

## О КРИТЕРИЯХ ЭКОНОМНОСТИ НАУКИ

А. К. СУХОТИН

Наука, как бы далеко она не уходила в глубь абстракции, представляется аспектом человеческой деятельности, имеющим экономическое значение.

Конечно, наука многим обязана обществу, но и общество не меньшим обязано науке. Исследователи считают, что до 90% прироста производства промышленной продукции есть следствие повышения производительности труда, последняя же растет благодаря научно-техническому прогрессу. Согласно мировым показателям эффективности научного труда, соотношение затрат на науку и прямых выходов от внедрения ее результатов равно 1:10. По подсчетам Г. Куракова, по Советскому Союзу один научный работник (в среднем исчислении) способствует увеличению выпуска продукции на 50 тыс. рублей в год. Не случайно, что многие западно-германские, японские, американские фирмы довели долю капитализируемой прибыли, вкладываемой в науку, до 100%.

Казалось бы, если наука столь эффективна, то экономнее вкладывать средства в развитие науки вместо того, чтобы расширять само производство (строить новые предприятия, увеличивать численность рабочих, административно-обслуживающего персонала и т. п.). Однако выявляется следующее. Оказывается, возрастание стоимости научного исследования пропорционально росту квадрата числа участвующих в исследовании ученых, а рост научной продукции пропорционален лишь корню 4-й степени из этого числа. Кроме того, объем современной науки возрос колоссально, и она глубоко дифференцирована. Далее, в отличие от обычного производства, в науке трудно предусмотреть заранее экономический эффект ее открытий, вообще, — запланировать открытие, поскольку наука не дает однозначных ответов относительно ее будущего.

Это и ряд других обстоятельств остро ставят вопрос о «выборе науки», т. е. наиболее перспективных, несущих максимальный экономический эффект отраслях, школах и направлениях исследования. В связи с этим бурно развиваются науковедческие дисциплины: экономика и прогностика научных исследований. Предпринимаются попытки найти критерии производительности, эффективности труда ученого, так сказать, коэффициент полезности его продукции для общества.

Вполне естественным кажется подход к оценке экономичности труда ученого по тому, что дает его исследование производству<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> См., напр., «Труды Ленинградского политехнического института», 1963, № 227, стр. 187—192.

Однако на этом пути исследователи встречаются с рядом трудностей. Прежде всего, далеко не все разделы науки поддаются учету в категориях производственной эффективности. Напр., сугубо теоретические науки (математика, область фундаментальной физики, логика), общественные науки, науки о человеке и т. д. Но дело не только в этом. Даже в границах тех наук, к которым критерий производственной эффективности применим, его использование затруднено тем обстоятельством, что экономический эффект дает не непосредственно сама научная продукция (которую мы и должны оценить), а лишь результат ее технологических приложений. Внедрение же науки в производство не зависит от науки. Необходимо также считаться и с тем, что научное открытие находит приложение в практике лишь спустя некоторое (иногда весьма значительное) время, а оценить его нужно, по крайней мере, когда оно опубликовано (а еще желательнее — в момент финансирования).

Учитывая это, исследователи выдвигают в оценке производительности научного труда так называемые «внутренние» критерии, учитывающие уже не эффективность науки для производства, а некоторые собственные ее характеристики. Такой подход нам представляется правомерным. И речь должна идти, конечно, не о противопоставлении «внутреннего» критерия науки «внешнему» (по ее эффективности в производстве), а об их дополнительности друг другом. Если научная продукция поддается учету в показателях ее значимости для производства, безусловно, надо оценивать по этому показателю. Но вместе с тем следует принять и «внутренний» критерий.

Таким образом, мы имеем два показателя эффективности труда ученого. В том и другом аспектах вопрос касается экономности научных исследований: в первом — в плане значения науки как фактора экономии в производстве, во втором же — в плане поиска наиболее экономных путей исследования, экономных (с точки зрения «внутреннего» производства и потребления) теорий, законов и понятий, алгоритмов и операций.

Практика отбора научных работников по конкурсу, защит кандидатских и докторских диссертаций и т. п. широко опирается на такой критерий научной значимости соискателей, как число публикаций. Производительность труда ученого обычно и принимается пропорциональной количеству его работ. Ясно, однако, что этот критерий во многих отношениях не адекватен и прежде всего — поскольку он не учитывает качества продукции ученого.

По-видимому, сохраняя количественный подход, следует дополнить этот показатель качественными характеристиками научных работ. Такая попытка была в свое время предпринята С. Г. Струмилиным на основе предложенной им единицы ценности научной продукции в 1 листо-балл. Это 1 печатный лист, оцениваемый в баллах: 1 б. — удовлетворительной, 2 б. — хорошей, 3 б. — выдающейся 4 б. — классической работы. Д. Прайс и др. уточняют критерий качественной оценки в показателях частоты цитирования, Э. Вейнберг — в показателях влияния открытия на смежные отрасли знания и т. д.

В связи с этим нам и представляется возможным поставить вопрос о критериях экономности науки, опираясь на те соображения, что в ней есть идеи и решения, выдвижение и открытие которых оказывает плодотворное влияние на ее развитие, содействует прогрессу науки и в этом смысле делает эти идеи и решения экономными, дающими большой познавательный эффект, который в конечном счете оказывает влияние и на развитие производства. Может быть есть смысл понятие экономности науки оставить для характеристики ее «внутреннего» кри-

терия, а в оценке ее роли для развития производства применять понятие экономической эффективности науки.

Итак, говоря об эффективности науки, попытаемся наметить критерии в оценке значимости ее продукции для развития самой же науки.

Эта проблема поставлена позитивизмом. Э. Мах принимал критерием экономности минимум мыслительной энергии, затраченной на построение науки. Неопозитивизм, подвергнув критике биолого-психологическую интерпретацию логической экономии, принял ее в значении минимума логических и знаковых единиц в составе знания. В определении критериев экономности науки позитивизм обоих направлений допускает принципиальную ошибку, отказываясь ставить проблему гносеологически. Это приводит к неверному пониманию как самого критерия экономии, так и его соотношения с требованиями истинности. Точка зрения материализма опирается на признание онтологической детерминированности характеристик экономии и простоты знания, в частности, такими факторами, как единство природы, инвариантность ее процессов и явлений, их симметричность, общность.

Мы исходим из того, что экономность науки надо оценивать не по тому, сколько усилий потрачено на ее построение (есть задачи и проблемы, при решении которых никакие затраты не оказываются чрезмерными, лишними) и не по тому, сколько логических и знаковых единиц (понятий, законов, допущений) используют, а, принимая критерием прежде всего само содержание добытых знаний.

Практика и теория познания подсказывают, что наиболее эффективными для развития науки оказываются идеи и теории, несущие общее знание, выдвигающие общие методы и приемы решения познавательных задач.

Обнаруживается, например, что частные задачи удается решить, если они были сформулированы как общие и решены на основе общих методов. Вообще, конкретная задача, будучи выражена в общем виде, решается легче, чем на пути частных подходов. Известен так называемый «парадокс изобретателя»: более сильную теорему доказать легче, чем более слабую. (При этом, если положение В выводится из А, но А не выводится из В, положение А считается более сильным, чем В).

Так, например, решая конкретную задачу определения состава короны (с целью выяснения, не содержит ли она примесей серебра к золоту), Архимед сформулировал ее как общую (нахождение удельного веса вещества любой природы) и решил ее, открыв свой знаменитый закон удельного веса. Аналогично была решена задача определения расстояния от Земли до Луны, сформулированная как общая — определение расстояний до недоступных предметов — и много других задач. Вообще, в науке часто используется такой прием: когда исследование заходит в тупик, пытаются конкретную задачу осознать как общую, выявить условие общего к ней подхода и сформулировать общую теорию.

Но каковы причины того, что общая идея, общее решение более эффективны? Прежде всего, общая постановка проблемы позволяет привлечь более широкий круг идей, методы сложных и рожденных в пограничных сферах наук, провести глубокие аналогии. Далее, общая постановка проблемы имеет следствием ее упрощение (освобождение от затемняющих смысл подробностей, частных). Известную роль здесь играет то обстоятельство, что абстрактно-упрощенная формулировка задачи позволяет выразить ее с помощью чертежа, иначе говоря, помогает перевести условие задачи в зрительный образ. Дело в том, что объекты мышления представлены в психике, по-видимому, в зрительных образах, т. е., как полагают исследователи. (Ньюэлл,

Саймон и Шоу), не только зрительная, но и вообще абстрактная (поступающая в абстрактном виде) информация перерабатывается в мозгу благодаря, так сказать, внутреннему «мысленному оку», т. е. — по алгоритмам работы зрительной системы. Кроме того, известно, что зрение — орган чувств с наибольшей пропускной способностью своих каналов (в сравнении с системой, например, ухо-мозг в 33,5 раза больше). Следовательно, переход к зрительному кодированию позволяет «актуализировать» при решении задачи огромные запасы зрительной информации и ввести, таким образом, в действие мощные дополнительные ресурсы из запаса знаний. Это помогает, в частности, подойти к задаче с разных сторон, видоизменять ее, вообще осмыслить с точки зрения более широкого подхода.

Общее положение оказывается экономным потому, что на его основе решается целый класс задач, в рамках которого исходная задача оказывается лишь одним из элементов, а ее решение — не более чем следствием общего подхода. Таким образом, выявление общего метода позволяет «одним ударом» решить целый круг задач, для решения каждой из которых надо бы — в случае отсутствия общего метода — находить свое особое решение.

С этим и связано то, что общие теории и идеи оказывают глубокое влияние на развитие науки, стимулируя появление новых направлений и отраслей, производя мощное воздействие на смежные отрасли знания. Естествоиспытатели уже давно обратили внимание на связь обобщающей силы мысли с ее эффективностью. Так, К. Максвелл, например, наиболее плодотворным, несущим реальный научный успех, считал тот путь исследования, который связан с выдвиганием общих гипотез и идей. Достаточно общее предположение, оправданное относительно **некоторых** явлений, может быть, писал он, уверенно применимо и к области явлений, нас интересующих<sup>2)</sup>.

Чем более общей является идея, тем влиятельнее ее воздействие, тем она экономнее в своем значении как фактор повышения темпов прогресса науки. Г. М. Добров («Наука о науке»), исследуя темпы открытия химических элементов (как показатель развития химии), отмечает, что особенно бурно шло открытие элементов в 70-х гг. XIX в. и в 40-х гг. XX в., тогда как в другие годы имело место замедление темпов. Это связано, как подчеркивает автор, с открытием периодического закона элементов Менделеевым в конце XIX в. и развитием новых представлений о строении вещества в 40-х гг. нашего века.

Итак, в решении научной проблемы возможен не один вариант. Но из тех, что ведут к цели (одинаково истинных) разумно избрать наиболее экономный, несущий максимальный познавательный успех. Это, однако, не тот путь, который сопряжен с наименьшим количеством умственных затрат, прямо идущий к цели, кратчайший, а тот, который ведет к построению общей, способной к динамизму и экспансии в соседние области знания, теории. Экономным представляется путь, на котором умеют конкретную научную проблему (р) сформулировать так (Р), что для ее решения удастся найти метод М такой, что  $M \rightarrow r$ , где  $r$  — метод решения исходной проблемы; и  $P \rightarrow r$  (читается соответственно: если М, то  $r$  и если Р, то  $r$ ).

В ряду приемов общего подхода и общего решения задачи стоят такие, как «метод принципов», «принцип общей причины», «метод каузальной потребности», «правило варьирования» и т. д.

Так, например, «метод принципов» состоит в умении выдвинуть при формулировке новой теории вначале минимум общих положений, а затем попытаться показать, как из них вытекают свойства и отно-

<sup>2)</sup> См. К. Максвелл. Материя и движение. СПб., 1885, стр. 155—156.

шения объектов исследуемой предметной области. Общие принципы вводятся индуктивно, но не как эмпирические обобщения, а как более смелые допущения. Этим методом пользовался еще Ньютон, позднее он получил развитие в системах гипотетико-дедуктивных построений наук. При этом, чем шире предметная область (чем более общей является теория), тем роль «метода принципов» возрастает сильнее.

В научном познании широко используются так называемые «приближенные методы» решения проблем. Суть этих методов в том, что рассматривая предельные случаи, абстрагируются от некоторых величин объектов с тем, чтобы получить общие значения. Приближенные методы эффективны, когда точный расчет влечет усложнение математического аппарата и связан с большими умственными затратами. При этом характерно, что в основе приближенного метода лежит приближенный (общий) подход к самой физической реальности, что и находит отражение в формулировании общих физических понятий и общей теории. Например, вообще состояние любой физической системы со временем меняется, тем не менее, если от этого обстоятельства абстрагироваться, мы получаем понятие так называемого стационарного состояния, на основе чего становится возможным применение приближенных методов решения ряда задач, трудно разрешимых на базе точной теории.

В книге «Направление времени» Г. Рейхенбах предлагает при решении некоторых познавательных ситуаций руководствоваться так называемым «принципом общей причины», который можно рассматривать как методологическое правило, связанное с требованием недопущения лишних сущностей. Разбирается случай совпадения маловероятных событий. Когда он имеет место, то его вероятность оказывается большей, чем вероятность случайного совпадения. Тогда для его объяснения и надо привлечь «принцип общей причины», суть которого в том, что для «маловероятных совпадений должна существовать общая причина»<sup>3</sup>). Например, от удара молнии вспыхнуло пламя, и огонь разносится ветром. Совпадение огня и ветра маловероятны. Поэтому, говорит Рейхенбах, мы ищем общую причину — т. е. фактор, на основе которого одновременные действия огня и ветра уже не оказываются маловероятными. Такой общей причиной в данном случае является гроза. Можно сказать, что здесь мы «сэкономили» на гипотезах, объяснив два явления на основе одной причины вместо того, чтобы постулировать две.

Выделяя два критерия экономности науки «внутренний» (показатель общности идей) и «внешний» (значение науки для практики, показатель экономической эффективности науки), мы хотели бы обратить внимание на то, что в известном отношении эти критерии сходятся. В самом деле, теории, экономные в смысле общности предлагаемых решений и идей, оказываются экономными (экономически эффективными) и в смысле их полезности для развития производства, поскольку они вызывают глубокие изменения в науке и оказывают тем самым влияние и на развитие прикладных исследований, стимулируя появление новых технических отраслей и технологических решений. Как заметил Томпсон, изобретения вызывают реформы производства, научные же открытия — революции.

<sup>3</sup>) Г. Рейхенбах. Направление времени. М., ИЛ, 1962, стр. 214.