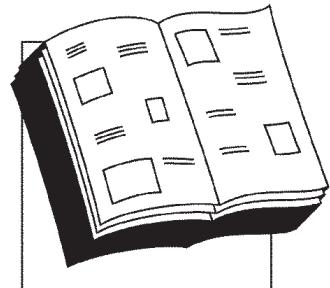


ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА, АНАЛИЗА, АУДИТА И СТАТИСТИКИ



О.Н. КАРПОВА

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕОРИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Влияние технологического прогресса на экономический рост и, следовательно, на повышение благосостояния человечества огромно. Сегодня кажется, что такое утверждение не требует доказательств, оно подобно аксиоме и существовало с момента зарождения самого технологического прогресса. В действительности, трудно определить, кто из ученых первым отметил роль технологического прогресса и проследил прямую связь его с экономическим ростом. Еще в ранних исследованиях экономического роста, восходящих к работам А. Смита, С. Милля, К. Маркса [1, 14], замечено, что значительная часть наблюдаемого увеличения выпуска продукции связана с экономией от масштаба производства и с улучшением качественных характеристик осуществляемых при этом затрат. Причем оба приведенных фактора становятся возможными благодаря достижениям в области технологий, т. е. первостепенное значение технологических сдвигов в исследовании экономического роста неоспоримо.

В различные периоды появлялись работы так или иначе анализирующие последствия технологических сдвигов. Среди работ ученых, проводивших расчеты влияния технологического прогресса на экономический рост, наиболее широко известны работы зарубежных авторов: К.Дж. Эрроу, Х. Ченери, Р. Солоу, Дж. Бомбаха, М. Абрамовица, Э. Денисона, С. Кузнецца, В.В. Леонтьева, а также соотечественников: А.И. Анчишкина, С.Ю. Глазьева, В.Н. Павлова, А.А. Дагаева, М.Д. Дворцина. Результаты влияния технологического прогресса на изменения в экономике так или иначе изучены; хотя уже при углубленном анализе подобного рода литературы возникает чувство, что пробел в наших знаниях о процессе технологических изменений еще больше увеличился и продолжает увеличивать с каждым разом, “с каждым технологическим сдвигом”. Вопросов возникает такое множество, что их невозможно даже классифицировать, начиная с простых — “Что такое технология?”, “Что представляет собой технологический сдвиг: это еще изобретение или уже конкретное нововведение?”, и заканчивая методологическими вопросами, каждый из которых представляет собой отдельное научное исследование, — “Возможно ли и каким образом возможно количественно измерить технологический прогресс и технологический сдвиг?”; принципиальными вопросами, типа: “Что конкретно нужно измерять: экономический эффект от внедрения данной тех-

Ольга Николаевна КАРПОВА, аспирантка кафедры статистики Белорусского государственного экономического университета.

нологии или пытаться предложить оценку самой технологической эффективности?", и, наконец, наиболее интересными и наименее изученными вопросами — "Почему происходит технологический прогресс?", "Каковы причины технологических сдвигов?".

Очевидно, что ответить на все вопросы — это попытаться "объять необъятное". Однако задаться целью найти логическую цепочку, выявить закономерность возникающих вопросов, выделив из них имеющие фундаментальное значение, и, в итоге, правильно поставить конкретную задачу, представляется нам прямой необходимостью.

Во-первых, невозможно ответить на вопрос о причине либо последствиях того или иного явления, не представляя сущности самого явления, т. е. такие понятия, как "технология", "технологический сдвиг", "технологический прогресс" являются базовыми в рассматриваемой системе. Именно от их трактовок зависит дальнейшая возможность постановки, а тем более ответов на интересующие вопросы. Затем следует попытаться выявить причины возникновения данных категорий, в частности технологических сдвигов, поскольку никто не станет отрицать наличие причинно-следственной связи между социально-экономическими процессами. С такой позиции вопрос о том, какие факторы определяют появление новой техники, имеет фундаментальное значение. Следующим, наиболее важным, на наш взгляд, шагом должны служить анализ и оценка существующих категорий. Для пользователя, интересующегося вопросами в предметной области, информация не должна быть представлена в виде альтернативного признака по принципу "эффективно — неэффективно". Для того чтобы нести в себе конкретный смысл, она должна получить количественное выражение. В этом мы видим свою основную задачу. И только после проведения всей работы, на завершающем этапе можно анализировать последствия данного явления, измерять экономический эффект от внедрения технологии, а также пытаться прогнозировать технологический рост. Поэтому авторы, занимающиеся исключительно анализом результатов технологических сдвигов, несколько забегают вперед. В данном случае более рационально возвратиться к исходным пунктам некоторых ошибочно оставленных без должного внимания теорий, о которых будет сказано ниже.

Итак, в современной литературе термин "технология" встречается едва ли не в каждой работе, имеющей отношение к анализу или моделированию производства. Технология, однако, достаточно расплывчатый термин, не получивший четкого определения. То же можно сказать о других базовых понятиях, в особенности о технологическом сдвиге, определение которого в литературе либо не представлено вообще, либо звучит очень размыто. В частности, технологический сдвиг и технологический прогресс у некоторых авторов рассматриваются как синонимические понятия. В литературе, посвященной технологическому прогрессу, встречаются различные концепции, нередко взаимоисключающие друг друга. Однако, если абстрагироваться от некоторых внутренних различий, все многообразие точек зрения по поводу трактовок базовых понятий, а также дальнейшего анализа можно "классифицировать" в основные две: 1) неоклассическая теория, 2) пифагорейская теория технологического прогресса [1, 7, 42].

Неоклассическая теория технологического прогресса, восходящая к работам Й.А. Шумпетера [2], закрепляет представление о технологическом прогрессе как о процессе взаимного изменения базовых характеристик функционирования экономики — *выпуска*, с одной стороны, и *ресурсов*, задействованных с целью обеспечения данного выпуска, — с другой. Неоклассическая трактовка технологического прогресса напрямую связана с принятием гипотезы производственной функции. Современная форма производственной функции, впервые предложенная Ч. Коббом и П. Дугласом в 1928 г. вида: $Y = AL^\alpha K^{1-\alpha}$ [3, 40], первоначально использовалась для оценки производительности труда — решающего фактора роста экономики. В 1942 г. голландский экономист Я. Тинберген предпринял попытку учесть влияние научно-технического прогресса, вве-

дя новый фактор технического прогресса: $Y = AL^\alpha K^{1-\alpha} e^{rt}$, где r — постоянный темп технологического прогресса [4, 35, 40]. Под *технологическим прогрессом* в данном случае понимается то увеличение выпуска продукции, которое нельзя отнести за счет возросших затрат производственных факторов [5, 83]. Первые расчеты по методу производственных функций приведены Р. Солоу для экономики США, Дж. Бомбахом — для ФРГ [4, 35]. При этом было выявлено первостепенное значение технологического прогресса, хотя иногда результаты расчетов вызывали сомнения, поскольку в основу используемых производственных функций закладывались нереалистические предпосылки.

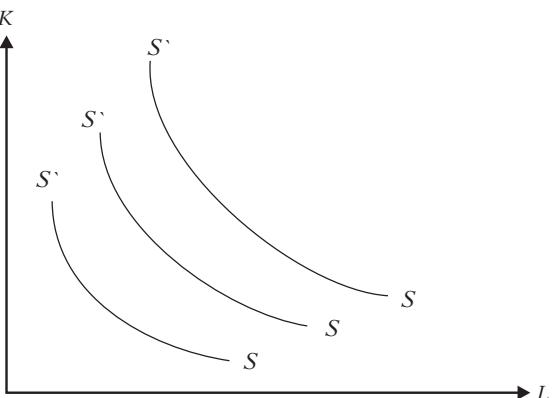
Таким образом, в неоклассической теории речь идет скорее о “косвенном” учете технологического прогресса — об отражении его в показателях, измеряющих, как правило, выпуск, труд и капитал. Определение технологии здесь близко к аналогичному в математической экономике: *технология* обозначена как технически допустимые пределы, в которых возможен конкретный уровень выпуска при данных ресурсах. Такое определение продиктовано самим понятием “производственная функция”, которая выражает соотношение между различными технологически допустимыми комбинациями затрат и выпуском. Наглядно представить классическую производственную функцию позволяет совокупность выпуклых кривых — изоквант (SS'), характеризующих различные комбинации затрат для производства некоторого постоянного объема выпуска (см. рисунок).

Технологический прогресс в данном случае тождественен понятию “*технологический сдвиг*” и соответствует сдвигу изокванты к началу координат. Это означает, что тот же объем выпуска можно получить с помощью меньшего количества ресурсов.

Как известно, классическая производственная функция Кобба-Дугласа с момента своего существования претерпевала множество различных модификаций. После Я. Тинбергена, в 50—60-е гг. предпринимались еще попытки учета технологического прогресса, которые в основном осуществлялись введением в производственную функцию дополнительного параметра $T(t)$, который рассматривался зависимым только от времени. В подобных моделях вида: $Y_t = f(L_t, K_t, T_t)$ параметр технологического прогресса — T получил название “нейтрального” по Дж. Хиксу, Р.Ф. Харроду или Р. Солоу [4, 37—38]. Неокейнсианцы, говоря о “нейтральном” технологическом прогрессе, имели в виду, что он не способствует привлечению дополнительного объема какого-либо из производственных факторов, т. е. существует “автономно”.

Ряд ученых, в числе которых такие наиболее видные представители, как К.Дж. Эрроу, М. Браун, Р. Солоу, Х. Ченери [3, 6], разработали спецификацию производственной функции CES — функции с постоянной эластичностью замещения, которая составляла в некотором роде конкуренцию функции Кобба-Дугласа и Я. Тинбергена. Были предложены и другие виды макроэкономических производственных функций, однако полученные по ним результаты представляются малоубедительными [4, 42].

Кроме того, изучение вопроса о способах учета технологического прогресса в моделях экономической динамики представлено также альтернативными многопродуктовыми моделями, восходящими к моделям В.В. Леонтьева, Дж. фон Неймана, Д. Гейла [6, 9].



Однако насколько многовариантными и порой конкурирующими не являлись бы описанные выше модели, они объединены в одну концепцию, названную в литературе “неоклассической” на основании одной отличительной особенности, которая и легла в основу данной теории, — вкладу научно-технического фактора (созданию новой технологии) в наблюдавшиеся экономические темпы роста приписывается *экзогенный* характер. Технологический прогресс задается здесь “вне модели”, отражается через основные экономические характеристики, влияет на производительность труда или на фондоотдачу и посредством этого оказывается на экономическом росте. Считается также, что нет причин, которые обусловливали бы кардинальные изменения в технологии, т.е. технологический сдвиг носит вероятностный характер.

Пифагорейская теория технологического прогресса. Впервые представление о технологическом прогрессе как о неуправляемом процессе подверглось критике в конце 50-х гг. XX в. В этот период стало очевидно, что без причинного объяснения технологических сдвигов невозможно установить, как и почему происходит процесс экономического роста. В долгосрочном плане технологический прогресс является и результатом экономического развития, и, в значительной мере, его причиной. Первые попытки представить технологический прогресс во взаимосвязи, например, с капитальными вложениями можно встретить уже у Р. Солоу — известна формализация подхода “*овеществленного*” технологического прогресса в модели прогресса нейтрального, по Солоу. Н. Калдор своей функцией технического прогресса также объяснял его развитие движением капиталовложений и обращал внимание на проблему взаимосвязи между процессом накопления и технологическим прогрессом [4, 64]. Широко известна и модель процесса обучения в ходе производства К. Дж. Эрроу [4, 66].

Однако, как уже было сказано, в моделях с “*овеществленным*” технологическим прогрессом, происхождение самого прогресса остается неясным, т. е. прогресс выступает как величина, заданная все еще *экзогенно*.

Модель с *эндогенным* технологическим прогрессом, т. е. вызванным (индущиванным) экономическим ростом, впервые предложена К.К. Вальтухом [7]. В 80-е гг. прошлого столетия данные модели получают наибольшее развитие и распространение. Концепция *эндогенного* технологического прогресса широко представлена в работах таких авторов, как К. Оппенлендер (теория индуцируемого инвестициями технического прогресса [4, 70–78]), Д. Сахал (признание кумулятивного опыта в качестве фактора, определяющего внутреннее развитие технологии [1, 7, 45–52]), В.Н. Павлов [8] и многих других.

На рубеже 90-х гг. XX в. показательными моделями с *эндогенным* технологическим прогрессом являются модель П. Ромера, Ф. Агийона и П. Хоувитта [9, 40–51]. Таким образом, эта концепция хорошо известна, хотя расчеты по соответствующим производственным функциям в нашей литературе практически отсутствуют.

Обобщая представление о моделях с эндогенным технологическим прогрессом, можно выделить следующее: такие модели содержат дополнительную переменную — научно-технический прогресс как самостоятельный фактор экономического роста в виде одного из показателей, характеризующих проявления технологического прогресса, например, числа зарегистрированных патентов, инвестиций в развитие науки, техники и технологии, даже инвестиций в человеческий капитал и других показателей.

Пифагорейская теория среди методов описания технологического прогресса с помощью аппарата производственных функций включает также подход на основе выделения особой отрасли в экономической системе, продуктом которой является технологический прогресс. Одна из таких моделей предложена Н.Н. Моисеевым [5, 83].

Формы трактовок технологии и технологического прогресса, положенные в основу пифагорейской теории, в основном приняты в обширной экономиче-

ской литературе. И если экономико-математическое определение технологии можно счесть слишком упрощенным, то в экономической литературе эта категория трактуется настолько широко и разнопланово, что вообще представляется весьма затруднительно прийти к какому-либо терминологическому единству в ее понимании. Поэтому следует ограничиться выделением отличительных особенностей данной концепции. Во-первых, здесь предполагается, что технологический сдвиг можно объяснить, подсчитывая число связанных с ним событий. Так, наиболее часто встречается в литературе число запатентованных изобретений, а также количество наиболее фундаментальных технологических нововведений. Во-вторых, решающее значение придается уникальности и новизне события.

В отличие от неоклассической, сторонники пифагорейской концепции убеждены, что процесс технологических сдвигов не только подвержен влиянию, но и может быть полностью объяснен социально-экономическими факторами.

Говорить об отличительных особенностях представленных концепций крайне сложно, поскольку они, в сущности, представлены двумя различными теориями *экзогенного* и *эндогенного* технологического прогресса.

Сторонниками обеих концепций предложены многочисленные многовариантные модели экономического роста, теоретические исследования и практические расчеты по которым породили большие дискуссии в научном мире, имеющие место и в настоящее время. Крайне трудно дать объективную оценку при выборе той или иной модели, поскольку все они имеют как сильные, так и слабые стороны. Несмотря на то, что в статье не ставится задача разрешить многолетний спор ученых по поводу характера технологического прогресса (экзогенный или эндогенный), мы предлагаем остановиться на тех недостатках обеих концепций, которые помогли нам определить направление дальнейшего исследования.

Так, одним из дискуссионных моментов теории эндогенного технологического прогресса является тот факт, что в трактовке технологии решающее значение придается уникальности и новизне события. Однако известно, что технологический прогресс проявляется в форме создания новых продуктов и перехода к новым или улучшенным методам производства. В свою очередь переход к новым методам производства включает не только применение принципиально новой технологии, но также способы изготовления продукции, отличающиеся более низкими издержками производства, что возможно при усовершенствовании уже существующей техники. Сомнительна идея о том, что сущность технологического сдвига возможно объяснить, например, количеством запатентованных изобретений. Во-первых, потому что запатентованные изобретения не всегда приводят к инновациям, во-вторых, при подобном подходе полностью отсутствует формулировка производственной деятельности. То же самое касается и других показателей, якобы являющихся прямым способом измерения технологий.

Основным уязвимым местом в “эндогенном” подходе, по нашему мнению, является принятие гипотезы о полном объяснении технологического сдвига в социально-экономических терминах. Известно, что некоторые немаловажные открытия в различных областях науки были сделаны спорадично. Поэтому говорить о полностью детерминированном характере процесса изобретательской деятельности не приходится. Даже инновационная деятельность в масштабе одного конкретного технологического процесса зависит не от одного определяющего фактора. Следовательно, технологический сдвиг, появившийся в результате внедрения инновации, воспринимается как случайный. Здесь уместно отметить, что всем открытиям, независимо от того, являются ли они результатом направленных усилий либо непредсказуемы, предшествовал определенный набор накопленных знаний, опыта, т. е. технологический сдвиг носит кумулятивный характер. В данной ситуации мы оказались на стороне Д. Сахала

[1, 32], который в монографии “Технический прогресс: концепции, модели, оценки” приходит к выводу, что ни одну из вышеприведенных точек зрения нельзя считать обоснованной, а также доказывает, что процесс технологических сдвигов может быть одинаково хорошо описан и в виде вероятностного, и в виде детерминированного закона.

Возникает вопрос, так ли несовершенна неоклассическая концепция? Возможно, она просто требует некоторой корректировки и дальнейшего развития? К основным недостаткам неоклассической теории ее критики относят тот факт, что в ней экономическая деятельность воспринимается абстрактно, и крайне сложно определить, в какой мере характеристики экономического роста связаны с реальным технологическим прогрессом. Наиболее подвержена критическому анализу классическая производственная функция Кобба-Дугласа [3, 40], которая характеризует все мыслимые технологические способы производства продукта, т. е. речь идет о некой абстрактной, а не реальной технологии. Неоклассиков обвиняют в том, что наиболее значимыми параметрами для производственной функции оказываются фактор замещения (в частности, труда и капитала) и отношение цен на факторы, однако не учитываются такие важные факторы, как применяемые материалы, уровень квалификации, масштаб производства, тип продукта, которые в значительной степени влияют на выбор технологии. Несомненно, рациональное звено в таком анализе присутствует — ни производственная функция Кобба-Дугласа, ни другие построенные вслед за ней макроэкономические модели не содержат удовлетворительно описания процессов технологического развития. Все вышеприведенные замечания можно принять с одной оговоркой — они верны для моделей макроэкономического типа. Однако, по нашему мнению, ничего не препятствует построению на их основе моделей “отраслевого” и микроэкономического типов. Д. Левхари и Е. Шесинский доказали, что производственная функция, построенная на базе технико-экономических данных объектов микроуровня, в значительной степени соответствует линейно-однородной функции Кобба-Дугласа [4, 42].

М.Д. Дворчин в работе “Основы теории научно-технического развития производства” пытается преодолеть недостатки этого подхода, предлагая модель рационалистического развития технологического процесса, которая представляет собой законоподобное соотношение затрат живого и прошлого труда [10]. Таким образом, представляя конкретный технологический процесс, следует реально учесть основные факторы (ресурсы), вовлеченные для производства конкретного продукта, и построить искомую функцию.

Еще один пробел неоклассической трактовки критики видят в том, что основное внимание уделяется процессу производства, однако *отсутствуют прямые способы измерения технологического сдвига*. Во-первых, следует уточнить, что можно считать прямым способом измерения технологического сдвига. По мнению последователей теории эндогенного технологического прогресса, это, например, хронология наиболее фундаментальных технологических нововведений. На наш взгляд, это некоторая количественная оценка технологической эффективности, которая не была, но может быть получена специальными методами. Во-вторых, основное внимание должно уделяться именно процессу производства. Технологический сдвиг — это, в первую очередь, производственный процесс. Одной из задач экономики производства является снижение удельных затрат при постоянном выпуске (либо увеличение выпуска при постоянных затратах). Вот почему технологию удобнее представлять так, как она представлена в неоклассической теории — это “способ производства продукции”. Одни технологии могут отличаться радикально (например, возведение зданий и растениеводство), в то время как границы

между другими технологиями могут быть условными (возделывание пшеницы с внесением в почву удобрений разного состава), но и то и другое есть технология.

Конечно, полностью принять теорию экзогенного технологического прогресса в том виде, в котором на сегодняшний день она существует, — это регресс. Но попытка развития, обновления, возможно изменения некоторых пунктов неоклассической концепции — это шаг вперед. Отказываться от эндогенной теории также не стоит, поскольку она может быть полезна в части освещения многих теоретических вопросов. Неоспоримой заслугой этой концепции является отказ от трактовки технологических сдвигов как чисто случайного процесса. Так как это один из самых спорных вопросов, в изучении природы технологических сдвигов рационально применять так называемый *системный анализ*, базовое положение которого — признание кумулятивного опыта в качестве фактора, определяющего внутреннее развитие технологии.

На основании вышеизложенного нам представляется необходимым работать в следующем направлении — предложить методологию оценки технологических сдвигов в использовании производственных ресурсов. Именно в этом мы видим свою конкретную задачу, для успешного решения которой предложено:

- 1) развивать неоклассическую теорию экзогенного технологического прогресса;
- 2) ориентироваться на построение модели микроэкономического типа. Поскольку технология имеет прежде всего физическую природу, производственная функция должна описывать конкретный технологический процесс.

Решение этой задачи позволит провести статистический анализ технологических сдвигов, на основании которого в дальнейшем можно пытаться прогнозировать технологический рост, а также оценивать экономический эффект от внедрения технологий.

Литература

1. Сахал, Д. Технический прогресс: концепции, модели, оценки / Д. Сахал: пер. с англ. Ю.А. Данилова, О.И. Соколова / под ред. А.А. Рывкина. — М.: Финансы и статистика, 1985.
- 2 Шумпетер, Й. Теория экономического развития; пер. с нем. В.С. Автономова, М.С. Любского, А.Ю. Чепуренко. — М.: Прогресс, 1982.
3. Браун, М. Теория и измерения технического прогресса / М. Браун; пер. с англ. В.В. Зотова / под ред. М.И. Пирогова. — М.: Статистика, 1971.
4. Оппенлендер, К.-Г. Технический прогресс. Воздействие. Оценки. Результаты / К.-Г. Оппенлендер; сокр. пер. с нем. — М.: Экономика, 1981.
5. Иванилов, Ю.П. Математические модели в экономике / Ю.П. Юванилов, А.В. Лотов; под ред. Н.Н. Моисеева. — М.: Наука, 1979.
6. Аркин, В.И. Вероятностные модели управления и экономической динамики / В.И. Аркин, И.В. Евстигнеев. — М.: Наука, 1979.
7. Вальтух, К.К. Удовлетворение потребностей общества и моделирование народного хозяйства / К.К. Вальтух. — Новосибирск: Наука, 1973.
8. Павлов, В.Н. Технологический прогресс и полезность средств производства / В.Н. Павлов. — Новосибирск: Наука, 1987.
9. Дагаев, А. Новые модели экономического роста с эндогенным техническим прогрессом / А. Дагаев // Мировая экономика и междунар. отношения. — 2001. — № 6.
10. Дворцин, М.Д. Основы теорий научно-технического развития производства: учеб. пособие / М.Д. Дворцин. — М.: МИНХ им. Г.В. Плеханова, 1988.