недавно открыла Международную Программу по фундаментальным наукам (МПФН). Первая задача этой программы состоит в усилении потенциала отдельных стран в области фундаментальных исследований, подготовки и обучения научных кадров. В частности, речь особо пойдет о передаче и обмене информацией и научными достижениями через сотрудничество «Север-Юг» и «Юг-Юг»).

(Источник : <http://www.unesco.org/science/>)

вызвано относительным безразличием исследователей соответствующих стран. Таким образом, именно способность порождать научные знания и технологии на местах должна быть в центре интересов субъектов, принимающих решения в сфере науки и технологии. Средства, предоставляемые революцией электронных сетей или виртуальных лабораторий, представляют собой технические преимущества, которые могут обернуться разочарованием для многих стран, если они не будут вписываться в долгосрочные политические и стратегические планы научного и технологического развития.

Новые рубежи науки

Границы информации

В то время как невозможно точно предвидеть, чем станет наука завтрашнего дня, направления, по которым развиваются исследования, уже сейчас открывают некоторые перспективные пути, позволяющие частично представить себе будущее. Это

занятие требует осторожности: даже если иногда можно предсказать крупные тенденции в развитии технологии, гораздо труднее предсказать, что люди будут делать с полученными инструментами, и какое влияние окажет их использование на развитие науки и технологии. Так, выбранные здесь пути (частично на основе собранной информации и частично на основе интуиции) привели к тому, что в привилегированном положении оказались некоторые области (информатика, биология и нанотехнологии), расцвет которых характеризуется мощной междисциплинарной интеграцией, что является отличительной чертой обществ знания.

Поскольку в развитии обществ знания решающую роль сыграли информационные технологии, можно предположить, что их огромный инновационный потенциал по-прежнему будет служить источником крупных преобразований. Уже сегодня известно, что будет необходимо продвинуть исследования в сфере информатики гораздо дальше, хотя бы для того, чтобы обратиться к таким критически важным с точки зрения управления миром явлениям, как изме-

нение климата или развитие финансовых рынков. Эти объекты, называемые «комплексными адаптивными системами», требуют колоссальных вычислительных возможностей, так как они объединяют множество переменных величин, изучать которые следует во всей их совокупности. Но на что будут похожи вычислительные машины завтрашнего дня? Если сформулированный в 1965 году «закон Мура» будет по-прежнему оправдываться, весьма вероятно, что мощность машин будет увеличиваться, а их размер – уменьшаться. Но это направление в развитии информатики не является ни единственно представимым, ни, безусловно, наиболее эффективным или долговечным с экономической точки зрения, ибо оно дорого и требует постоянного обновления компьютерного парка.

Данные экономические ограничения усугубляются необходимостью, с перспективной точки зрения, как можно раньше подготовиться к борьбе с «электронным загрязнением». К этому загрязнению, начавшемуся с электронных материалов – от телеэкранов до мобильных телефонов, – следует относиться как можно более серьезно. Экологическая цена одного компьютера связана, прежде всего, с его созданием, а этот процесс требует горючего, чей вес в десять раз превышает вес самого компьютера, тогда как вес горючего, требуемого для производства автомобиля, превышает вес последнего лишь в два раза²⁴. Подсчитано, что в период с 2000 по 2007 год на общественные свалки в США попадет около 500 миллионов «устаревших» компьютеров²⁵, утилизировать которые очень трудно. Эти уже и так достаточно тревожные цифры становятся еще более пугающими, если представить себе распространение электронной инфраструктуры на большую часть планеты. Не столкнемся ли мы, в рамках обществ знания, с новым трудным выбором между развитием и сохранением окружающей среды?

Вовсе не обязательно. В самом деле, некоторые нововведения позволяют предусмотреть решение этой дилеммы. Так, один из появившихся совсем недавно способов существенного увеличения скорости вычислений состоит в создании «вычислительных ферм». «Вычислительная ферма», называемая также или технологией *распределенного вычисления* или *технологией решетки* (*grid computing*) состоит в распределении информационной задачи между несколькими персональными компьютерами, объединенными в сеть на большом расстоянии или расположенными близко друг от друга. Так, в сети

grid.org²⁶ задействована мощность в 2,5 миллионов машин, что позволяет ощутимо ускорить вычисления, необходимые, например, для исследований в области онкологии без закупки дорогостоящих суперкомпьютеров. Вычислительная ферма представляет собой новшество, способное иметь важные последствия, так как оно позволяет задействовать неиспользованную мощность любого компьютера, подключенного к Интернету (средний пользователь использует только 10% возможностей своей машины), чтобы повысить эффективность научных исследований. Можно представить себе, насколько подобные схемы распределения задач будут способствовать сокращению разрыва в науке, ограничивая при этом электронное загрязнение: такая общественная структура позволила бы, например, предоставить машинное время лабораториям, находящимся в развивающихся странах и не имеющим необходимых финансовых средств для приобретения суперкомпьютеров. Вычислительная ферма, без сомнения, призвана сыграть ключевую роль в обществах знания²⁷: на техническом уровне она дает рычаги, позволяющие увеличить вычислительную мощность; в плане коммуникаций она позволяет оптимизировать существующие сети; в области науки она может благоприятствовать расцвету совместных лабораторий.

Биокомпьютеры и нанотехнологии

Цифровые технологии развиваются, кроме того, и на микроскопическом уровне. Наиболее амбициозные проекты связаны с производством биокомпьютеров. Многие генетики выдвинули гипотезу, согласно которой генетика в конечном итоге может оказаться наукой обработки информации живым организмом, что позволило бы рассматривать ДНК как компьютер. Биокомпьютер «на ДНК» позволил бы в рекордно короткие сроки решать очень сложные проблемы, начиная с проблем, связанных с развитием биотехнологий. На новом этапе развития биотехнологий исследователи пытаются добавить новые буквы в алфавит живого организма, подсаживая, например, элементы «неприродного происхождения» в существующие процессы. Речь идет в какой-то мере о том, чтобы выйти за рамки существующих методов изменения живых организмов для производства совершенно новых микроорганизмов, позволяющих, к примеру, напрямую подойти к решению существующих проблем сохранения окружающей среды. Эти микроорганизмы могли бы благоприятствовать разработке

новых источников энергии (производство водорода и переработка биомассы); или способствовать замене энергии, получаемой с использованием ископаемых (минеральных) источников, на энергию от неископаемых (неминеральных) источников; или же улучшать качество воздуха (в частности, сокращая выброс окиси углерода) и облегчать переработку выбросов. Данные исследования предвещают преобразования в способе восприятия живого организма, так как они подводят к возможности написания новых генетических программ. Пока что речь идет только о проектах, вероятнее всего, еще утопических, но таящийся в них потенциал, как позитивный, так и негативный, мог бы еще задолго до их воплощения в жизнь стать предметом научных, этических и политических дискуссий. Надо надеяться, что ученым удастся извлечь выгоду из трудностей, встретившихся при обсуждении ГИО, представляющихся теперь как простые предшественники «техносоциальных» преобразований, стимулированных познанием живого организма.

Познание «бесконечно малого» выражается также и в расцвете нанотехнологий, ставшем возможным, в частности, благодаря изобретению туннельного микроскопа, позволяющего «увидеть» атом. В данном случае задача состоит в создании микроскопических машин, представляющих собой адаптивные системы. Нанотехнологии представляют особый интерес для отраслей науки, связанных с медициной. Работа на молекулярном уровне является предшественницей так называемых «неинвазивных» методов лечения, позволяющих оперировать без тяжелых вмешательств, там, куда сложно добраться скальпелю хирурга, и выполнять манипуляции более тонкие, чем те, на которые способны даже самые точные руки. Исследования в области нанотехнологий приведут к тому, что можно было бы назвать наномедициной. Помимо достижений нанохирургии можно упомянуть также исследования, направленные на создание лабораторий для проведения медицинских анализов на молекулярном уровне, способных выдавать диагнозы в режиме реального времени.

Хотя с точки зрения технологии до создания наномашин еще далеко, научное сообщество старается разработать настоящую «инфонанобиотехнологию». Помимо всего остального, речь идет о производстве машин, основанных на принципах живых клеток, способных перепрограммироваться и тем самым динамично адаптироваться к своему окружению. Это произвело бы переворот в медицине

и фармацевтике, в экологии, в сельском хозяйстве, в фабричной и горнодобывающей промышленности, в транспорте, в энергетике, в информационно-коммуникационных технологиях. В целом, будущие технологии смогут придавать материи свойства, приписываемые обычно сложным системам, которые иногда называют умными. Однако внедрение нанотехнологий даст благоприятные результаты только в том случае, если исследователи, промышленники и правительство смогут сопроводить данный технологический прорыв подлинной системой перспективного анализа и углубленного учета тех рисков для окружающей среды и здоровья, которые связаны с малоизученными технологиями. В самом деле, наномашин представляют собой адаптивные системы, способные представлять опасность неконтролируемого или злонамеренного рассеивания в природе или человеческой среде. В пограничных сценариях наиболее пессимистично настроенных специалистов, изучающих перспективы развития общества, рассматриваются возможности «глобальной экофагии»: биосфера, целиком или частично, будет разрушена ввиду истощения запасов углерода, необходимого для самовоспроизводства наномашин. Но, как это происходит и в сфере генетики (о чем свидетельствует проблема клонирования), наиболее явные риски носят этический характер. Ибо новые возможности, предоставляемые нам наукой и технологией, могут привести к тому, что вся природа будет восприниматься как артефакт, а выбор, сделанный человеком и вписанный в материю, окажется в какой-то степени натурализованным. Такие пути развития совершенно по-новому ставят вопрос о месте человека во вселенной.

Интерфейс «человек-машина»

Под интерфейсом «человек-машина» подразумевают технические и программные средства, позволяющие человеку общаться с компьютерной системой. Наиболее распространенными интерфейсами являются экраны, клавиатуры, «мышки» наших компьютеров, а также пульта дистанционного управления наших мультимедийных устройств. Эти интерфейсы в самое ближайшее время произведут настоящую революцию в области исправления физических недостатков. Стремление исправить физический недостаток путем создания протезов, использующих в своей работе электронику (о чем еще недавно мечтали только научные фантасты), основано на возможности обеспечить прямую связь (то есть, создать «интерфейс») между

нервной системой и автоматами. Такое слияние тела и транзистора носит радикальный характер, поскольку в нем заключена потенциальная возможность исправления не только моторных, но и сенсорных недостатков. Можно говорить о своего рода «подключении» камер и микрофонов там, где не хватает зрения и слуха. Самыми поразительными, без сомнения, являются исследования, в ходе которых делаются попытки имплантации биочипов в мозг, чтобы вернуть больным с тетраплегией, полностью парализованным, способность к общению посредством компьютеров, подключенных к их нервной системе.

Представив себе такую картину, можно увидеть, что сложность этих новых технологий связана не только с возможностью их материального воплощения. Перспектива создания машин, более приближенных к человеку, является, бесспорно, одной из основных для информатики и биологии. Но она вызывает огромное количество вопросов. Так, разве не должны мы задаться вопросом о все возрастающем месте техники не только в человеческой среде, но теперь и в человеческом теле? Человеческому существу придется разгадывать новые тайны, пересматривать основы своей сущности на таком уровне, который не могли предвидеть ни одна культура, ни одна религия. Не сотрется ли граница между человеком и машиной, когда электронные имплантаты, вживленные прямо в органы, будут оптимизировать их деятельность? Как нам отличить самих себя от наших собственных созданий? Будут ли по-прежнему принадлежать нам наши тела и даже наши мысли?

Единственным ответом человека на эти вопросы станет не адаптация человека к машинам, но адаптация машин к человеку.

Наука и разработки: цели на будущее

Научные публикации

Научные публикации представляют собой важную цель, так как общение между исследователями неразрывно связано с самой природой их деятельности. Публикация является ключевым моментом производства научных знаний, так как она формализует результаты исследований и делает их достоянием общественности. Благодаря публикациям, неформальное знание, существующее в некой лаборатории,

становится известным экспертам и входит в область публичных дискуссий, где подвергается изучению и обсуждению. Обеспечивая передачу и подтверждение результатов исследования, публикация становится неотъемлемой частью процесса создания знаний.

Необходимым техническим средством для снижения трудностей публикаций или консультирования научных работ в развивающихся странах являются новые технологии (см. вставку 6.3). Но ввиду того, что знание – и, следовательно, наука – превращается в исходную информацию для экономической деятельности, а новые технологии изменяют способы общения и, тем самым, публикации научных работ, возникают новые вопросы. «Кризис перехода» к обществам знания выражается, в частности, в напряженности, возникающей между издателями и научными работниками. С одной стороны, научные работники, стремящиеся к получению пользы, не имеющей прямого коммерческого характера, заинтересованы в том, чтобы их публикации получили широкое распространение и, следовательно, был обеспечен свободный доступ к знаниям. С другой стороны, издатели, получающие прямой доход от продажи статей, стремятся ограничить распространение научной информации и сделать ее доступной только для тех, кто способен ее оплатить. Поскольку роль издателя состоит не только в простом распространении публикаций, но и в обеспечении их качества путем организации экспертной проверки, возникает напряженность между двумя основными требованиями науки: свободой доступа и контролем над информацией.

Хотя большинство крупных научных журналов уже много лет назад перешли на цифровой формат, они не сделались легко доступными для широкой общественности, в частности, из-за стоимости консультаций: журналы доступны, главным образом, в публичных, университетских или учрежденческих библиотеках. Однако подписка стоит так дорого (особенно, когда выписывается не одно наименование), что многим библиотекам, даже в промышленно развитых странах, сейчас приходится отказываться от предоставления своим посетителям целого ряда изданий. Нельзя спорить с тем, что издатели должны следовать эффективной коммерческой стратегии, однако природа благ, обмен которыми происходит в библиотеках, заставляет многих научных работников и библиотекарей искать пути преодоления определенных сложностей. Прежде всего, подавляющее большинство статей предоставляется журналам бесплатно,

Вставка 6.3 Данные о научных публикациях по индексу цитирования Science Citation Index (SCI), 2000 г.

Изучение показателей, относящихся к научным публикациям, включенным в индекс научного цитирования (Science Citation Index), позволяет выделить два основных полюса: на Европу (страны ЕС, страны – бывшие кандидаты в ЕС, Норвегия и Швейцария) приходится 38,6%, а на Северную Америку (США и Канаду) 34,2%. Эти две зоны обеспечивают почти три четверти всей мировой научной продукции, включенной в индекс. Их вес отражает и величину их расходов на исследования, проводимые в мире. Промышленно развитые азиатские страны, в частности, Япония, дают 11,7% от общего общемирового числа публикаций, включенных в индекс, и, таким образом, явно отстают и в своих расходах на исследования и разработки; лаборатории этих стран ориентированы, главным образом, на технологические и промышленные исследования. Говоря о других странах или регионах, можно отметить, что Китай производит 2,6% от общемирового числа научных публикаций, включенных в индекс, страны Латинской Америки и Индия – соответственно 2,2% и 1,9%. Что касается Африки, ее вес в мировом масштабе составляет примерно 1%.

Мировая научная и технологическая география, безусловно, характеризуется огромными контрастами, но в 1990-е годы в ней произошли значительные изменения. В период с 1995 по 1999 год относительная доля Северной Америки в производстве научных публикаций (включенных в индекс) снизилась на 10%, тогда как доля Европы повысилась на 5%, что вывело ее на первое место по количеству научных публикаций, содержащихся в мировом индексе. Доля промышленно развитых стран Азии (в том числе Японии) увеличилась на 16% и в настоящее время представляет собой примерно треть от доли Европы или Северной Америки. Доля Китая в мировом производстве научных публикаций в период с 1995 по 1999 г. выросла на 65%, при том, что в период с 1985 по 1995 год она и так увеличилась в 5 раз (следует отметить, что исходный уровень был очень низок). Доля Латинской Америки также существенно выросла (37%). Напротив, доля стран, чья экономика находится в переходном периоде, стран Африки к югу от Сахары и Индии, уменьшилась соответственно на 24%, 15% и 6%.



Источник: СИО, для INRS/Квебек.

а эксперты рецензируют их на добровольной основе. Таким образом, коммерческим издателям, контролирующим 40% изданий, становится все труднее оправдывать тарифы, которые, по мнению университетских библиотек и научных сообществ, становятся все менее совместимыми с их миссией производства и передачи знаний. Кроме того, такой способ издательской дея-

тельности, при котором журналам передаются права на публикуемые статьи, ставит проблему доступа общества к результатам публичных исследований. В целом, будет вполне правомерно задуматься о том, что все возрастающая стоимость научных публикаций может стать тормозом на пути исследований.

Для ответа на эти новые проблемы был предложен ряд стратегий. Чтобы положить конец ситуации, которая уже давно считается контрпродуктивной для науки, группа ученых, включающая нескольких лауреатов Нобелевской премии, создала «Публичную научную библиотеку» (*Public Library of Science*) (PLOS)²⁸. На главной странице PLOS этот поступок объясняется заботой об этике распространения информации: «Интернет и электронная публикация делают возможным создание публичных научных библиотек, содержащих полный текст и данные любой опубликованной статьи, доступные для каждого и в любом месте и не обремененные правами». Помещение статей в открытые базы данных могло бы облегчить сопоставление результатов, полученных в смежных областях, и поощрить междисциплинарные исследования, обеспечив ученым более простой доступ к областям, отличным от тех, которыми они занимаются. Другая модель - будапештский «Институт Открытое Общество» (*Open Society Institute*) - также нацелена на то, чтобы сделать все научно-исследовательские работы свободно доступными через Интернет, и предлагает для этой цели справочник, предназначенный для некоммерческих организаций²⁹. Еще одним способом сделать тексты доступными в режиме «он-лайн» является предварительная публикация, позволяющая избежать затрат времени на печатный цикл, который может оказаться слишком долгим для самых современных областей науки. Появляются также все новые сайты самоархивирования публикаций, предоставляемых в распоряжение исследователей, работающих в данной области³⁰.

Факт существования онлайн-журналов не означает, что мы можем забыть исходную истину: кто говорит «журнал», подразумевает «издатель». Даже если журнал бесплатен и доступен для всех, он требует издательской работы. Более того, расцвет обществ знания по самой своей природе, кажется, способствует росту предложения публикаций; ввиду этого все более необходимым становится проведение отбора. Именно этим отбором и занимаются издатели, независимо от того, работают они в общественном или в частном секторе; при этом они устанавливают более или менее строгие критерии контроля за «научным качеством». Необходимость сортировки стала особенно очевидной после недавнего принятия рядом журналов, таких, как «*Nature*» или «*The Lancet*» решения о введении в правила публикации статьи, обязывающей авторов сообщать о своих источниках

финансирования. Данная статья еще не носит обязательного характера, но она весьма характерна для происходящих изменений: если экономическое пространство будет сближаться с пространством научным, нужно иметь возможность гарантировать, что научное исследование проводилось со всей необходимой тщательностью и без подозрений на конфликт интересов. Гарантируя научное качество публикаций, издатели становятся одним из столпов, на которые опирается доверие к самому институту науки.

Эта специфическая работа издателя – будь то традиционного, или электронного, работающего для свободного или для платного доступа – показывает, что бесплатный доступ к научной информации отнюдь не эквивалентен бесплатному производству этой информации. Во многих онлайн-журналах расходы на публикацию статей покрываются авторами, из средств, выделенных им на исследования. Даже в цифровом формате публикация влечет за собой расходы на персонал и оборудование, связанные с работой по чтению, редактуре и форматированию текстов, с обслуживанием сайта или с долгосрочным архивированием. Система, основанная исключительно на бесплатном доступе, была бы связана с риском развития неравенства между учреждениями – и между регионами – в зависимости от того, могут или не могут они предоставить своим исследователям оптимальные условия для публикаций. Итак, если система «все оплачено» представляется все менее реалистичной, система «все бесплатно» не становится от этого самой справедливой. С этой точки зрения, экономическая политика традиционных издателей может способствовать созданию более справедливой среды, путем внедрения системы дифференциальной тарификации, что позволило бы учреждениям с меньшими финансовыми возможностями сохранить или приобрести подлиски, от которых им пришлось бы иначе отказаться из-за отсутствия средств.

По всей вероятности, научные публикации развиваются в направлении пространства, в котором будут сосуществовать разные типы операционных систем. Размышлять следует именно о разнообразии и взаимодополняемости ролей. Платное или бесплатное, диверсифицированное предложение обеспечило бы циркуляцию большего объема знаний, находящихся в периоде их формирования, и тем самым - большее их производство. Поскольку больше не существует единого понятия статьи, являющейся коммерческой собственностью издателя и представляющей

Вставка 6.4 Интеллектуальная собственность и научный разрыв

Патент устанавливает право собственности на изобретение в пользу изобретателя, который получает право на его исключительное использование (безусловно, он может предоставлять лицензию). В 1999 году европейские страны заявили 45,8% всех патентов в европейской системе (т.е., действительных на территории большого европейского рынка), Северная Америка - 33,6%, а промышленно развитые азиатские страны - 16,3%. В американской системе патентов доля Северной Америки в мировом масштабе составляет 51,4%, промышленно развитых азиатских стран - 28%, а Европы - 18,7%. Также отмечают, что в обеих патентных системах мировая доля других географических зон очень мала (Латинская Америка - 0,3% в американской и 0,2% в европейской патентной системе). В целом, страны этих других географических зон в совокупности заявляют менее 1,5% патентов в мировом масштабе. Даже с учетом того, в что в 1990-х г.г. такие азиатские страны, как Сингапур, Республика Корея и Малайзия превратились в экспортеров высокотехнологичных товаров, приходится констатировать, что интеллектуальная собственность в сфере научных и технологических новаций остается в подавляющем числе случаев за странами трех региональных или субрегиональных систем, представляющих всего четверть мирового населения.

Цифры 1999 г., взяты из Отчета OST за 2002 г.

собой единственную норму научной публикации, то существует многообразие состояний и норм статьи, и, следовательно, способов, посредством которых знание может стать достоянием общества. Если научные работники отдадут приоритет доступу, а издатели – контролю, все заинтересованы в том, чтобы производство научных публикаций было одновременно богатым и разнообразным.

Кому принадлежат научные знания?

Направление происходящей эволюции в значительной степени связано с тем значением, которое приобрели проблемы промышленного и финансового характера в производстве знаний и технологий. Вопрос о присвоении знаний – будь-то государством или частными лицами – сегодня является одним из важнейших в обществах знания (см. вставку 6.4). Выше мы уже говорили об этом в связи с задачами, стоящими перед развивающимися странами: интеллектуальная собственность играет все возрастающую роль в программировании значительной части исследований, а также и в использовании научных открытий и технологических изобретений. Так, по данным Всемирной Организации интеллектуальной собственности (ВОИС), в период с 1978 по 1996 год для получения 250 000-й заявки на патент потребовалось 18 лет, то на удвоение этой цифры ушло только 4 года, с 1996 по 2000³¹. Сегодня подлинной проблемой, как в частном, так и в государственном секторе, является проблема интерпретации научных расчетов и поиска выгоды. Как можно сейчас

гарантировать кантовское различие между тем, что обладает достоинством (например, научной теорией), и тем, что имеет рыночную цену?

О перспективах для обществ знания можно судить по интересу, который вызывают дебаты об интеллектуальной собственности, так как подобный анализ, всегда являющийся перспективным, предвосхищает будущее управление знаниями и, следовательно, управление обществами, изменившимися под влиянием знаний. Дебаты об интеллектуальной собственности преследуют широкие цели: далеко не просто примирить между собой два требования, вписанные в Статью 27 Всеобщей Декларации прав человека, в параграфе 1 которой говорится, что *«каждый человек имеет право свободно участвовать в культурной жизни общества, наслаждаться искусством, участвовать в научном прогрессе и пользоваться его благами»*, тогда как параграф 2 уточняет, что *«каждый человек имеет право на защиту его моральных и материальных интересов, являющихся результатом научных, литературных или художественных трудов, автором которых он является»*. Требования параграфов 1 и 2 Статьи 27 Декларации находят, кроме того, подтверждение в Статье 15 Международного Пакта об экономических, социальных и культурных правах, где указано, что: *«Участвующие в настоящем Пакте государства признают право каждого человека на: (...) пользование результатами научного прогресса и их практического применения (...) пользование защитой моральных и материальных интересов,*

возникающих в связи с любыми научными, литературными или художественными трудами, автором которых он является». Таким образом, на системы интеллектуальной собственности возлагается двойная задача по защите правообладателей и по распространению знаний.

В каком-то смысле речь идет о необходимости примирения интересов двух рынков, научного и экономического. Эта двойная задача требует отказа от представления о рынке, как о структуре лишь для промышленного обмена. Рынок является структурой для обмена в широком смысле слова³². Если научное сообщество можно рассматривать как место, где происходит обмен идеями, теориями или доказательствами, тогда можно определить ее как рынок или биржу, где обмениваемыми ценностями являются не промышленные товары, а знания. Тогда научная эффективность интеллектуальной собственности должна быть функцией регулируемого ею рынка. Избыточное покрытие использования знаний патентами способно стать серьезным тормозом на пути исследований и нововведений, так как оно может искусственно создавать неясность и, тем самым, извращать научную конкуренцию. Напротив, делясь знаниями, мы открываем путь для конкуренции с другими субъектами научного рынка. Одностороннее применение к знаниям критериев промышленного рынка создает опасность затруднения конкуренции между учеными, являющейся одним из механизмов создания знаний: опубликовать идею означает открыть ее для критики и, стало быть, для улучшения другими людьми. Защита инвестиций в сфере знаний не должна становиться протекционистской преградой для развития науки. Одним из вызовов, встающих перед обществами знания, будет примирение и синхронизация двух разных рынков, до сих пор параллельных и изолированных, польза от которых может взаимно усиливаться при включении их в согласованные сети: рынка научных идей и финансово-экономического рынка. В данном случае, безусловно, мы наблюдаем феномен совместной эволюции.

Чтобы не отстать от этой эволюции, надо претворять в жизнь нормативные процессы, обязательно многодисциплинарные, так как они связаны с областью, требующей использования правовых и экономических инструментов в той же мере, что инструментов научных³³. Необходимость соблюдать эти принципы становится очевидной, если принять

во внимание, что в очень многих случаях правовые нормы разрабатываются, главным образом, профессионалами в области промышленной собственности – консультантами по патентному праву, экспертами патентных ведомств, а также промышленниками, без углубленных консультаций с научным сообществом. При этом возникает риск ситуации, при которой научный капитал, или даже капитал интеллектуальный и культурный в целом, превратится в переменную величину одного лишь экономического капитала. Подобное развитие, с технической точки зрения, войдет в противоречие с открытием знаний, а с этической точки зрения – с тем фактом, что способность человека к обучению не зависит от его экономического положения. Было бы обманчиво утверждать, что мы создаем экономику знаний и строим общества знания, не привлекая к участию в этом процессе всех заинтересованных действующих лиц и партнеров, прежде всего – ученых. Управление обществами знания должно основываться на выработке общего здравого смысла, то есть, норм, разработанных совместно со всеми заинтересованными лицами.

Публикации, использованные для подготовки

А. Амсен, Т. Чанг, А. Гото (2001 г.); К. Аннан (2003 г.); Р. Аросена, Ж. Шульц (2001 г.); О. Бангре (2004 г.); Всемирный банк (2002 г.); Дж. Бойл (2003 г. и 2004 г.); Д. Батлер (2004 г.); М. Каллон (1989 г.); П. Кэмбэл (2001 г.); (ЦЕРН) (2004 г.); М. Симоли, Ж.К. Феррас, А. Прими (2004 г.); П.А. Дэвид (1993 г.); П.А. Дэвид, Д. Форей (2002 г.); ЭКЛАК/СЕРАЛ (2004 г.); Ю. Эко (1993 г.); Э. Эцкович, Л. Лейдесдорфф (2000 г.); European Research Council Expert Group (2003 г.); К. Фореро-Пинеда, Х. Джарамилло-Салазар (2002 г.); П. Гайар (2004 г.); М. Гиббонс., Ш. Лимож, Е. Новотны, С. Шварцман, П. Скотт (1994 г.); В. Хариаран (2004 г.); МСНС (2002 г.); InfoDev (2004 г.); П. Интаракунерд, П.-А. Чератана, Т. Тангшитпibun (2002 г.); InterAcademy Council (2004 г.); Б. де Жувенель (2002 г.); К. Юма (2005 г.); К. Юма, Л. Йи-Ченг (2005 г.); Л. Ким (2001 г.); Б. Латур (1987 г.); ННФ (2001 г.); Б. Мве-Ондо (2005 г.); ИНФ (2003 г.); ОЭСР (2003 г.); И. Окубо (1996 г.); ВОИС (2003 г.); ООН (2003 г.); П. Папон (2002 г.); Р. Педерсен (2003 г.); Ф. Сагаста (1999 г. и 2004 г.); М.Д. Санторо, А.К. Шакрабартти (2002 г.); А. Сен (1999 г.); Д. Терейфа (2000 г.); ЮНЕСКО (1996 г. и 1998 г.); ЮНЕСКО-МСНС (2000 г. и 2002 г.); А. Вадэ (2004 г.); М. Вага (2002 г.); Дж. Вестхолм, Б. Тчатчуа, П. Тиндеманс (2004 г.); Й. Циман (2000 г.).