

## РАСХОДЫ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА \*

Ц. ГРИЛИХЕС

(США)

Многие аспекты экономики исследований были рассмотрены в недавно вышедших книгах и статьях и мы не собираемся здесь давать их обзор \*\*. Остановимся на сравнительно узкой теме — на возможном вкладе общественных и частных исследовательских затрат в изменение «Остатка», измеряемого обычным образом. В разделах I — III данной статьи имеется обзор и резюме работ, где рассматривается вопрос об эффективности исследований, их логическое обоснование и приводятся некоторые дополнительные оценки влияния исследовательских затрат в обрабатывающих отраслях промышленности США на рост их общей производительности. В разделах IV — VI описывается возможность совместного рассмотрения исследовательской работы со счетами реального конечного продукта и затратами. Раздел VII завершает статью обсуждением некоторых слабо связанных с основной темой выводов в отношении экономической политики.

I. Инвестиции в научно-исследовательскую работу считаются в нашем столетии одним из главных источников роста производительности. Достаточно очевидно, что это хорошее приложение средств (в том смысле, что дает такую же или даже большую норму эффективности, как и другие частные или общественные инвестиции). Можно ли объяснить этим значительную часть роста производительности — другой вопрос. Он будет рассмотрен в последней части статьи.

Свидетельства высокой общественной эффективности затрат на исследования весьма рассеяны; многие из них исходят из вторых рук, тем не менее, они все-таки довольно убедительны. Имеются три вида оценок эффективности: 1) индивидуальных изобретений; 2) оценок на уровне отрасли промышленности; 3) макроэкономических оценок в виде остаточного фактора. Расчеты эффективности индивидуальных изобретений описаны, в частности, в [5] для гибрида кукурузы и гибрида сорго; в [6] для исследований в области разведения домашней птицы; в [7] для сельскохозяйственных исследований в Мексике; в [8] для военно-транспортной авиации и в [9] для вакцины от полиомиелита. В этих работах общественная эффективность отдельного изобретения оценивалась и сравнивалась со *всеми* исследовательскими затратами в этой области, а не только с затратами на «успешные» исследования. Внутренняя норма эффективности оказалась довольно высокой (от 10 до 50% в год), хотя в своих оценках авторы исходили из весьма осторожных предположений. Но даже и нижняя граница этих оценок (например, 12% для изобретения вакцины от полиомиелита Вайсбродом) такова, что имеет смысл рассмотреть возмож-

\* Работа подготовлена для Конференции международной ассоциации экономистов в Сан-Антонио (Австрия) в августе 1971 г. Переработана в октябре 1971 г.

\*\* См. [1—4] и др.

ность больших инвестиций при повторном возникновении подобной возможности\*.

Основное возражение в отношении этих работ состоит в том, что они не «репрезентативны», так как основное внимание в них уделено расчету нормы эффективности только для «удачных» изобретений или областей. Эти возражения можно опровергнуть с помощью эконометрического исследования производительности в характерных отраслях промышленности. При этом весь рост производительности отнесен ко всем затратам на исследования и делается попытка с помощью корреляционного анализа оценить ту часть роста производительности, которая появляется в результате прошлых инвестиций в исследования\*\*. Перечень детальных исследований здесь длиннее. Наиболее заметными являются [11], где изучалась частная норма эффективности от исследований для химических и нефтяных фирм; [12, 13], в которых изучалась частная норма эффективности от исследований в области химии и фармакологии; [14, 15], где рассматривалась норма эффективности общественных инвестиций в сельскохозяйственные исследования, а также [11, 16, 17–19], где изучалась общественная норма эффективности исследовательских инвестиций в обрабатывающие отрасли\*\*\*. Хотя каждая из этих работ сопровождается множеством оговорок, все вместе они указывают на достаточно ясную взаимосвязь между ростом производительности и исследовательскими затратами, а также на относительно высокие нормы эффективности (30–50%) в среднем общественных и частных инвестиций в исследования. Наконец, в ряде работ измеряется роль других источников экономического роста, а «остаток» относится за счет исследований и вычисляется соответствующая норма эффективности. Такие расчеты были выполнены в [5, 22] для сельскохозяйственных исследований и в [23] для экономики в целом. И здесь нормы эффективности оказались очень высокими.

Естественно, что различные исследования дают довольно высокие оценки для нормы прибыли исследований в частном секторе. Исследования — это такие же инвестиции, как и любые другие и они дадут (с учетом неопределенности степени освоения результатов исследований) положительный эффект\*\*\*\*. Вследствие большой неопределенности, связанной с ними, вполне возможно, что эффективность прошлых затрат должна быть довольно высокой в среднем. В эту норму эффективности включается также существенная «премия за риск». Но еще более удивительно, что общественные инвестиции в исследования, которые не ограничиваются и не руководствуются мотивами прибыльности и где имеется широкий простор для потенциального бюрократического вмешательства, дают не только положительную, но и достаточно высокую норму эффективности. Это хотя и не неожиданный, но ободряющий факт.

Есть еще два заслуживающих внимания вывода, которые можно сделать из упомянутых выше работ.

Во-первых, имеется довольно большой лаг между моментом осуществления инвестиций в исследования и моментом, когда их результаты начинают влиять на среднюю производительность промышленности или эконо-

\* Сопоставимые величины для норм эффективности частного сектора можно извлечь из данных о специфических исследованиях в нефтепереработке [10].

\*\* Обычные измерения роста производительности могут неправильно характеризовать результаты исследований (мы вернемся к этому вопросу ниже).

\*\*\* Имеется множество других работ, несколько менее строгих, о различиях темпов роста между отраслями в связи с разной интенсивностью их инвестиций в исследования [20, 21].

\*\*\*\* Частная изобретательская деятельность, как и другие виды частных инвестиций, зависит от экономических воздействий. Это подтверждается данными из выходящей книги Шмуклера [24].

мики в целом. Для общественных, и прежде всего фундаментальных исследований, средняя величина лага составляет, как кажется, цифру порядка 5—8 лет. Для основной массы исследований в промышленности (прикладных и по усовершенствованию) лаг намного короче — примерно 2—3 года, но все еще значителен. Вот почему мы вряд ли сможем очень скоро заметить влияние той «засухи» в помощи исследовательским работам, которая имеет место сейчас. Но нам придется расплачиваться за нее в конце семидесятых годов.

Во-вторых, инвестиции в исследования обесцениваются и стареют. Они обесцениваются в том смысле, что большая часть знаний забывается и становится бесполезной, если не прилагать постоянных усилий по их исправлению и передаче. Это — функции высшего образования. Кроме того, новые открытия заменяют, делают устаревшими значительную часть ранее приобретенных знаний. Таким образом, их реальный вклад меньше, чем может показаться на первый взгляд. Вот почему некоторый значительный объем инвестиций необходим просто для того, чтобы поддерживать нас в том состоянии, в котором мы находимся, и предотвратить соскальзывание назад.

II. Анализ вклада исследовательских работ в рост производительности базируется в большинстве случаев на модели следующего типа

$$Q = TF(C, L), \quad (1)$$

$$T = Q(K, O), \quad (2)$$

$$K = \sum W_i R_{t-i}, \quad (3)$$

где  $Q$  — выпуск;  $L$  и  $C$  — затраченный труд и капитал, соответственно;  $T$  — текущий средний уровень технологических достижений (общая производительность ресурсов);  $K$  — величина накопленного и еще производимого общественного и частного исследовательского капитала (знаний);  $O$  — другие силы, влияющие на производительность;  $R_t$  — валовой объем инвестиций в постоянных ценах на исследовательскую работу в период  $t$ ;  $W_i$  связывает уровень прошлых исследований с текущим состоянием знаний.

Сразу же возникает проблема, которая будет «преследовать» нас на протяжении всей статьи. В идеале следовало бы делать различие между капиталом и трудом, используемыми для обеспечения текущего выпуска продукции, и капиталом и трудом, применяемыми в исследованиях (т. е. в производстве будущих и использовании запаса существующих знаний). Фактически мы обычно не в состоянии выделить эти компоненты затрат и вынуждены объединять в исследованиях  $C$  и  $L$ . Это ведет к ошибке спецификации в (1). Кроме того, если компоненты  $L$  и  $C$  взвешены пропорционально значениям их текущей частной эффективности, то получающиеся оценки вклада  $K$  (или  $R$ ) представляют, элиминируя ошибки, связанные со временным сдвигом, повышение общественной эффективности над частной. Модель, в том виде как она здесь выписана, строго говоря, применима лишь там, где вся (или почти вся) исследовательская деятельность проводится вне границ рассматриваемого сектора экономики; пример — сельское хозяйство, где большинство исследований — государственные и где затраты на исследовательские работы не включаются в определение сельскохозяйственного капитала или рабочей силы. Для оценки функции  $F$  и  $G$  обычно представляются в форме Кобба — Дугласа, а функция  $O$  аппроксимируется экспонентой. В результате вся модель приводится к виду

$$Q_t = A e^{\lambda t} K_t^{\alpha} C_t^{\beta} L_t^{1-\beta}, \quad (4)$$

где  $A$  — константа;  $\lambda$  — темп автономных технологических изменений, и принимается постоянный эффект масштаба производства для обычных затрат ( $C$  и  $L$ ). Подобные уравнения были выведены в [14] из нескольких сельскохозяйственных перекрестных выборок и в [13, 15] соответственно из комбинированной информации временных рядов и перекрестных выборок сельскохозяйственных районов и химических фирм.

С другой стороны, если продифференцировать (4) по времени, допуская, что обычные затраты оплачиваются по предельным продуктам, то можно переписать его в терминах общей факторной производительности

$$f = q - \hat{\beta}c - (1 - \hat{\beta})1 = \lambda + \alpha k, \quad (5)$$

где  $f$  — скорость роста общей факторной производительности. Все прочие буквы означают относительные скорости роста переменных, входящих в (4) (например,  $x = \dot{X}/X = (dX/dt)/X$ );  $\hat{\beta}$  — оценка доли капитальных затрат в доходе\*; (5) — вариант уравнения (4). Различные варианты (5) были применены в [15] для сельского хозяйства и в [11] — для обрабатывающей промышленности. В обоих случаях значения  $\alpha$  группируются вокруг 0,05 для общественных капиталовложений в сельскохозяйственные исследования [14, 15] и вокруг 0,1 — для частных инвестиций в некоторых отраслях промышленности [12, 13]\*\*. До сего времени мне не ясно, как практически получать значения различных переменных. Здесь много трудностей. По-видимому, две наиболее важные проблемы — это измерение выпуска исследовательских работ ( $Q$ ) в отраслях промышленности с высокой долей затрат на эти работы (где качественные изменения могут быть решающими), а также нахождение способа измерения невидимого исследовательского капитала ( $K$ ). Оставляя пока в стороне первую проблему, заметим, что  $K = \sum W_i R_{t-i}$  можно представить как меру влияния на производительность капиталовложений в исследования с распределенным лагом. Здесь действуют по крайней мере три силы: лаг между инвестициями в исследовательскую работу и действительным изобретением новой техники; лаг между изобретением и полным внедрением новой техники; наконец, исчезновение этой техники из круга используемых знаний вследствие изменения внешних условий и появления лучшей техники (обесценение и устаревание знаний)\*\*\*. Эти лаги, как правило, игнорируются большинством исследователей. Обычно предполагают, что лаг отсутствует или невелик и, кроме того, нет эффекта обесценения знаний. Так, автор и Минасян находят  $K = \sum R_{t-i}$  суммированием подряд имеющихся данных, в то время как Мэнсфилд предполагает, что  $R$  и  $K$  имеют сходный характер роста (т. е.  $\dot{K}/K \approx \dot{R}/R$ ). Эвенсон [15] был единственным, кто исследовал вопрос эконометрически; он нашел, что распределенный лаг типа «перевернутого» есть наиболее подходящая форма описания для его информации. Пик кривой проходит с лагом от 5 до 8 лет, а общий эффект затухает примерно через 10–16 лет. Весьма разрозненные доказательства встречаются большей частью в исследованиях, базирующихся на анкетных данных (см. [26]). Они показывают, что в отраслях, где основная часть расходов на научно-исследовательскую работу приходится на усовершен-

\* В той же мере, в какой затраты на исследования включаются в обычные затраты, они учитываются и в средней частной норме эффективности.

\*\* Подобные результаты были получены недавно для сельского хозяйства в [25], где использованы данные переписи 1959 года по типу и размерам ферм.

\*\*\* См. в [15] более детальное обсуждение некоторых из этих вопросов.

ствования и прикладные темы, лаг более короткий, как более коротка и ожидаемая «продолжительность жизни» результатов этих работ\*.

Можно сделать несколько дополнительных замечаний в связи с измерением  $K$ . 1) В идеале хотелось бы измерять выпуск «исследовательской промышленности» прямо, а не через затраты. К несчастью, попытки прямого измерения (например, с помощью патентов) результатов исследований были большей частью неудачны (см., например, [27])\*\*. Для исследовательской деятельности взаимосвязь между затратами и выпуском вероятно должна носить стохастический и нестабильный характер. Мы вернемся к этому ниже. 2) Временные ряды должны быть как-либо переведены в постоянные цены. Это — трудная, но выполнимая задача. 3) Уровень производительности и эффективность затрат на исследовательские работы в промышленности зависят также от исследовательской деятельности в смежных отраслях и научных успехов в других странах\*\*\*. Эти пересекающиеся влияния, конечно, относительно менее важны на более агрегированных уровнях, но могут оказаться существенными на уровне фирмы\*\*\*\*.

Из-за трудностей измерения  $K$  многие исследователи избирают иной вариант уравнения (5), используя

$$\alpha = \frac{dQ}{dK} \frac{K}{Q}, \quad \alpha_i K = \frac{dQ}{dK} \frac{K}{Q} \frac{K}{K} = \frac{dQ}{dK} \frac{K}{Q}$$

и в соответствии с ним переписывают (5) в виде

$$f = \lambda + \alpha K = \lambda + \rho I_R / Q, \quad (5')$$

где  $\rho$  — норма эффективности исследовательских затрат (предельный продукт), а  $I_R / Q$  — отношение чистых инвестиций в исследования к общему выпуску\*\*\*\*. Это основа, на которой базируется вычисление нормы эффективности, предложенное, например, в [23]. Практически, для установления некоторой связи между валовыми и чистыми инвестициями в исследовательскую работу необходима информация об «обесценении» исследований. Если бы такую информацию удалось получить, это позволило бы нам измерить величину  $K$ .

Форма записи (5') особенно хорошо подходит для прикидочных расчетов. При этом требуется лишь совсем «немного» предположений относи-

\* В действительности большая часть этого «обесценения» есть устаревание, вызванное, а следовательно не независимое, от уровня исследований в остальной части промышленности или экономики. Это было подчеркнуто в [23]. Может быть построена модель, в которой старение является функцией уровня исследований. Но это уведет нас слишком далеко в сторону.

\*\* Несколько лучшие результаты были недавно получены путем подсчета научных публикаций в еще неопубликованных исследованиях в области сельского хозяйства. Эта работа была выполнена Эвенсоном и Кисли в Йейле (см. также [28]), где выпуск исследований в фармацевтической промышленности измерялся количеством новых лекарств, внедренных в производство.

\*\*\* Эти вопросы были обсуждены в [46] и под названием «всеобщей инновации» — в [29, 30].

\*\*\*\* Несмотря на эти оговорки, предпринимаются попытки получить некоторые оценки. В частности, в готовящейся Национальным Бюро экономических исследований работе Кендрика дается оценка запасов «капитала исследований и усовершенствований» для США на 1929, 1948 и 1966 годы. Он оценивает их темп роста примерно в 9% между 1948 и 1966 годами, а достигнутый уровень — примерно в 100 млрд. дол. в 1966 г. (в ценах 1958 г.). В [26] дается дополнительная информация о получении этих цифр. Необходимо допустить, что «фундаментальные исследования» не устаревают; прикладные исследования и усовершенствования имеют срок жизни от 10 до 15 лет; итоговые цифры были пересчитаны в постоянные цены по индексу стоимости жизни, основанному, главным образом, на окладах научных работников.

\*\*\*\*\* Является ли это общественной нормой эффективности или чем-то меньшим зависит от того, включены исследовательские расходы в обычные затраты или нет.

тельно: а) доли расходов на усовершенствования и развитие, которая представляет собой чистые инвестиции; б) нормы эффективности ( $\rho$ ) на эти затраты. Например, между 1963 и 1967 годами доля общих затрат на исследования и усовершенствования составляла в США примерно 3% валового национального продукта. Ниже мы увидим, что лишь около половины этой суммы оказало влияние на текущий национальный продукт. Если допустить, что только половина остатка представляет собой чистые инвестиции, все остальное используется для поддержания уже достигнутого уровня\*, а также, что валовая норма эффективности равна 30%, получим оценку вклада исследований в экономический рост:  $0,3 \times 0,75 \approx 0,22\%$ .

III. Параметры (5') можно оценить (хотя и довольно грубо), используя данные Национального научного Фонда, опубликованные в работе «Промышленные фонды исследований и развития» (NSF 64-25). Там в табл. С-1 приводятся сведения об исследовательской деятельности компаний во многих отраслях обрабатывающей промышленности. Для 85 отраслей обрабатывающей промышленности двух-, трех- и четырехуровневой классификации эту информацию можно сопоставить с данными ежегодных обзоров и переписи по обрабатывающей промышленности и, основываясь на этом, вычислить «остаточную» меру технологических изменений. Она может быть определена следующим образом:  $T$  (остаточные технические изменения) =  $1/5 [(\ln VA_{63} - \ln VA_{58} - \ln DP) - ALSV(\ln N_{63} - \ln N_{58}) - (1 - ALSV)(\ln GBV_{63} - \ln GBV_{58})]$ , где  $VA$  — добавленная стоимость,  $DP$  — индекс цен 1963 года (цены 1958 г. = 1,000). Этот индекс берется из табл. 5 в томе 4 переписи обрабатывающей промышленности за 1963 год;  $N$  — общая занятость;  $GBV$  — валовый объем основного капитала;  $ALSV$  — средняя доля заработной платы в добавленной стоимости (в 1958 и 1963 гг.).

Другая, связанная с производительностью, величина — «частичное изменение цен»;  $PP = 1/5 (\ln DP - ALSV \cdot \ln DW)$ , где:  $PP$  — «частичное изменение цен»,  $DW$  — средний темп изменения заработной платы:  $\ln DW = (\ln зарплат_{63} - \ln зарплат_{58}) - (\ln занятости_{63} - \ln занятости_{58})$ .

Интересны также и некоторые дополнительные переменные:  $R$  — объем затрат на исследования и развитие как часть чистой суммы продаж;  $ROV = R$  (отношение средней величины продаж к добавленной стоимости) = (исследования и развитие как часть добавленной стоимости);  $D_5$  — фиктивная переменная при  $R > 0,15$ . Все эти данные взвешены по величине добавленной стоимости (1958 г.).

Рассмотрим сначала результаты оценки параметров (5')

$$T = 0,0043 + 0,397 ROV - 0,107 D_5; R^2 = 0,574; \\ (0,0033) (0,038) \quad (0,013) \quad (6)$$

$SE = 0,0215$ .

Как видно, значения коэффициента при  $ROV$  большие и высокая норма дисконта  $D_5$  для  $R > 0,15$ . Эти значения коэффициентов соответствуют двум отраслям промышленности — артиллерийской и авиационной (включая выпуск запасных частей), а также тем отраслям, где правительственное финансирование исследовательских работ составляет около 86% и где измеримый эффект этих работ вряд ли проявится в остатке. Так как среднее значение  $ROV$  для этой группы отраслей составляет в среднем 0,305, то предполагаемый дисконт  $D_5$  совпадает с упомянутой только что долей правительственных инвестиций:  $0,107 / (0,397 \times 0,305) = 0,88 \approx 0,86$ .

\* Это вполне разумное допущение для рядов, где темп роста приблизительно равен темпу обеспечения запасов.

Описанный выше способ вычисления базируется на довольно сомнительной оценке темпов роста движимого капитала. Имеется и иной способ аппроксимации  $T$ , исходящий со стороны цен и использующий двойственность изменения счетов цен и объемов

$$T = [ALSV \ln DW + (1 - ALSV) \ln DII - \ln DP], \quad (7)$$

где  $\ln DII$  — индекс темпа изменения цены услуг движимого капитала. Допуская, что последняя величина одинакова для всех обрабатывающих отраслей (что совсем не безосновательно), заключаем, что

$$PP = \ln DP - ALSV \ln DW = -T - ALSV \overline{\ln DII} + \overline{\ln DII}. \quad (8)$$

Рассматривая  $\overline{\ln DII}$  как константу, можно использовать  $PP$  в качестве зависимой переменной в уравнении, аналогичном (6), но содержащем также  $ALSV$  (долю труда в добавленной стоимости) как дополнительную переменную. Сделав это, получаем

$$PP = 0,0207 - 0,319 ROV + 0,084 D_s - 0,043 ALSV; \\ (0,0085) (0,027) \quad (0,010) \quad (0,016) \quad (9) \\ R^2 = 0,635; SE = 0,0155.$$

Коэффициенты  $ROV$  и  $D$  этого уравнения подобны соответствующим коэффициентам (6), но имеют противоположные знаки. Коэффициент  $ALSV$  дает оценку ненаблюдаемого темпа изменения цены услуг капитала. Фактически оценки близки и в большой мере независимы друг от друга. Более того, оценки, основывающиеся на уравнении (9), не зависят от использования проблематичных данных о капитале. Они также полностью согласуются со сделанным ранее предположением, что  $\rho \approx 0,3$ \*. Вычитая 86% из общей суммы расходов на исследования и развитие в авиационной и ракетной промышленности, получаем взвешенную величину доли  $ROV$ , равную 0,04 от общих затрат на переработку в 1958 г. Это предполагает, что в обрабатывающей промышленности инвестициями в исследования можно объяснить весь прирост выпуска продукции ( $0,3 \times 0,04 = 0,012$ ). Заметим однако, что в этот период обрабатывающая промышленность давала лишь около четверти валового национального продукта.

IV. С точки зрения счетов «реального» национального дохода или роста предположение, что исследования и разработки можно интерпретировать как своеобразные инвестиции, наталкивается на трудности измерения потока соответствующего реального выпуска. Здесь имеется множество проблем и я не могу сделать ничего другого, чем просто перечислить их.

1. Основная часть исследовательской «продукции» продается в общественный сектор. Сюда входят исследования в области обороны и космоса, для которых не существует иной адекватной рыночной оценки. Обычно «выход» таких работ измеряется в издержках. При этом (по определению) полагают, что результаты исследований не дают никакого вклада в измеримую производительность\*\*.

\* Этот коэффициент может оказаться слишком мал, так как при его получении мы пользовались общим объемом инвестиций в исследования, тогда как в (5') нужно учитывать лишь чистые инвестиции. В той мере, в какой уровни обесценивания (или запасов) имеют положительную корреляционную связь с уровнем валовых капиталовложений, коэффициент  $ROV$  будет смещенной вниз оценкой  $\rho$ .

\*\* Данное утверждение справедливо для основной массы оборонных и космических исследований, конечная продукция которых представляет собой синьки, формулы или макеты. В еще большей степени это справедливо для изысканий в области компонент оборудования, продаваемого правительству из-за отсутствия соответствующих индексов цен для дефлятирования.

2. Значительная часть частных инвестиций в исследовательские работы имеет своим результатом новые продукты или повышение качества существующих продуктов\*. Будут ли эти продукты «видны» в валовом национальном продукте в текущих ценах зависит от того, насколько продолжительным (или кратким) будет монопольное положение фирм, занимающихся исследованиями, а также от доли общественной прибыли (выигрыша потребителя), присвоенной этими фирмами. Что же касается отражения результатов исследований в валовом национальном продукте в неизменных ценах, это зависит от того, что произойдет с индексами цен, с помощью которых дефлятируется текущий чистый выпуск данной отрасли. Если в этих индексах улучшения качества показаны полностью, то в результирующем валовом национальном продукте будут отражены общественные результаты исследования; но это маловероятно\*\*. Если же в индексах цен нет повышения качества, то в счетах национального продукта выявляется лишь продукция частного сектора исследований и лишь в той мере, в какой фирмам удастся присвоить ее за счет повышения цен на продукцию более высокого качества.

3. Если некоторые из таких неизмеренных улучшений применяются в продукции, которая в свою очередь затрачивается при производстве других видов частной продукции, роль этих улучшений проявится при измерении производительности отраслей, которые их закупили. Например, вклад исследований в улучшение характеристик сельскохозяйственных тракторов может не проявиться в счетах затрат-выпуска в тракторной промышленности, но он может повлиять на измеряемую производительность в сельском хозяйстве.

4. Имеются также технические трудности учета результатов усовершенствований, связанные с тем, что большинство частных исследований включаются в текущие затраты (как промежуточные продукты) и их результаты явно не проявляются в объеме выпуска. Кроме того, им не соответствует явно выраженный поток доходов (эффекта). Таким образом, весьма трудно осуществить любую схему счетов, основанную на факторных долях, даже игнорируя то, что общественный эффект исследований не отражен в этих факторных долях и в том случае, если мы можем оценить их. Это основная причина появления вышеописанных попыток эконометрической оценки общественного вклада исследовательских работ.

5. Главная трудность в интерпретации исследований как инвестиций состоит в том, что исследования являются преимущественно «внутренними» инвестициями, без явного промежуточного рынка для их продукции. Когда мы говорим о «движимых» инвестициях, разумея оборудование и строительство, то их можно оценить теми средствами, которые были затрачены на их приобретение. Иначе говоря, мы имеем меру выпуска машиностроительной промышленности, независимую от нашего измерения ресурсов (труда и капитала), затраченных при производстве этих машин. Наличие отдельных измерителей для актива и пассива счетов необходимо для измерения производительности в производстве инвестиционных продуктов\*\*\*. Но исследования, подобно рекламе и другим затратам на изменения являются преимущественно внутрифирменным делом и их резуль-

\* Это важная сторона проблемы. Подсчитано, что свыше  $\frac{3}{4}$  затрат на исследования и разработки в США направляются на «обновление процессов» [26]. Вопрос о том, как это может повлиять на эффективность исследований, был рассмотрен в [31—33].

\*\* См. недавний обзор состояния проблемы отражения качества в индексе цен в [34].

\*\*\* Это, конечно, проблема обычных оценок формирования реального капитала в строительстве, где мы не имеем независимого измерителя выпуска или индекса цен выпуска.

таты не видны в счетах выпуска фирмы\*. Что еще важнее, они могут быть даже не видны, если исключить случай с очень большим и случайным лагом, даже в счетах доходов фирмы.

Рассмотрим, например, фирму, которая занимается бурением нефтяных скважин. Такая работа требует некоторых издержек, а успех ее измеряется новыми действующими скважинами и дополнительно открытыми ресурсами нефти. Очевидно, успехи эти вряд ли выявятся в текущем или даже следующем году. В конечном счете эффект будет получен, хотя его отношение к затратам может быть тогда весьма неясным. Находка нефти отразится в счете «доходов капитала», росте рыночной стоимости фирмы. Таким образом, потенциально может существовать способ измерения частного продукта исследования, однако невозможно извлечь необходимые для этого данные из текущего счета доходов\*\*.

После перечисления всех этих «ловушек» мы подготовлены к тому, чтобы взглянуть на возможные последствия нашего способа трактовки текущих расходов на исследования в счетах национального дохода.

Рассмотрим сначала несколько простых случаев.

Выполненные в общественном секторе исследования измеряются через затраты и не вносят прямого вклада в измеренную производительность, так как рост производительности в общественном секторе равняется нулю — по условиям построения национальных счетов (а также из-за отсутствия реальных данных о «реальной» стоимости выпуска в этом секторе). В той мере, в какой эти исследования воздействуют на производительность ресурсов в частном секторе (как в случае агрономических исследований или возможных «переливов» из космических программ). Это — «внешняя экономия», которую можно уловить с помощью обычных измерителей общей производительности ресурсов.

Исследования, осуществленные в частном секторе для общественного сектора, т. е. выполненные по контрактам работы по оборонным и космическим программам, также не дают прямого вклада в измеримую производительность, так как эта часть частного выпуска дефлятируется по индексам издержек производства, предполагающим нулевой рост производительности. Только «внешняя экономия» от такого исследования может быть уловлена при обычной системе счетов.

Наиболее интересен случай, когда частные инвестиции на исследования расходуются внутри фирмы на дальнейшее увеличение производительности или доходности фирмы. Чтобы свести задачу к приемлемым размерам, рассмотрим сначала специальный и довольно тривиальный случай: все исследования частные и не существует «внешней экономии», совокупная производственная функция имеет постоянный эффект от масштаба производства относительно  $C$ ,  $L$  и  $K$ . Изучим при этих предположениях последствия двух «ошибок»: 1) зачисление исследовательских расходов на текущий счет вместо более правильного подхода к ним как к особому рода капиталу и 2) использование для исследовательских инвестиций той же нормы эффективности, что и для обычных инвестиций, в то время как частная норма эффективности от исследований фактически может быть выше, чем от движимого капитала.

Для этого специального случая можно начать построение системы счетов роста с записи тождества, связывающего затраты и выпуск

$$p_I I + p_G G + p_K I_K = q_L L + q_C C + q_K K, \quad (10)$$

где  $p_I I$ ,  $p_G G$ ,  $p_L L$  и  $q_C C$  — измеренные обычным способом соответственно инвестиции, потребление («товары»), труд и прибыль от капитала в теку-

\* Данная точка зрения рассмотрена в более общем виде в [35].

\*\* Это — направление дальнейших исследований.

щих ценах. В дополнение к обычным счетам здесь в левой части тождества появляется член  $pI$ , представляющий собой текущие валовые инвестиции в исследования («знания») или иные виды недвижимого капитала. Член справа — текущая отдача от ранее накопленных знаний. Здесь использованы различные обозначения для цен текущего выпуска ( $p$ ) и цен услуг (ренд) различных затрат и запасов капитала ( $q$ )\*. При таком определении обычное измерение продукции можно переписать так

$$pI + p_G G = q_L L + q_C C + q_K K - p_K I_K. \quad (10')$$

Теперь ясно видно, что обычные измерители производительности совершенно игнорируют роль (позитивную или негативную) последних двух членов этого выражения. Кроме того, существует другой источник смещения при обычном измерении через остаток размеров вклада движимого капитала (цены его услуг или нормы эффективности). Ошибочная оценка цены услуг движимого капитала,  $q^*$ , будет дана выражением

$$q_C^* = \frac{q_C C + q_K K - p_R R}{C}, \quad (11)$$

где  $p_R R$  — затраты на исследования и разработки, которые «изымаются» из счетов прибыли и рассматриваются так, как если бы они были затратами на текущий выпуск. Здесь делается различие между величиной  $pI$ , которая представляет собой текущий рыночный продукт этой деятельности, и величиной  $p_R R$  — идентифицированные текущие затраты на него. Как подчеркивалось ранее, эти величины должны быть равны лишь в условиях устойчивого равновесия с полным предвидением и лишь текущей системой счетов. Для удобства дальнейших манипуляций с этими выражениями введем тождество

$$p_K I_K = p_R R + p_R U, \quad (12)$$

где  $p_R U$  — текущее превышение роста знаний над текущими затратами, вычисленное в факторных ценах  $p_R$  текущих исследовательских затрат. Помня об этом различии, оставим его на время и вернемся к выводу выражения смещения обычных измерителей общей производительности. Из (11) смещение оценки измерения цены услуг движимого капитала дается соотношением

$$q - q_C^* = \frac{p_R R - q_K K}{C}. \quad (13)$$

Общее (абсолютное) смещение измерения общей производительности

$$\dot{T}^* - \dot{T} = q_K \dot{K} - (q_C^* - q_C) \dot{C} - p_K \dot{I}_K, \quad (14)$$

где  $\dot{X} = dX / dt$ . Таким образом, измеренный рост общей факторной производительности  $\dot{T}^*$  превышает «истинное» значение производительности  $\dot{T}$  на величину вклада роста «запаса знаний», но преуменьшает его из-за переоценки вклада роста движимого капитала и исключения роста инвестиций в этот тип знаний из обычного измерения выпуска. Подставляя (13) в (14) и выражая все переменные в виде темпов роста, получаем

$$\dot{T}^* - \dot{T} = q_K K \frac{\dot{K}}{K} - (q_K K - p_R R) \frac{\dot{C}}{C} - p_K I_K \frac{\dot{I}_K}{I_K}. \quad (15)$$

\* См. в [36] более детальное описание алгебры такого типа счетов.

Перегруппировывая члены (с учетом (12)), находим

$$T^* - T = q_K K \left( \frac{\dot{K}}{K} - \frac{C}{C} \right) + p_R R \left( \frac{C}{C} - \frac{\dot{I}_K}{I_K} \right) - p_R U \frac{\dot{I}_K}{I_K}. \quad (16)$$

Если бы мы были готовы допустить, что темпы роста инвестиций в знания и их запасов приблизительно равны, т. е. что  $\dot{K}/K \approx \dot{I}_K/I_K$  (это предположение не будет слишком грубым для быстро развивающихся исследований на их начальной стадии и при условии, что нет существенного расхождения между текущими затратами на исследования и их выпуск (т. е.  $p_R U = 0$ ), то (12) сведется к

$$T^* - T = (q_K K - p_R R) \left( \frac{\dot{K}}{K} - \frac{C}{C} \right). \quad (17)$$

Замечая, кроме того, что можно записать  $R = \dot{K} + \delta K$ , где  $\delta$  — степень обесценения запаса знаний, и допуская, что цена услуг этого капитала дается выражением  $q_K = p_R(\rho + \delta)$ , где  $\rho$  — норма эффективности запаса знаний, сводим (17) к виду

$$T^* - T = p_R K \left( \rho - \frac{\dot{K}}{K} \right) \left( \frac{\dot{K}}{K} - \frac{C}{C} \right). \quad (18)$$

Таким образом, пока норма эффективности этого запаса превышает темп его увеличения и пока этот темп выше темпа роста движимого капитала, традиционные измерители общей производительности будут смещены вверх\*.

Мы можем использовать эту формулу и некоторые оценки для частного сектора американской экономики, заимствованные из [17, 26, 39, 40] для того, чтобы получить порядок величины этого смещения. В их оценках предполагается, что величина  $K$  в частном секторе («исследовательский капитал») растет примерно на 7% в год в период 1948–1966 гг., т. е. общая величина исследовательского капитала увеличилась примерно на 75%\*\*. Оцененный ими запас частного исследовательского капитала составлял (в ценах 1958 г.) около 35 млрд. долл., а размер текущих инвестиций собственных средств промышленности в исследования был около 7 млрд. долл. (в текущих ценах). Кроме того, в [17] находим, что объем продукции частного сектора в 1966 г. составлял 520 млрд. долл. (в текущих ценах), косвенный дефлятор совокупного частного продукта — 110 (1958 г. = 100), темп роста запаса — нетто движимого капитала в 1948–1966 гг. — 3,5%.

Принимая  $\rho = 0,3$ , т. е. что частная норма эффективности от исследований равна 30%, получаем (после деления на общий объем продукции)

$$\frac{T^*}{T} - \frac{T}{T} = \frac{p_R K}{p Q} \left( \rho - \frac{\dot{K}}{K} \right) \left( \frac{\dot{K}}{K} - \frac{C}{C} \right) = \frac{35}{520/1,1} \times \\ \times (0,3 - 0,07) (0,7 - 0,035) = 0,0006,$$

т. е. принимая довольно высокую норму эффективности от исследовательских работ, мы можем учесть лишь 0,0006 нашей оценки «остатка» из-за неспособности капитализировать прошлые частные затраты на исследования. Это только ничтожная часть любой оценки темпов роста общей

\* Подобные же выражения можно найти и в [37], где обсуждаются те же вопросы, но в несколько ином плане.

\*\* Будем всюду далее предполагать, что  $\dot{P}/P \approx \dot{p}_R/p_R$ , т. е. индекс цен исследовательских инвестиций равен косвенному дефлятору частного продукта. При этом, по-видимому, оказывается заниженной величина  $\dot{p}_R/p_R$  и завышается действительный рост исследовательских инвестиций в постоянных ценах.

факторной производительности. Это не означает, конечно, что исследовательские инвестиции не вносят вклада в рост выпуска. Этот вклад измеряется величиной  $q_k/pQ$ . При  $\rho + \delta = 0,4$  это выражение равно 0,0021, что уже не пренебрежимо мало. Величину эту, однако, нельзя обнаружить в «остатке», так как она перекрывается погрешностями.

В проведенных выше вычислениях мы предполагали, что инвестиции в исследования и их общие запасы растут примерно в одном темпе и что нет расхождения между текущими затратами на исследования и их выпуском. Возвращаясь к уравнению (16), можно заметить, что только что выполненный расчет дает завышенную величину смещения в периоды, когда исследовательские инвестиции растут очень быстро ( $I_k/I_k > \dot{K}/K$ ) и занижают его в периоды медленного роста, подобные нынешнему\*.

Можно попытаться провести эти расчеты для недавнего периода времени. Используя примерно те же методы, что и в [17], получим оценку частного капитала в исследованиях около 50 млрд. долл. (в ценах 1958 г.) на начало 1971 г. против 35 млрд. долл. в 1966 г.\*\*. Здесь подразумевается, что величина  $\dot{K}/K$  между 1966 и 1971 гг. составляла в среднем 0,06 в год. В то же время «реальные» частные инвестиции в исследования и разработки в 1970 г. росли примерно на 4% (или даже меньше). Если допустить, что движимый капитал-нетто тоже увеличивается примерно на 4% в год, то второй член в (12) сокращается; если же принять еще, что третий член равен нулю ( $p_r U = 0$ ), то получим

$$\frac{\dot{T}}{T} - \frac{\dot{T}}{T} = \frac{1,3(0,3 + 0,1)50}{864}(0,06 - 0,04) = 0,03 \times 0,02 = 0,0006,$$

что совпадает с прежней оценкой.

Чтобы повысить эту оценку путем смягчения ограничения  $p_r U = 0$ , следует допустить, что эта величина отрицательна ( $p_r U < 0$ ), т. е. наблюдаемые затраты на исследования превышают текущие валовые инвестиции в «знания». Это маловероятно в период понижающегося темпа роста реальных исследовательских затрат. Можно предположить, что предстоят еще некоторые доходы от прошлых инвестиций. Вообще возможно, что  $U$  будет отрицательна в периоды быстрого роста  $R$ . Это вызывается лагом между инвестициями в исследования и их действительным продуктом.

Результаты этого раздела могут вызвать возражения в связи с тем, что они не учитывают экономию от масштаба производства, внешнюю экономию частных исследований и вклад правительственных исследовательских работ в продуктивность частного сектора. Обсудим это в следующем разделе.

V. Прежде чем перейти к оценке возможной «внешней экономии» следует кратко рассмотреть влияние растущей экономии от масштаба на частные инвестиции в исследования и разработки. В разд. IV мы изучали эти инвестиции, допуская постоянную экономию от масштаба на единицу труда, движимого и недвижимого частного капитала (с помощью обычных допущений счетов национального дохода). Однако в производственной функции (4) принята постоянная эффективность от масштаба по отношению к обычным затратам и мультипликативный эффект от частного и общественного запаса знаний ( $K$ ). Один способ избавиться от этого несоответствия — допустить, что частные фирмы обладают достаточно сильной

\* Это предположение почти верно для имеющихся у нас цифр за 1966 г.

\*\* Основные данные взяты из NSF 70—46 (1970) [38]. Они были переведены в постоянные цены с помощью косвенного дефлятора валового национального продукта. Накопленный итог получен в предположении амортизации расходов на прикладные исследования по 10% деgressивной шкале.

монополий, чтобы «эксплуатировать» все факторы пропорционально. Иначе говоря, наблюдаемые доли в рынке недооценивают истинный показатель эластичности на множитель  $1/(1+\alpha)$ , где  $\alpha$  — эластичность выпуска по отношению к частному  $K$ . Это позволяет переписать уравнение (15) в виде

$$\frac{\dot{T}^*}{T} - \frac{\dot{T}}{T} = \alpha \frac{\dot{X}}{X} + (1+\alpha) \left[ \frac{p_R R - q_K K}{pQ} \frac{C}{C} + \frac{q_K K}{pQ} \frac{\dot{K}}{K} \right] - \frac{p_K I_K}{pQ} \frac{\dot{I}_K}{I_K}, \quad (15')$$

где  $\dot{X}/X$  — скорость роста в обычном общем индексе затрат. Правая часть этой формулы по существу та же, что и прежде (разница лежит в пределах погрешностей), но первый член  $\alpha \dot{X}/X$  — новый. При ранее использованных данных для частного сектора  $q_K K/pQ$  и, следовательно  $\alpha$ , имели в 1966 году значения приблизительно равные 0,02, в то время как  $\dot{X}/X$  по оценке Кейдрика за 1958—1966 гг. [17] составляла 0,023. Это может добавить лишь около 0,00046 к прежним оценкам. Так как этот эффект таков же, как и от любого другого источника экономии от масштабов производства, продолжать рассмотрение этого вопроса не целесообразно.

Очень трудно адекватно оценить величину «внешней экономии» из исследований, которые полностью или частично финансируются государством. Здесь имеются два противоположных факта: с одной стороны, — явно высокие прибыли от общественных сельскохозяйственных исследований (о чем говорилось в разд. I), а с другой — свыше половины общих затрат на исследования используется для целей обороны, исследования космоса и т. п. Каков бы ни был общественный выигрыш от оборонных усилий или полетов на Луну, он не выявится в обычных счетах производительности. Прямое воздействие этих затрат на измеряемую производительность равно нулю, в то время как данные об их косвенном воздействии не особенно убедительны. Есть другая существенная область общественных исследований, социальная эффективность которой значительно менее спорна. Это — медицинские исследования; однако совершенно неясно, как показать их в счетах производительности при нынешнем их определении.

В табл. 1 сделана попытка дать возможные величины затрат на исследования, которые потенциально могут увеличивать измеримую производительность. В ней сведены вместе данные официальной статистики из нескольких отчасти противоречивых источников и сделана попытка разделить затраты между исследованиями, ориентированными на оборону и исследование космоса, и работами, результаты которых отражаются на реальной годовой производительности человека, занятого при нынешнем ее измерении. Распределение это несколько произвольно и базируется на «пробных оценках», особенно относительно цифр последнего столбца табл. 1. Однако цифры эти дают некоторое представление о возможном порядке величин и создают основу для дальнейшего обсуждения. В 1970 г. из 27 млрд. долл. так называемых затрат на «исследования и разработки» половину следует приписать расходам на оборону и исследования космоса. Из оставшейся суммы, как кажется, около 11 млрд. долл. могут иметь потенциальное влияние на общую производительность. Эти 11 млрд. долл. включают 9,5 млрд. долл. на исследования в промышленности, около 1/3 млрд. долл. на исследования для нужд собственно правительства и 1,3 млрд. на исследования в университетах, институтах и других подобных организациях. Одновременно частные исследования в промышленности, имеющие целью получение прибыли (в отличие от производящихся помимо правительственного финансирования частных бесприбыльных исследований), также требуют около 11 млрд. долл. То, что примерно

Таблица 1

Приблизительное распределение затрат на исследования  
и разработки в США в 1970 г. по источникам, исполнителям  
и возможному назначению (в млрд. долл.) \*

Исполнитель, источник, тип	Общие затраты	Оборона и космос	Другие затраты с возможным влиянием на измеримую про- изводительность частного сектора
Собственно правительствен- ные			
Фундаментальные	620	320	60 <sup>1</sup>
Прикладные	1300	850	240 <sup>2</sup>
Усовершенствования	1740	1610	50 <sup>3</sup>
Всего	3660	2780	350
Промышленность			
Федеральное финансирова- ние			
Фундаментальные	400	400	
Прикладные	830	730	30 <sup>4</sup>
Усовершенствования	6900	6590	220 <sup>5</sup>
Фонды компаний			
Фундаментальные	570	80 <sup>6</sup>	480
Прикладные	2480	250 <sup>7</sup>	2230
Усовершенствования	7700	900 <sup>8</sup>	6800
Прочие		180 <sup>9</sup>	180
Всего	18880	9130	9520
Университеты, колледжи, без- доходные институты и фе- деральные исследователь- ские центры			
Федеральные фонды			
Фундаментальные исследо- вания	960	480	240 <sup>10</sup>
Прикладные	960	310	180 <sup>11</sup>
Усовершенствования	950	830	40 <sup>12</sup>
Фонды промышленности	160		160
Другие фонды	1290		650 <sup>13</sup>
Всего	4320	1620	1270
Итого	26860	13530	11140

\* Итоговые цифры взяты из NSF 70-46 (1970 г.) [38]. Разбиение затрат федерального правительства основывается на «обязательствах» за 1970 г., взятых из NSF 70-38 (1970 г.) [41]. Разбиение затрат промышленности на исследования основывается на данных 1968 г., почерпнутых из NSF 70-29 (1970 г.) [42]; 1. 20% всех прочих; 2. все для министерства сельского хозяйства и внутренних дел; 20% на прочее; 3. все на транспорт; 20% на прочее; 4. все на министерство внутренних дел; 20% на прочее; 5. все на транспорт; 20% на прочее; 6. половина на авиацию и ракеты, а также на электрооборудование и связь; 7. половина на авиацию, ракеты и средства связи; 8. половина на авиацию и ракеты, 10% на химию, машиностроение и электрооборудование; 9. 10% на двигатели и приборы; 10. 50% остального; 11. все финансируется министерствами сельского хозяйства и внутренних дел; 20% остального; 12. все на транспорт; 20% остатка; 13. 50% от общих затрат.

1,5 млрд. долл. частных исследовательских затрат на оборону (так как оборонный сектор является главным покупателем продукции многих фирм, они затрачивают свои ресурсы на исследования в этой области) уравниваются 1,5 млрд. общественных затрат, которые могут повлиять на производительность частного сектора, совершенно случайно, но показательно.

Мы еще не сделали поправку на «переливы» из оборонных и космических исследований. Верхний предел оценки их воздействия, видимо, таков. Около 20% этих исследований оказывают такое же влияние и имеют такую же норму эффективности, что и частные затраты, прямо предназначенные на увеличение производительности частного сектора. В табл. 2 дается грубо приблизительное распределение различных видов инвестиций в исследования и разработки по их потенциальному воздействию на измеримую величину производительности в частном секторе, включая возможную внешнюю экономию от той части исследований (как, скажем, косми-

Таблица 2

Распределение затрат на исследования и разработки в США в 1970 г. по их потенциальному прямому и косвенному воздействию на производительность частного сектора

Тип исследований	Затраты	
	общие, %	связанные с производительностью, %
Промышленные		
Частные фонды	40	35
Общественные фонды	30	1
Общественные		
Собственноправительственные	14	1
Университеты, исследовательские центры	16	4
Косвенные («внешняя экономия») *		12
Итого	100	53

\* Косвенные = 20% остатка (табл. 1).

ческих), которая не предназначена прямо влиять на производительность. Около 1/2 общих затрат на исследования могут рассматриваться в этом смысле как продуктивные.

Прежде чем включить эти оценки в пересмотренную схему счетов, нужно решить, насколько эффект от частных исследований является скорее общественным, чем частным. В предыдущих разделах этой статьи мы использовали  $\rho = 0,3$  при расчете как общественной, так и частной эффективности исследований. Однако, обосновывающие это число эконометрические данные неопределенны в отношении точного разделения этих эффективностей. Если бы используемые как дефляторы индексы цен были идеальны, то почти весь эффект, оцениваемый по общей факторной производительности или из изучения «остатка», отражал бы общественную эффективность. Так как эти индексы далеки от идеала, существенная часть оцененного эффекта фактически является частной. Для перехода к вычислениям порядка величины сделаем следующие произвольные, но возможно необоснованные допущения: 1) частные затраты на исследования обеспечивают «нормальную» валовую норму эффективности около 20% (10% на покрытие амортизации и 10% чистой прибыли); 2) они дают «внешнюю экономию» в частном секторе, равную 20%, т. е. предполагается, что 1/3 сделанной ранее оценки  $\rho = 0,3$  действительно есть часть част-

ных прибылей\*; 3) общественные инвестиции в исследования (прямые и косвенные) дают валовую норму эффективности 30%.

Применяя эти предположения и разделение инвестиций из табл. 2 (которое основано на данных 1970 г.) к предыдущим оценкам накопленных запасов исследовательских инвестиций, и замечая, что доля частных инвестиций в исследования была в 1966 г. и в предшествующие годы ниже, чем в 1970 г. (32% против 40% в 1970 г.), имеем:  $K_{dp\ 1966} = 31$  млрд. долл. непосредственно производительных запасов частных инвестиций на исследования в ценах 1958 г.;  $K_{dg\ 1966} = 7$  млрд. долл. непосредственно производительных запасов общественных инвестиций в исследования;  $K_{dc\ 1966} = 13$  млрд. долл. косвенных производительных запасов частных и общественных инвестиций в исследования. Соответствующая балансовая формула теперь имеет вид

$$\frac{\dot{T}^*}{T} - \frac{\dot{T}}{T} = \frac{(q_{kp} - q_{kpe})K_p}{pQ} \frac{\dot{K}_p}{K_p} + \frac{q_e(K_{dg} + K_e)}{pQ} \frac{\dot{K}_g}{K_g} - \frac{p_R R}{pQ} \frac{\dot{R}}{R} - \frac{p_R R}{pQ} \frac{\dot{C}}{C},$$

где первые два члена показывают вклад частных и общественных исследований в рост выпуска в частном секторе, а последние два служат для компенсации двух ошибок, возникающих при обычном способе измерения общей факторной производительности: исключение частных инвестиций в исследования при измерении выпуска и переоценка вклада движимого капитала.

Положив  $q_{kp} + q_{kpe} = p \times 0,4$  и  $q_{kq} = p \times 0,3$  и беря, как и прежде,  $\dot{K}_p / K_p = 0,07$ ;  $\dot{K}_g / K_g = 0,1$ ;  $p_R R = 7$  млрд.;  $pQ = 520$  млрд. дол.;  $p = 1,1$ ;  $Q = 473$  млрд. дол.;  $\dot{C} / C = 0,035$  и  $\dot{R} / R = 0,08$ , получаем

$$\begin{aligned} \frac{\dot{T}^*}{T} - \frac{\dot{T}}{T} &= \frac{0,4 \times 31}{473} \times 0,07 + \frac{0,3 \times (7 + 13)}{473} 0,1 - \\ &\quad - \frac{7}{473} (0,08 + 0,035) = 0,0034. \end{aligned}$$

Общий вклад исследований и разработок в рост выпуска теперь оценивается в 0,005 (0,5% за год), из которых 0,00185 приходится на частнохозяйственный эффект от исследований в частном секторе; 0,00185 — на «внешнюю экономию» от частных исследований; 0,00046 — на «непосредственно производительные» общественные исследования и 0,00084 — на «внешнюю экономию» от всех других исследований. Чистое воздействие всего этого на измеримую общую факторную производительность несколько меньше 0,0034. Поскольку частнохозяйственный эффект и ошибки в его учете при измерении общей факторной производительности почти полностью уничтожаются ( $0,00185 - 0,00155 = 0,0003$ ), можно остановиться на одной «внешней экономии». Проведенные выше расчеты дают годовой вклад этой экономии около 0,0023 для «непосредственно производительных» инвестиций (общественных и частных), а потенциальные 0,0008 относят за счет «переливов» из других исследований. Допуская, что частные прибыли и соответствующие ошибки при измерении общей факторной производительности взаимно уничтожаются, можно использовать формулу (9) прямо для определения текущего вклада исследований и разработок в рост выпуска. В 1970 г. общие затраты на исследования с потенциальной внешней экономией (включая переливы) в частном секторе были равны 14 млрд. долл. (табл. 1, 2). Принимая, что около  $1/2$  этих валовых

\* Мы неявно допускаем, что эти инвестиции дают меньшую внешнюю экономию, чем общественные, которые прямо ориентированы на создание возможностей «внешней экономии».

инвестиций предназначены для замены, и учитывая, что частный валовой национальный продукт составлял 855 млрд. долл., получаем, что доля чистых инвестиций равна 0,0082. Наши прежние предположения и распределение затрат в табл. 2 подразумевают взвешенную общественную норму эффективности, равную 0,234, и, следовательно, вклад исследований в темп роста выпуска частного сектора составляет 0,0019. Это — примерно  $\frac{2}{3}$  от соответствующей цифры 1966 г. и отражает существенное снижение темпов роста затрат на исследования. Однако из-за наличия лага это снижение может не проявиться до середины 70-х гг.

VI. Оценка влияния исследовательских инвестиций на скорость роста общей факторной производительности складывается, в основном, из трех частей: 1) предполагаемого превышения общественной нормы эффективности над частной; 2) части фактических исследовательских затрат, от которой можно ожидать воздействия на общую факторную производительность при текущем ее измерении; 3) части этих затрат, которая представляет собой скорее чистые инвестиции, чем затраты на замену. В разд. I — IV мы приводили аргументы в пользу того, что эти числа соответственно равны 0,023; 0,53; и 0,5. После перемножения и применения результата к текущему (на 1970 г.) соотношению общих затрат на исследования и частного валового национального продукта (это отношение равно 0,03), получим оценку влияния на остаток 0,0002\*. Влияние этих затрат на действительный темп роста выпуска примерно вдвое выше, но половина этого влияния (для частной эффективности) почти полностью уничтожается, компенсируя ошибки измерения выпуска и вклада движимого капитала.

Эти влияния не являются пренебрежимо малыми. Как было недавно подсчитано по оценкам 1966 г. они определяют от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{5}$  «остаточного» темпа роста\*\*. По моему мнению, это близко к верхнему пределу оценки, но читатель волен вводить свои собственные «пробные оценки» в приведенную выше формулу\*\*\*. Я считаю, что это верхняя граница оценки потому, что применяю довольно высокую общественную норму эффективности, получающуюся их разрозненных данных относительно немногих удачных областей исследований ко всем исследовательским затратам. Кроме того, я, кажется, довольно безразлично относился к определению границ того типа исследований, которые могут влиять на измеримую общую факторную производительность. Главное упущение в проведенных рассуждениях — неучет возможного вклада научного образования в целом, помимо того, что попадет в рубрику «исследования». Но это не все\*\*\*\*. Кроме того, если мы разумно расширим границы понятия «исследования и разработки», то, вероятно, соответственно снизим оценку нормы эффективности, так как если производительность была измерена правильно, в этих нормах уже содержался эффект от всех таких исследований. Так, например, когда мы оценили норму эффективности исследований в обрабатывающей промышленности примерно в 0,3 (разд. III), мы не включали в определение исследований и разработок «внешнюю экономию», которая

\* Это несколько, хотя и не намного, выше оценки, полученной на десятилетие раньше [43, стр. 239—246].

\*\* См. [36].

\*\*\* Существует еще «причинное» влияние инвестиций в исследования и разработки, которое не рассматривается в этой статье. Повышение производительности делает дополнительные инвестиции прибыльными и вызывает поэтому дополнительное накопление капитала с последующим воздействием на темп роста выпуска. При обычных предположках балансовых счетов роста это воздействие относится на счет движимого капитала, а не исследований. По моему мнению, это правильно.

\*\*\*\* В 1964 г. общие затраты в университетах на подготовку научных работников и инженеров (за вычетом явных затрат на исследования) составляли лишь 2,4 млрд. долл.

предположительно получается от перетоков из других секторов экономики. Если распределить эту экономию пропорционально собственным затратам отдельных отраслей промышленности на исследования, норма эффективности от всех соответствующих исследований будет значительно (примерно на  $\frac{1}{4}$ ) ниже.

Другая причина возможного завышения сделанных выше оценок заключена в неявном допущении, что запас знаний растет пропорционально росту затрат на исследования. Но быстрый рост последних может сопровождаться существенным снижением эффективности, так что действительный запас знаний нигде не растет с примерно тем же темпом. По всем этим причинам приведенные выше оценки вероятно завышены (процентов на 50).

VII. Главное возражение в отношении полученных выводов следующее. Все они основываются на «средней» норме эффективности, в то время как решения должны приниматься по предельной норме. В этом возражении содержится важная полуправда: осуществление следующего по списку исследовательского проекта может потом привести к неудаче, и это бывает ясно и ранее. Но это только полуправда. Каждый отдельный исследовательский проект может быть безуспешным, что совсем не справедливо в отношении других попыток в этой или иных областях.

Здесь, кажется, поможет аналогия. Экономист может проверить отчеты и оценить предыдущий опыт в такой ненадежной отрасли, как разведка нефти, и заключить, что в целом инвестиции в эту отрасль представляются прибыльными и что люди, вкладывающие средства, знают что делают. Однако он не может гарантировать, что следующая скважина не окажется сухой и тем более не может сказать, где ее бурить. На более абстрактном уровне есть иной ответ на это возражение. Нет признаков того, что средняя норма эффективности в исследованиях падает, и, следовательно, неверно предполагать, что средняя и предельная нормы эффективности очень далеки друг от друга.

Если спросить большинство экономистов, они будут утверждать, что недостаточность инвестиций частных фирм в исследования объясняется тем, что частная фирма не в состоянии присвоить результаты этих исследований [44, 45]. Это главный аргумент в пользу патентной системы и государственной поддержки исследовательской деятельности. Имеются лишь немногие возражения. В недавней статье [46] отмечается, что в той мере, в какой новые знания могут обеспечить фирме (или отдельному лицу) преимущество в конкурентной борьбе, они могут создавать частные стимулы к инвестициям в исследования, даже если общественная норма эффективности выше. Эта точка зрения интересна, но кажется, не подходит для большинства исследований, поддерживаемых правительством. Результаты таких исследований вряд ли могут иметь форму, которая непосредственно обеспечивает преимущество на рынке. В любом случае поддерживаемые правительством исследования редко прямо конкурируют с частными исследованиями в той же области. Обычно процветающим областям частных исследований оказывается лишь незначительная государственная помощь.

Не все исследования способствуют росту производственных мощностей или производства товаров и услуг и целесообразному их расходованию. Некоторые из них, как отмечено в [47], представляют собой особый вид общественного потребления, например, альпинизм. Мы раскрываем некоторые тайны природы потому, что они существуют, а не только потому что это «полезно». Это не означает, что такие исследования не могут получать поддержки лишь потому, что они конкурируют с другими видами общественного потребления (такими, как архитектура общественных зда-

ний или изящные искусства) за получение поддержки из скудной общественной мощны.

И в эмпирической, и в теоретической литературе встречаются соображения, почему общественные инвестиции в науку и исследования могут быть хороши. Приводятся некоторые свидетельства того, что такие инвестиции дают более высокую норму эффективности, чем другие секторы экономики, но почти нет информации о том, куда именно должны быть сделаны конкретные инвестиции и не дается гарантий, что именно эти инвестиции фактически окупятся.

В заключение я выражаю признательность П. Райану за помощь в исследованиях, а Бен-Параху, Фримэну, Фишеру, Гордону, Джонсону, Юргенсону и Кузнецу за отзывы на первоначальный вариант.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. F. Machlup. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton, 1962.
2. E. Mansfield. Econometric Studies of Industrial Research and Technological Innovation. N.—J., W. W. Norton and Co, 1967.
3. R. R. Nelson. The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton, 1962.
4. W. D. Nordhaus. Invention, Growth, and Welfare. Cambridge, MIT Press, 1969.
5. Z. Griliches. Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations. Journal of Political Economy, 1958, v. 66, October.
6. L. Peterson. Returns to Poultry Research in the United States. Journal of Farm Economics, 1967, August.
7. N. Ardito-Barletta. Costs and Social Benefits of Agricultural Research in Mexico. (Ph. D. dissertation). Department of Economics, University of Chicago, 1971.
8. S. E. Eastman. The Influence of Variables Affecting the Worth of Expenditures on Research or Exploratory Development: An Empirical Case Study of C-141A Aircraft Program, 1967.
9. A. Weisbrod. Costs and Benefits of Medical Research: A Case Study of Poliomyelitis. Journal of Political Economy, 1971, v. 79, No. 3.
10. J. L. Enos. Invention and Innovation in the Petroleum Refining Industry. В сб. The Rate and Direction of Inventive Activity (National Bureau of Economic Research), Princeton: Princeton University Press, 1962.
11. E. Mansfield. Rates of Return from Industrial Research and Development. Americ. Econ. Rev., 1965, V. 55, N 2.
12. J. R. Minasian. The Economics of Research and Development. В сб. [9].
13. I. R. Minasian. Research and Development. Production Functions, and Rates of Return. Americ. Econ. Rev., 1969, v. 59, N. 2.
14. Z. Griliches. Research Expenditures. Education and the Aggregate Agricultural Production Function. Americ. Econ. Rev., 1962, V. 54, December.
15. R. Evenson. The Contribution of Agricultural Research and Extension to Agricultural Production, University of Chicago, 1968.
16. M. Brown, A. H. Conrad. The Influence of Research and Education on CES Production Relations. В сб. The Theory and Empirical Analysis of Production, NBER: Studies on Income and Wealth, 1967, V. 31.
17. J. W. Kendrick. Productivity Trends in the United States, Princeton, Princeton University Press, 1961.
18. N. E. Terleckyj. Sources of Productivity Advance (Ph. D. dissertation). Columbia University, 1960.
19. N. E. Terleckyj. Comment. В сб. [15].
20. R. B. Freeman. Engineers and Scientists in the Industrial Economy, 1971.
21. W. N. Leonard. Research and Development in Industrial Growth. Journal of Political Economy, 1971, v. 79, N 2.
22. T. W. Schultz. The Economic Organization of Agriculture, N. Y., McGraw Hill, 1953.
23. N. Fellner. Trends in the Activity Generating Technological Progress, Amer. Econ. Rev., 1970, March.
24. J. Schmookler. Invention and Economic Growth, Cambridge, Harvard University Press, 1966.
25. P. H. Huber. Disguised Unemployment in U.S. Agriculture, 1959 (Ph. D. dissertation). Yale University, 1970.

26. L. U. Wagner. Problems in Estimating Research and Development Investment and Stock. Washington, 1968.
27. W. D. Nordhaus. An Economic Theory of Technological Change. Amer. Econ. Rev., 1969, v. 59, N 2.
28. M. N. Baily. Research and Development Costs and Profits: The U.S. Pharmaceutical Industry, M.I.T., 1970.
29. R. Latimer, D. Paarlberg. Geographic Distribution of Research Costs and Benefits. Journal of Farm Economics, 1965, N 47.
30. R. Evenson. Economic Aspects of the Organization of Agricultural Research (Symposium on Resource Allocation in Agricultural Research), University of Minnesota, Minneapolis, 1969.
31. W. E. Gustavson. Research and Development, New Products and Productivity Change. Americ. Econ. Rev., Proceedings Issue, 1962, May.
32. Z. Griliches. Comment. В сб. [9].
33. R. Millward. Research and Development, New Products and Productivity, Manchester, 1964.
34. Z. Griliches. Price Indexes and Quality Change. Cambridge, Harvard University Press, 1971.
35. A. B. Treadway. What is Output? В сб. Production and Productivity in the Service Industries, NBER: Studies in Income and Wealth, 1969, V. 34.
36. D. W. Jorgenson, Z. Griliches. The Explanation of Productivity Change. Review of Econ. Stud., 1967, N 34.
37. R. J. Gordon. The Disappearance of Productivity Change, (ED Report N 105). Project for Quantitative Research in Economic Development. Harvard University, 1968.
38. National Science Foundation, National Patterns of R&D Resources, 1953—1971, NSF 70—46. Washington, Government Printing Office, 1970.
39. D. W. Jorgenson. The Sources of Economic Growth. A Reply to Edward F. Denison. Harvard Institute of Economic Research. Discussion Paper N 131. Cambridge, 1970.
40. J. W. Kendrick. NBER volume on Postwar Capital Formation, 1972.
41. Research and Development in Industry. 1968, NSF 70—29. Washington, Government Printing Office, 1970.
42. National Science Foundation, Federal Funds for Research, Development, and Other Scientific Activities. Fiscal years 1969, 1970 and 1971, NSF 70—38. Washington, Government Printing Office, 1970.
43. E. F. Denison. The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us (Supplementary Paper N 13). N. Y., Committee for Economic Development, 1962.
44. K. J. Arrow. Comment. В сб. [9].
45. R. R. Nelson. The Simple Economics of Basic Scientific Research. A Theoretical Analysis, Journal of Political Economy, 1959, V. 67, June.
46. J. Hirschliefer. The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity. Amer. Econ. Rev. 1971, v. 61, N 4.
47. H. G. Johnson. Federal Support of Basic Research: Some Economic Issues. В сб. Basic Research and National Goals, Washington: Government Printing Office, 1965.

Поступила в редакцию  
4 IX 1972