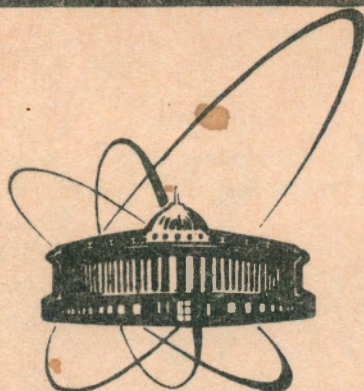


92-169



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

92-169

Деже Киш*

ЧТО ЕСТЬ НАУКА?

(Некоторые проблемы финансирования науки
в маленьких и небогатых странах)

*Постоянное место работы — Центральный институт физических исследований, Будапешт, Венгрия

1992

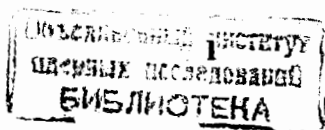
В этой статье я попытаюсь определить некоторые характерные черты фундаментальных наук, сравнивая их с деятельностью, имеющей целью прикладные исследования и техническое развитие. Смещение этих понятий может разрушить фундаментальную науку, особенно в маленьких и небогатых странах, таких как страны-участницы Объединенного института ядерных исследований в Дубне.² Поскольку я венгр, я буду приводить некоторые примеры из научной жизни Венгрии.

1. ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ НАУКОЙ, А ЧТО НЕТ?

В последние десятилетия употребление слова “наука” — по крайней мере, применительно к естественным наукам — кажется претерпевшим значительные изменения во многих странах. Мы являемся свидетелями парадоксального феномена: с одной стороны, к сожалению, социальный престиж и поддержка науки уменьшаются; с другой стороны, наука обладает такой привлекательностью, что люди стремятся употреблять определение “научный” в случаях, на мой взгляд, не имеющих отношения к науке, и многие стремятся получить научные степени даже в тех случаях, когда они не занимались научной деятельностью в прямом смысле этого слова. Размытость понятий “наука” и “научная деятельность” не безопасна, и следовало бы попытаться дать точное определение концепции науки. Это, однако, далеко не так просто, и, кроме того, точное определение может сделать наше представление о предмете слишком узким. Тем не менее мы не можем избежать того, чтобы не сказать несколько слов о сфере действия науки.

Слово “наука” означает частично некую разновидность знания и частично — деятельность, приводящую к этому знанию. Целью науки как деятельности является исследование феноменов природы (включая социальные явления) и установление законов, управляющих этими явлениями. Это определение кажется довольно тривиальным и слишком широким — хотя это не так. Действительно, если мы примем это определение, не будут включены в сферу науки, например, технологии. Это утверждение может вызвать у некоторых читателей неприязненное чувство, связанное с тем, что я подчеркиваю, что усилия, направленные непосредственно на развитие высокого технологического уровня и на увеличение производительности труда, действительно определяющие жизненный стандарт в стране, на самом деле не являются научными.

² Азербайджанская Республика, Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Болгария, Венгерская Республика, Социалистическая Республика Вьетнам, Республика Грузия, Республика Казахстан, Корейская Народно-Демократическая Республика, Республика Куба, Республика Молдова, Монголия, Республика Польша, Российская Федерация, Румыния, Украина, Чешская и Словацкая Федеративная Республика



Я искренне надеюсь, что читатель не будет считать мою позицию снобистской или элитарной; она не претендует на то, чтобы быть основополагающей. Утверждая пионерскую роль науки, я ни на минуту не думаю, что это может хоть каким-то образом уменьшить роль технологического развития. Развитие является второй стороной той же медали; частью одного процесса, которому человечество в целом должно быть благодарно. Мы можем говорить о научно-техничко-технологической спирали развития. Наука не должна быть против прикладных исследований, против технического развития. Эти процессы постоянно действуют друг на друга и постоянно пересекаются. Конкретные (обычно многомерные) звенья в инновационной спирали содействуют прогрессу в нашем общем понимании. Границы науки, прикладных исследований, технико-технологического развития и применения не определены четко, есть и взаимно пересекающиеся области, разделить их трудно. Поэтому я полагаю, что прояснение представлений имеет основополагающее значение. Это не легко, однако это вопрос не только терминологии: любое смешение понятий имеет серьезные практические последствия — за счет науки.

Не только наука не должна противопоставляться прикладным исследованиям, техническому развитию; но, соответственно, и они не должны противопоставляться науке. Смешение понятий приводит к следующему: когда техническое развитие и прикладные исследования путают с наукой в официальных речах, это является более или менее безвредным событием, но когда путаница допускается в бюджетных расчетах и финансировании, тогда ошибки становятся уже совсем не безобидными. Смешение науки, прикладных исследований и технических развития влечет за собой опасность того, что, финансируя такие расширенные научные исследования, мы вводим сами себя в заблуждение мыслью о том, что мы принесли жертву на алтарь "науки" и сделали вклад из имеющихся общественных ресурсов в ее развитие. Фактически же лишь малая часть выделенных денег пойдет непосредственно на те исследования, которые являются собственно научными, и как минимум в десять раз больше средств пойдет на исследования очень важные и нужные для общества, но никак не научные. Это искажает взгляд политических, правительственных, финансовых организаций и общественного мнения.

А. Наиболее значительным недоразумением, касающимся науки, является то, что критерием важности считается возможность практического применения. *Наука — это важно, но ее главным критерием не может быть возможность практического применения.* Способность выпекать хлеб и улучшение его качества, конечно, более важны в повседневной жизни для благополучия людей, чем, например, — если брать примеры из той области, с которой я профессионально знаком, — открытие новой элементарной частицы или создание общей единой теории взаимодействий, происходящих в природе. Важность и ценность какой-либо деятельности не уменьшается от того, что она не является научной, — конечно, я не говорю о псевдо- или антинаучной деятельности. Не это определяет сегодняшние (или завтрашние) потребности общества.

Б. Сегодня творчество стало модным, творческий человек стал идеалом. Действительно, чем человек и человечество могут гордиться, так это челове-

ской способностью к творчеству. Наука не может существовать без творческих умов. *Творчество — это одна из определяющих, движущих сил науки.* (Конечно, количество вовлеченных в науку людей огромно, и очевидно, что среди них есть и люди с большим талантом, и обделенные им.) С другой стороны, понятие творчества не может служить ограничителем для людей науки и самой науки. Все мы ежедневно встречаем много людей, наделенных творческим умом, но не работающих в области науки. Творчество — это не привилегия науки, оно необходимая, но не самодостаточная черта научных исследований. Повар, приготовивший новое вкусное блюдо, тоже является творческим человеком, хотя его нельзя назвать ученым.

В. *Научные исследования в высшем своем проявлении являются интеллектуальной деятельностью.* Хотя нужно еще раз сказать, что интеллектуальная деятельность выполняется огромным числом людей, включая и среднего работающего человека, всех, работающих продуманно и творчески с целью улучшения того, чем они занимаются. Наука требует высокой степени интеллектуальной активности, но не каждая интеллектуальная деятельность высокой степени является научной.

Г. Другим общим недоразумением является установление знака равенства между наукой и исследованиями, ученым и исследователем, и даже между научными исследованиями и тем, что на Западе называют R&D — опытно-конструкторскими разработками. Исследователь — тот, кто применяет законы, уже открытые другими; исследовательская работа может (и должна) выполняться не только в естественных или общественных науках, но и в производстве. Однако *исследование не идентично научной творческой работе: это слово имеет более широкое значение.*

То, что может быть более точно названо наукой, сейчас часто называют фундаментальными исследованиями³. Следует заметить, что фундаментальными исследованиями часто называют теоретические исследования вообще. Фундаментальные и прикладные исследования могут включать как теоретические, так и экспериментальные работы. Первые используют, главным образом, инструменты и средства математики, включая расчеты. Вторые включают дизайн, создание и использование современного измерительного оборудования. Фундаментальные и теоретические исследования не являются идентичными понятиями.

Работа ученого заключается в поиске лучшего понимания мира. В этой своей работе ученый обычно не стимулируется надеждой получить какие-нибудь практические выгоды или решение практических проблем. Тем не менее эта деятельность, как это было доказано всей историей человечества, необходима. Сегодняшние технические достижения, существенно улучшившие жизнь людей, являются следствием, "конечным продуктом" этих усилий, не имевших никакой определенной цели, направлявшихся одним только пытливым любопытством. Надеюсь, что меня простят за напоминание всем известного анекдота: когда Фарадея спросили, какую цель преследует изучение магнитов и катушек, говорят,

³Физика частиц относится к фундаментальным исследованиям, но, без сомнения, не только она (я имею в виду также и математику, астрофизику, биологию, частично космические исследования и т.д.).

он ответил вопросом: “Какую цель преследует рождение очередного инфанта?”. Сегодня мы знаем, что “новорожденный инфант” Фарадея радикально изменил цивилизацию, благословенными следствиями чего наслаждаются практически все. Фундаментальные исследования можно сравнить с курицей, несущей золотые яйца, это ее природа. Нам следует заботиться о том, чтобы ее не убили в попытке ускорить этот процесс. Наука — это клин, который с трудом продвигается вперед: революции в новой технике происходят благодаря результатам фундаментальных исследований. В большинстве случаев наука подталкивает технику и прикладные исследования на своей волне, хотя есть и противоположные примеры. *Фундаментальные исследования не имеют определенного “конечного продукта”; их конечным продуктом является новое знание.*

Фундаментальные исследования часто упрекают за то, что они имеют дело с явлениями и проблемами, не касающимися нашей повседневной жизни и окружения. Хотя что такое повседневная жизнь и окружение? Это понятия, которые подвергаются постоянным изменениям в нашей истории. Когда-то человек не применял металл, т.к. не знал, как с ним обращаться. Человечество прожило несколько тысячелетий, не имея никакого понятия об электричестве. Сегодня же трудно представить нашу жизнь без электричества, радио, телефона, телевидения и т.п.

Все это драматически проявляется и в ядерной физике. Само понятие об атомном ядре возникло относительно недавно. С момента его открытия (фундаментальными исследованиями) и последующего использования оно существенно изменило нашу жизнь. Все мы извлекаем пользу из ядерной энергии, и все мы испытываем страх перед возможным использованием ядерного оружия. Физики-ядерщики вмешались в будущее человечества: будет оно жить или погибнет. Таким образом, фундаментальными науками наше окружение не только исследуется, но и создается новое окружение, которое начинает играть принципиальную роль в нашей жизни.

Как мы можем узнать, будут ли иметь решающее значение для наших потомков те абстрактные проблемы, которыми сейчас занимаются ученые и которые не касаются сейчас нашей повседневной жизни? Фундаментальные исследования — основа современного общества. Так что они заслуживают того, чтобы их поддерживало человечество — даже ценой финансовых жертв.

Если кого-нибудь, занимающегося фундаментальными исследованиями, спросят, какого типа может быть предполагаемый практический результат и когда его можно ожидать, то следует ожидать, что честный и прямой ученый ответит: “Понятия не имею”. И нам следует удовлетвориться таким ответом. Сегодня это может показаться абсурдным, но, зная историю, нельзя исключить, что, например, излечение рака будет достигнуто не обычными терапевтическими методами, не только с помощью биологических и медицинских знаний, но и в результате исследований в расположенных далеко от них отраслях науки.

2. ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прикладные исследования — связующее звено между наукой и техническим развитием. Прикладные исследования не имеют целью утверждение новых зако-

нов, а применяют те, что уже известны в той же самой или другой дисциплине, обогащая таким образом последнюю. Часто это бывают орудия труда, методика актуальных фундаментальных исследований. В то время как исследователь, работающий в области фундаментальной науки, руководим одной целью, а именно изучением природы, исследователь, занимающийся прикладными работами, имеет другой склад ума. Обладая знаниями об уже известных законах, такой исследователь хотел бы достичь какой-либо определенной практической пользы, более близкой к ежедневной жизни. Используя приобретенные знания в прикладных исследованиях, ученый формирует наше окружение, пытается найти лекарство от сегодняшних (или завтрашних) тревог. Граница между фундаментальными и прикладными исследованиями не всегда может быть прочерчена четко; более того, в промышленности или в различных центральных статистических бюро называют фундаментальными исследованиями те работы, которые научные работники считают прикладными.

Эти два подхода, различные типы мышления исследователей хорошо характеризуются слегка карикатурным взглядом на предполагаемый физический процесс. С точки зрения прикладного исследователя, ученый говорит: “Если я знаю, как функционирует некоторый физический процесс, то это важно, но не так уж важно знать, почему так происходит”. Фундаментальный же исследователь говорит: “Жаль, что предполагаемый физический процесс не функционирует, это важно, но важнее знать, почему”. Прикладные исследования не являются менее важными или менее значимыми, чем фундаментальные. Они просто различны.

В прикладных работах часто бывает, что исследуемое явление само становится средством, которое, в свою очередь, помогает изучить новую проблему. С другой стороны, кажущиеся рутинными приложения могут поднять проблемы, которые должны будут объяснить фундаментальные исследования. Существует постоянное взаимодействие, постоянная обратная связь между прикладными и фундаментальными исследованиями. Разница между ними заключается в том, что одни ближе к техническим проблемам на данном уровне развития, а другие — на более далеком. Развитие само по себе — продолжающийся процесс и стимулируется возможностями и запросами общества.

Фундаментальные работы часто оцениваются выше, чем прикладные, и выглядят более элегантно. В действительности не существует исследований “более высокой степени” или “более низкой степени”, а есть “удачные” или “неудачные” исследования, но эта классификация не зависит от их прикладного или фундаментального характера. Возможно, сиюминутная общественная польза прикладных исследований очень важна и похвальна, но она недостаточна как мотивация для развития науки.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И АДАПТАЦИЯ

Все мы являемся свидетелями мирового бума, связанного с запутанным процессом, известным как инновация. Процесс инновации инициируется фундаментальной наукой. Он продолжается применением научных результатов в других областях науки или технологии. За этим следуют техническое развитие, адаптация, производство, выход на рынок и т.п. Общей чертой этого процесса, начи-

нающегося с фундаментальных исследований и заканчивающегося техническим развитием и адаптацией, является исследовательская деятельность.

Деятельность людей, вовлеченных в техническое развитие (инженеров, техников и других специалистов), абсолютно необходима для общества. Работа инженеров и вообще усилия, направленные на техническое развитие, не могут быть переоценены. Это не только объективная истина, но она также отражает и мнение автора. Нет экспериментов, которые бы не требовали различного, все более искусного, опытного оборудования. Дизайн, конструкция и обслуживание такого оборудования являются работой инженеров и техников. Это означает постоянную творческую работу. Возникают проблемы, которые должны быть правильно интерпретированы и разрешены. Решения требуют здесь, как и в науке, творчества и настойчивости. Технические специалисты сотрудничают с экспериментаторами и равны им по рангу. Тем не менее мы должны видеть разницу между этими двумя видами деятельности с точки зрения общества и субъективного взгляда отдельного человека. Это можно почувствовать, если осознаешь, что не так много общего, например, с точки зрения усилий, интересов, менталитета и специальных знаний у физика, занимающегося теорией квантовой электродинамики, и у инженера, работающего в компании, производящей электрические моторы; хотя, в конечном счете, можно осознать, что они работают для одной цели, но на двух разных фронтах.

Следует заметить, что техника и технология, в общем, не используют большое число научных результатов, не используют самые последние новые идеи и фундаментальные открытия. Прошло много времени, прежде чем гальванизируемые лягушачьи лапки привели к электрической лампочке, а открытия Фарадея и Герца — электрическому свету, телефону, радио, и научное знание было превращено в «ходячую монету» Эдисоном, Беллом, Поповым, Маркони. Имеются и исключения (и они действительно исключения): ядерный реактор и ядерная бомба — детища фундаментальной физики, развившиеся чрезвычайно быстро, примерно в течение шести лет после открытия ядерного расщепления. Таким же исключением является и радар. (Эти исключения полностью объяснимы нуждами современной войны). Другими, более счастливыми, исключениями являются рентгеновские лучи и пенициллин.

✓ Наука только готовит почву для будущего технического развития. Это будущее приходит с различной степенью опоздания (по опыту последнего времени, часто приблизительно на 15 — 20 лет), после чего абстрактные результаты науки претворяются в продукты или действия для практического употребления. Эта задержка имеет тенденцию становиться более короткой. Вместе с тем имеются некоторые результаты фундаментальной науки, которые не нашли еще применения, хотя прошло уже около 50 — 70 лет со дня их появления.

Фундаментальные исследования (в этом смысле и физика частиц не является исключением) также в некотором роде оказывают немедленное влияние на техническое развитие. Эксперименты в фундаментальных науках требуют оборудования, выполненного на высшем (или даже больше) уровне современного технического развития. Эти потребности действуют как сильнейший стимулятор. На гигантских ускорителях требуется производить в огромных объемах

сверхвысокий вакуум. В производственной практике нет аналогичной проблемы, которая могла бы возникнуть в ближайшее время. Строительство ускорителей побуждает индустрию развивать высоковакуумные технологии. Компьютеризация, начавшаяся в физике частиц, сейчас захватила не только другие отрасли науки (даже гуманитарные) и производство, но в некоторых случаях и нашу повседневную жизнь. Мы можем обратиться к примерам, показывающим необходимость новых материалов или новых технологий в связи с исследованиями, проводимыми в космосе.

4. КАК ОНИ ПОЯВЛЯЮТСЯ?

Давайте посмотрим теперь, как прекрасные результаты технической цивилизации, принесшие комфорт и миллионы возможностей сегодняшнего дня, появились на свет. Во многих случаях это стало возможно благодаря фундаментальным исследованиям. Огромное количество примеров можно назвать из истории человечества. Следует вспомнить некоторые в целях иллюстрации. Например, разве индукционные катушки, необходимые для работы автомобильных моторов, были открыты теми, кто занимался развитием транспорта? Законы индукции в действительности были открыты Фарадеем за много десятилетий до того.

Было бы бессмысленно размышлять над возможностью изобретения транзистора, не зная квантовой механики или теории электронов в твердом теле. Изобретатели транзистора были не только знакомы с теорией твердого тела, но и внесли вклад в ее развитие: Был ли Беккерель движим в своих исследованиях будущими потребностями человечества в энергетике? Или Рентген намеревался сделать вклад в разработку медицинского оборудования? И Беккерель, и Рентген были побуждаемы лишь своим собственным научным любопытством на этом пути, который привел к таким важным открытиям, как рентгеновские лучи, радиоактивность и — случайно — к возникновению ядерной физики.

Были бы сейчас где-нибудь ядерные электростанции, если бы однажды группа инженеров получила задание искать новые источники энергии? Привел бы такой поиск новых энергетических ресурсов к открытию атомного ядра и ядерного расщепления? Все происходило по-другому, а именно: они появились благодаря Кюри, Резерфорду, Ферми и многим другим. Их чисто фундаментальная исследовательская деятельность была причиной того, что атомное ядро стало возможным использовать для производства электроэнергии. И нигде этот процесс не происходит иначе.

Было бы возможно открыть электромагнитные волны во время работы по улучшению качества телекоммуникаций? Нет, это открытие было сделано во время фундаментальных исследований, целью которых меньше всего была забота о таких проблемах. Действительно, как рождение, так и эволюция телекоммуникаций обязаны открытию электромагнитных волн всегда провозглашавшим красоту физики Герцем, чьи работы основывались на теоретических расчетах и уравнениях Максвелла.

Слишком надуманно — предполагать, что в Европе существовал некий исследовательский комитет (один из тех, которых сейчас сотни), скажем, по при-

кладным исследованиям, который обсуждал программу детальной разработки средств массовой коммуникации. Резонно предположить, что такой комитет не счел бы важными ни теоретические работы Максвелла, ни, возможно, бессмысленные эксперименты Фарадея. Более вероятно, что он поддержал бы строительство гигантских телескопов. Возможно, Фарадей, Максвелл и другие получили бы большие суммы денег на эти последние цели, но не получили бы ничего на свою собственную оригинальную работу, на действительно научную деятельность. И, как следствие этого, радио, телевидение и т.д. были бы изобретены гораздо позже или не были бы изобретены совсем.

Наконец, давайте рассмотрим примеры иного рода. Открытие Коперником того, что Земля вращается вокруг Солнца, — это революционное открытие не имеет экономических последствий, его общественные преимущества в широком понимании этого слова нельзя было предвидеть в то время, хотя в более поздние времена ему было суждено изменить весь мир благодаря влиянию на человеческое сознание. Оно сыграло главенствующую роль в свержении власти церкви и феодальной системы.

5. ОПАСНАЯ ПУТАНИЦА

Выражение "Наука становится движущей силой производства" воспринимается огромной частью общества так, что наука должна давать плоды, и чем раньше, тем лучше: если возможно, завтра или, предпочтительнее, сегодня. Такое нетерпение естественно. Можно понять наше желание быть свободными от тревог и жить более человеческой, цивилизованной жизнью. Однако это не является сферой науки или даже ее прикладных ветвей. Это задачи технического развития и адаптации, которые играют важную роль в увеличении количества и качества продукции. Для тех, кто смотрит со стороны, это может казаться научной деятельностью, но она таковой не является.

Власти часто официально намекают, и это часто проскальзывает в более или менее официальных публикациях, что некоторые политические и экономические лидеры чувствуют, что ученые "играют" и шагают не в ногу, что они вне экономики и практики. Несколько лет назад некий министр провозгласил по венгерскому телевидению, что наука должна выполнять только те исследования, которые необходимы производству. Возможно, подобные утверждения применимы к техническому развитию, но не к науке. Возможно, техническое развитие идет не в ногу и опаздывает в данное время в данном месте. Наука не имеет немедленных обязанностей перед экономической жизнью. *Не грех, но обязанность ученого, занимающегося фундаментальными исследованиями, "играть".* Это зависит также и от конкретной области науки: может ли некая практическая проблема быть различима в этой "игре" (например, в медицине, сельском хозяйстве, технике, экономике) или в течение некоторого времени она даже не будет подниматься (например, в физике частиц, во многих областях математики, в науке о происхождении Вселенной).

Вся история человечества и науки показывает, что наука, рассматриваемая таким образом, приводит рано или поздно к желаемым открытиям и что большинство абстрактных научных результатов рано или поздно начинает пред-

ставлять экономический интерес — хотя, возможно, только в следующем тысячелетии.

Обществу, конечно, выгодно, когда ученый способен также иметь в виду и практические проблемы. Так что дорога от научного открытия до его практического применения может стать, возможно, короче. Эта возможность зависит также от характера научной темы в обсуждаемом вопросе.

Думаю, это ошибочная политика — желать строго ориентированного прогресса науки, который приведет к запрашиваемому практическому применению. Разумно требовать, чтобы техническое развитие было настолько эффективно, насколько возможно, что оно должно пытаться при первой же возможности трансформировать научные результаты в практику и таким образом быстро превращать науку в движущую силу производства, но нереально и абсолютно неверно ожидать, что наука должна применять так скоро, как только возможно, свои результаты в прикладных работах, техническом развитии и производстве. Это не только нереально, но и бесполезно. *Прогресс науки осуществляется в соответствии со своими собственными внутренними, объективными, независимыми законами.* Прогресс науки может быть ускорен только с помощью науки, в целом процветающей, и при постоянном увеличении возможностей ее процветания.

Это все не снобизм науки, не заточение в некоей башне из слоновой кости, но просто объективный факт, являющийся правдой, желаем мы этого или нет; это так, независимо от наших желаний. Поэтому лучше всего знать об этом факте. С другой стороны, развитие может быть продуктивной силой, в конце концов, только если есть что технически развивать; то есть если наука получает новые данные о природе, мире и обществе, то в большинстве случаев рано или поздно эти данные можно будет практически использовать.

Можно ли жить без науки, без фундаментальных исследований? Да. Можно питаться, одеваться и делать множество вещей без осуществления научной деятельности. Можно делать многое — по крайней мере, на относительно низком уровне. Однако, если мы смотрим далеко вперед, если мы чувствуем ответственность за будущее человечества, если мы хотим существенно улучшить наше собственное существование, фундаментальные исследования необходимы, потому что именно фундаментальные исследования создают условия, ставящие новые неожиданные задачи и заставляющие искать новые пути для их решения.

Хотя наука — это поиск истины, она в то же время потенциально управляет силами природы и общества. Сейчас, когда общество стоит перед лицом многих неотложных проблем, фундаментальные исследования представляют особую важность. Есть опасность (все еще существующая) возникновения ядерной войны; существует проблема перенаселения; многие страны страдают от социальной, расовой и женской дискриминации; конечные продукты и отходы все более дорогой промышленности разрушают естественную среду человеческого существования, — все эти проблемы нарастают. Можем ли мы настаивать сейчас, перед лицом таких проблем, на прекращении фундаментальных исследований, обещающих, в конце концов, найти решение всех этих проблем? Реализация всего этого побуждает развитые страны увеличивать поддержку фундамен-

тальных исследований — политика, кажущаяся крайне парадоксальной во время спада производства.

6. СКОЛЬКО СТОИТ НАУКА?

Выше были обсуждены непосредственно экономические и социальные потребности науки, а именно: требуется субсидировать непредсказуемо долгое время стоящий миллиарды долларов неопределенный род деятельности. Давайте теперь посмотрим, каковы опосредованные следствия науки, которые тем не менее необходимы обществу.

Наука является частью общечеловеческой культуры. Она во многом связана, например, с искусством. Чистая радость, которую можно почувствовать при решении научной проблемы, очень близка к той, которую чувствует композитор, написав несколько тактов мелодии. Хорошо сформулированная научная теория интеллектуально красива. Эксперименты также красивы эстетически. Научное исследование напоминает в какой-то степени написание музыки, стихов или живописных полотен. Ученый также руководим неистощимым стремлением к самовыражению. Огромные ускорители, спрятанные глубоко под землей, имеющие диаметр в несколько километров, можно сравнить с пирамидами фараонов или готическими соборами раннего времени.

Автору хотелось бы сделать очевидным тот факт, что наука является важным звеном в человеческой культуре, что без нее развитие культуры невозможно так же, как и без искусства. Однако имеется существенное различие: искусство "просто" требует творческих натур, стимулирующей атмосферы и сравнительно небольших финансовых затрат от общества, в то время как экспериментальные исследования чрезвычайно дороги. Например, строительство крупного ускорителя частиц стоит сотни миллионов долларов, потребляемая им энергия равна той, что потребляет большой город. Так что в отношении фундаментальных исследований, несмотря на их культурную значимость, общество часто задает вопрос, можно ли тратить такие огромные суммы на такую "непродуктивную" деятельность.

Замечательным "конечным продуктом" научных исследований является их интернационализм. Язык науки универсален, это международный язык. Не удивительно, что ученые всегда в авангарде международных движений доброй воли. Не существует единичного независимого научного результата: каждый из них входит как кирпичик в здание, строящееся международным научным сообществом в течение многих поколений. Науку нельзя заключить — разве только на очень короткий срок и под влиянием специфических условий — в национальные границы. Результаты истинных научных исследований публикуются и предназначены для широкого распространения (но не в случае технических результатов, относящихся к военной технике).

Ученые различных национальностей хотят знать друг друга, чтобы быть в постоянном контакте для обмена информацией о своей работе и ее результатах. Мы можем видеть увеличение этой тенденции; в настоящее время вряд ли проходит неделя, чтобы не состоялась какая-нибудь крупная международная конференция. Эти международные конференции и встречи дают гораздо больше,

чем публикации в научных журналах, и позволяют специалистам познакомиться друг с другом. Они имеют политическую важность и служат орудием поддержания мира. Они являются больше, чем просто встречами: совместными усилиями, работой сообща, сотрудничеством. И в настоящее время это имеет гораздо большее значение, чем когда-либо раньше. Многие отрасли науки сейчас требуют совместных усилий, т.к. многие экспериментальные установки не могут быть созданы без международного участия. Однажды уже было высказано предложение, что весь мир должен объединиться для строительства одного общего огромного ускорителя частиц на еще пока не исследованные высокие энергии, который мог бы быть использован для изучения свойств субатомного мира, и что чрезвычайно большая лаборатория должна быть построена с помощью международного сотрудничества для исследования термоядерного синтеза.

Давайте теперь посмотрим, сколько в действительности общество тратит на современную науку. Ответ удивителен: на современную науку тратится ежегодно средств не больше, чем на производство однодневной продукции в индустрии. В настоящее время мы работаем не больше одного дня в год на покрытие расходов науки. Общество в целом потратило на науку от Архимеда до нашего времени не больше, чем стоит производство продукции в индустрии в течение 10 дней. Современные научные исследования отнюдь не дешевы; они дорого обходятся обществу. Но эта дороговизна относительна — и в действительности это не так уж много (особенно в сравнении с военными расходами).

7. А В МАЛЕНЬКИХ И НЕБОГАТЫХ СТРАНАХ?

Часто приводится аргумент, что все это могло бы быть правдой, но только в развитых, богатых, больших странах. Поборники этой идеи считают, что маленькие страны должны заимствовать результаты фундаментальных исследований из больших стран. Было бы дешевле и удобнее заимствовать результаты технического развития, например, в виде лицензий. Действительно, имеется несколько путей, отличных от используемых в больших странах, которые могли бы сделать экономику маленьких стран более эффективной, и использование системы лицензий — один из них. Более того, следует признать, что маленькие страны не могут проводить у себя все виды фундаментальных исследований.

Однако невозможно импортировать знание, не создавая его также самому. Ни одна из маленьких стран не сможет выжить, если вся ее научная информация и знание будут импортироваться. Фигурально выражаясь, имеется некий фантастический "банк", в котором хранится научная информация человечества, но только те, кто что-то кладет туда, могут и взять что-то оттуда. Не говоря о том, что внедрение и адаптация технологической процедуры, уже развитой в других частях мира, но еще не нашедшей применения в данной стране, будут действительно успешными лишь в том случае, если в дополнение к доступности технического описания будет также иметься в наличии и научное know-how ("знаю как сделать").

У этого вопроса имеется и другая сторона, а именно *утечка мозгов*. Только наиболее талантливых студентов и исследователей притягивают квазиволежные силы фундаментальных работ, и есть опасность, что они будут искать подхо-

дающие условия за границей, если не будут находить их дома. Возможный отъезд наиболее одаренных личностей неблагоприятно отразится не только на научном и культурном, но также и на экономическом потенциале страны и на дальнейшем увеличении уже существующей разницы в развитии.

Венгрия, например, если верить официальной статистике, расходует около 3 процентов национального дохода на R&D. Если мы захотим сравнить эти данные с подобными в других странах, то нужно взять за основу два пункта. Во-первых, в западных странах при расчетах исходят из процента роста национального продукта, который примерно на 30 процентов больше, чем национальный доход. Во-вторых, недостаточно принимать в расчет только проценты, т.к. абсолютная ценность суммы, выделенной на R&D, имеет высшее значение. Очевидно, что существует некая критическая сумма, ниже которой современные исследования перестают быть эффективными и не стоит их продолжать.

Венгрия тратит около 12 процентов суммы, выделяемой на R&D, на актуальные научные исследования; то есть не 3 процента, но максимум 0.3 процента национального дохода. Неправильно смешивать суммы, выделяемые на R&D, с теми, что предназначены науке. Это маскирует проблему, связанную с тем, что статистика не может отличить чисто фундаментальные исследования от тех, которые называются научными производственными компаниями, но не компетентными специалистами. (Так что дело, возможно, обстоит еще хуже). Эти суммы уменьшаются со временем из-за инфляции и, частично, даже в номинальном размере. Это отражает ошибочную политику: жадное стремление быстро решить наши горячие проблемы, которые — как кажется — лишают нашу власть и часть публики более перспективного взгляда, соображений о будущем и более важных интересах.

Очевидно, что в наши скудные времена экономического спада наука в бывших социалистических странах — одна из самых страдающих областей. Однако ответственность за будущее данного общества требует, чтобы мы не перешагивали легко через прошлое, т.к. вред от этого станет необратимым. Если это случится, это может означать, что к тому времени, когда экономические условия исправятся и больше средств будет оставаться для науки, то эта дополнительная сумма не будет достаточной, чтобы восстановить то, что мы теряем сейчас: будет невозможно починить то, что испорчено необратимо. Восстановление потребует огромных жертв денег, людей, опыта; страна безнадежно застрянет на периферии прогресса. Я не приглашаю заниматься научными исследованиями, но стоять в стороне от них может стоить гораздо дороже.

Я чутко реагирую на путаницу понятий и ясно вижу, что если наука будет разрушена, то придет то время, когда уже нечего будет внедрять в производство и нечего будет развивать технически. Если сейчас не будет науки, то завтра не будет никакой технологии и послезавтра не будет никаких прикладных работ.

Есть много вещей, более срочных, чем наука, но, возможно, нет более важных.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 мая 1992 года.

Киш Д.

92-169

Что есть наука? (Некоторые проблемы финансирования науки в маленьких и небогатых странах)

Описываются некоторые характерные черты науки (имеются в виду фундаментальные исследования) в сравнении с деятельностью, имеющей целью прикладные исследования и техническое развитие. Смещение этих понятий может разрушить фундаментальные исследования, особенно в маленьких и небогатых странах. Фундаментальные исследования не имеют определенного "конечного продукта"; их конечным продуктом является знание. "Игра" — это не грех, а обязанность ученого, занимающегося фундаментальными исследованиями. Все замечательные достижения технической цивилизации появились как результат этой "игры". Ежегодно на научные исследования расходуется не больше средств, чем стоит один день производства продукции в современной индустрии. Ни одна из маленьких стран не сможет существовать, если вся ее научная информация и знание будут импортироваться.

Есть много более срочных вещей, чем наука, но, возможно, нет более важных.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Kiss D.

92-169

What is Science? (Some Problems in Financing Science in Small and not Rich Countries)

Some characteristic features of real science (i.e. fundamental or basic research), as compared to activity aimed at applied research and technical development are defined. The confusion of these activities can corrupt fundamental science, especially in small and not rich countries. Basic research has no definite "end-product"; its end-product is new knowledge. It is not a sin but the duty of a basic researcher to "play". The wonderful results of technical civilization were born as a result of this "play", i.e. basic research. Modern industry spends yearly about the value of its daily production on scientific research. No small country can subsist if all its scientific information and knowledge are imported.

There are many things which can be more urgent than science but probably none more important.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992