

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ*

РИЧАРД СТОУН

(АНГЛИЯ)

13. Основные зависимости модели с неустановившимся режимом

Эта модель еще находится на стадии предварительной разработки. Ее переменные те же, что и в модели с установившимся режимом. Ниже приводятся уравнения, описанные в работе [13]. Проблемы оценки для модели с неустановившимся режимом такие же, что и для модели с установившимся режимом. Расчеты могут быть выполнены при помощи динамического программирования [14].

Основные зависимости между переменными в модели следующие.

Во-первых, в базисном году в начале переходного периода вектор наличия основных фондов s принимается равным заданной величине $\bar{s}$, так что

$$s = \bar{s}. \quad (49)$$

Компоненты s и $\bar{s}$ относятся ко всей массе основных фондов, сгруппированных по производящим отраслям, а не по потребляющим.

Во-вторых, к концу переходного периода, который продолжается с момента $\theta = 1$ до момента $\theta = \tau - 1$, вектор основных фондов на конец периода E_s^τ не должен быть ниже определенного уровня, скажем, $\bar{s}$, благодаря чему в первом году стабильного периода обеспечивается уровень производства, установленный для этого года перспективной моделью. Следовательно:

$$E_s^\tau \geq \bar{s}. \quad (50)$$

В-третьих, всегда должны существовать соответствующие мощности для поддержания производства на намеченном уровне. Отсюда:

$$\begin{aligned} E_s^0 &\geq KE_q^0 \\ &\geq K(I - A)^{-1}E^0(e + v) \\ &\geq FE^0(e + E_s - s), \end{aligned} \quad (51)$$

где $F \equiv K(I - A)^{-1}$. Уравнение (51) может быть записано следующим образом

$$FE^0e \leq (I + F)E^0s - FE^{0+1}s. \quad (52)$$

Это уравнение, если его записать в развернутом виде для переходного периода в целом, приобретает следующий вид:

$$\begin{bmatrix} Fe \\ FEe \\ FE^{\tau-1}e \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} (I + F) & -F & \dots & 0 & 0 \\ 0 & (I + F) & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & (I + F) & -F & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ E_s \\ \vdots \\ E_s^\tau \end{bmatrix}. \quad (53)$$

В-четвертых, трудовые ресурсы всегда должны быть достаточными для поддержания производства на намеченном уровне. Если обозначить через

* Начало статьи см. в № 3 нашего журнала за 1965 г.

λ объем трудовых ресурсов, а через z — вектор, компоненты которого отражают потребность в рабочей силе на единицу выпуска различных отраслей, то

$$E^0 \lambda \geq E^0 z' q. \quad (54)$$

В-пятых, если функцию спроса, определенную в (1), умножить на $F\hat{p}^{-1}$ слева, то

$$FE^0 e = Fg + FhE^0 \eta. \quad (55)$$

где $g = (I - hp')$ а $h \equiv \hat{p}^{-1}b$. Если записать это выражение в развернутом виде для переходного периода в целом, то получим:

$$\begin{bmatrix} Fe \\ FFe \\ \vdots \\ FE^{\tau-1}e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Fg \\ Fg \\ \vdots \\ Fg \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Fh & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Fh & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & Fh \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta \\ E\eta \\ \vdots \\ E^{\tau-1}\eta \end{bmatrix}. \quad (56)$$

Уравнение (52) показывает, что основные фонды, прямо или косвенно необходимые для производства предметов потребления в году θ , не могут превышать величину основных фондов, имеющих на начало года, минус фонды, необходимые прямо или косвенно для производства средств производства в этом же году. Уравнение (55) содержит линейную форму кривых Энгеля для предметов потребления, рассматриваемых в выражении (1). Объединяя выражения (52) и (55), получаем:

$$FhE^0 \eta \leq (I + F) E^0 s - FE^{0+1} s - Fg. \quad (57)$$

В-шестых, желательно было бы обеспечить некоторый минимальный уровень потребления в каждом году переходного периода. Это может быть выражено через

$$E^0 \eta \geq \bar{\eta}, \quad (58)$$

где $\bar{\eta}$ — предварительно намеченный минимальный уровень. Это же самое можно выразить иначе: предпочтительнее обеспечить, чтобы в течение переходного периода потребление не снижалось; в этом случае в выражении (58) $\bar{\eta}$ следует заменить на $E^{0-1}\eta$.

Наконец, выражения (49), (50), (54), (57) и (58) содержат ограничивающие условия любой краткосрочной экономической политики; нерешенным остается вопрос о том, какую политику надо проводить. Поскольку конечным условием является создание к концу переходного периода предпосылок для осуществления задач долгосрочной экономической политики, очевидно, необходимо использовать путь, когда максимизируется полезность потребления в течение переходного периода в рамках приведенных выше ограничений. Если обозначить величину полезности потребления в году θ через $E^0 v$, то:

$$E^0 v = \varphi [\Pi v (E^0 e_v - a_v)^{b_v}], \quad (59)$$

где φ — произвольно выбранная монотонная функция, а v — вид типичного товара. Таким образом, необходимо максимизировать величину

$$\sum_{\theta=0}^{\tau-1} E^0 v = \sum_{\theta=0}^{\tau-1} \varphi [\Pi v (E^0 e_v - a_v)^{b_v}]. \quad (60)$$

Чтобы воспользоваться этим выражением, его необходимо решить относительно ϕ . Это легко сделать, если принять $\phi \equiv \log$; в этом случае максимизируется взвешенная сумма логарифмов величин, означающих избыточное потребление различных товаров в отдельные годы по сравнению с количеством этих товаров, которое входит в стандартный набор, определяющий прожиточный минимум. Выражение (60) действительно лишь в том случае, если в каждый момент любой член, заключенный в круглые скобки, положителен. Практически более простой вариант состоит в замене v величиной η , т. е. в максимизации не величины полезности потребления, а самого потребления.

Исследование односекторных моделей предполагает, что, если мы стремимся максимизировать выражение (60) при условии $\phi \equiv \log$ (а тем более, если $\phi \equiv 1$ или ставится задача максимизировать η), то возникает тенденция к росту потребления главным образом в конце периода. Иными словами, максимум может быть достигнут лишь в том случае, если мы используем увеличивающиеся ресурсы не для удовлетворения текущих потребностей, а для создания основных средств для их использования в будущем; это означает, что тем самым будут приняты определенные меры для сдерживания потребления на первых этапах данного периода. Если такой вывод получается и для многосекторной модели и он нас не удовлетворяет, то мы должны более ясно выразить свое отношение к пропорциям полезности потребления в различные моменты данного периода. В уравнении (60) неявно подразумевается, что определенное увеличение полезности потребления через θ лет от настоящего момента столь же ценно для нас, как если бы такое же увеличение произошло немедленно. На самом деле это может быть не так; поэтому нам необходимо определить величину полезности потребления, которая должна быть реализована в каждом году будущего периода, оцененную по некоторой норме временного предпочтения. Тогда, если для данного общества эта норма временного предпочтения равна ρ^* , то выражение (60) принимает следующий вид:

$$\sum_{\theta=0}^{\tau-1} E^{\theta} v = \sum_{\theta=0}^{\tau-1} \{e^{-\rho^{\theta}} \phi [P_{\nu} (E^{\theta} e_{\nu} - c_{\nu})^{b_{\nu}}]\}. \quad (61)$$

Очевидно, ρ не может быть слишком большой величиной, иначе его введение в расчет сделает невозможным капиталовложение в любое строительство, если его эффективность по меньшей мере не будет равна ρ .

Максимизация выражения (60) или одного из вариантов модели, ограничиваемых условиями (49), (50), (54), (57) и (58), является задачей динамического программирования. При попытке решить ее может оказаться, что она не имеет решения, ибо конечную цель, выраженную, например, величиной s , нельзя достичь, т. к. наши желания слишком велики и мы требуем невозможного. Тогда возможны два пути решения: или снизить первоначально намеченный темп роста на стабильный период, или снизить уровень потребления на начало этого периода.

Изменяя форму выражения (60), темп роста в стабильном периоде и уровень потребления, с которого он должен начаться, а также учитывая корректировку в эшелонировании капиталовложений в течение переходного периода, можно определить цель и средства ее достижения, приемлемые со всех точек зрения.

* В терминах теории полезности здесь выражено следующее: чем отдаленнее данный прирост потребления, тем менее ценен он для общества; темп этого «обесценивания» и обозначается величиной ρ . — Прим. перев.

14. О некоторых упрощениях в рассмотренных моделях

В рассмотренных выше моделях с неустановившимся режимом для того, чтобы как можно яснее представить основные зависимости модели, мы использовали ряд упрощений, которые уже при рассмотрении модели с установившимся режимом казались нереальными. Попробуем теперь показать, как эти упрощения можно устранить, рассматривая (в общих чертах) различные проблемы в порядке возрастающей их сложности.

а) *Функции потребления.* Мы уже видели, что векторы a и b в выражении (1) систематически изменяются во времени. Это значит, что векторы g и h в выражении (55) также изменяются во времени. Но поскольку изменения g и h зависят от изменений a и b , то все изменения g и h для каждого года переходного периода имеют различные поддающиеся определению значения.

б) *Возобновление основных фондов.* В выражении (51) используется равенство $v = \Delta s$. Оно означает, что временно не учитываются вложения на цели возобновления основных фондов и сосредоточивается внимание на их расширении. По предположению, которое используется в этой работе, а именно, что основные фонды возобновляются к концу фиксированного срока их службы, различного для различных видов основных фондов, вектор известных постоянных величин, изменяющихся по годам, должен быть введен в выражение, заключенное во второй скобке второй строки уравнения (51). Проблема осложнится, когда будет введено допущение о замене основных фондов по экономическим соображениям. Но этот вопрос здесь не рассматривается.

в) *Матрица A коэффициентов текущих затрат.* Матрица $F \equiv K(I - A)^{-1}$, фигурирующая во многих приведенных выше уравнениях, зависит от A . В разделе 7 описано по шагам, как нужно учитывать возможные изменения в будущем текущих коэффициентов затрат в модели с установившимся режимом. Для того, чтобы учесть эти изменения в модели с неустановившимся режимом, фиксированные величины F следует заменить величинами $E^0 F$, различными для каждого года, но известными. Можно предположить, что вектор цен p также может измениться с изменениями A , но этот вопрос будет рассмотрен ниже, в пункте ж.

г) *Матрица K коэффициентов капиталоемкости.* Матрица F зависит также от матрицы K , поэтому необходимо также учитывать изменения величин K в будущем. Со временем в различных отраслях меняется не только производительность основных фондов, но и их структура. С этой проблемой уже приходилось сталкиваться при построении модели с установившимся режимом и вывод здесь поэтому тот же, что и для случая с матрицей A .

д) *Различия в инвестиционных лагах.* До сих пор предполагалось, что отдача капиталовложений, произведенных в каком-то году, в основные фонды происходит с начала следующего года. Однако, как правило, это не так, потому что многие виды средств производства требуют больше года для своего создания и монтажа. Как мы увидим, это не имело бы значения, если бы все компоненты вектора производства q возрастали линейно. Но в переходный период это едва ли возможно и поэтому включение запаздываний особенно важно при анализе переходного периода. Информация, необходимая для решения данной проблемы (см. раздел 6 главы VIII работы), может быть получена превращением K в матрицу, которая дала бы возможность показать значение разных этапов строительства в создании основных фондов при различной продолжительности строительства.

Рассмотрим случай, когда самый длительный период производства средств производства равен трем годам и определим матрицу K^* как:

$$K^* \equiv \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & 0 \\ K_{31} & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (62)$$

Эта матрица связана с K следующим образом:

$$K = [111]K^*[111]. \quad (63)$$

Подматрицы K^* являются результатом разбиения K . Строки матрицы K^* отражают этапы работы, столбцы — даты их завершения, вторая диагональ — основные фонды с различными периодами создания. Таким образом, K_{11} , K_{12} и K_{13} относятся к первому году работы и созданию основных средств; при этом для завершения всей работы соответственно необходимо один, два и три года; K_{12} , K_{21} , K_{31} относятся соответственно к первому, второму и третьему годам создания тех основных средств, которые должны быть введены к концу первого года рассматриваемого периода; K_{13} , K_{22} и K_{31} относятся соответственно к первому, второму и третьему году создания основных средств, которое требует для своего завершения трех лет.

Хозяйство, которое использует производственные мощности, необходимые для достижения определенного уровня производства в будущем, должно: 1) закончить создание основных средств, требуемых для увеличения выпуска продукции в следующем году; 2) провести работы второго года по основным фондам, необходимым для увеличения производственных мощностей через один год; 3) проводить работы первого года по основным фондам, необходимым для увеличения производственных мощностей через два года. Следовательно:

$$\begin{aligned} v &= \Delta s \\ &= [111]K^*\{\Delta q E \Delta q E^2 \Delta q\}. \end{aligned} \quad (64)$$

Уравнение (64) показывает, что не все капиталовложения означают прирост мощностей следующего года, отчасти они включаются в незаконченное капитальное строительство. Следовательно, величина s не адекватна величине основных фондов, определяющей производственные возможности; необходимо ввести понятие завершеного капитального строительства, скажем s^* ; откуда

$$s^* = s - [(K_{12} + K_{13} + K_{22}) + K_{13}E]\Delta q. \quad (65)$$

В течение данного года завершаются работы по созданию основных фондов, необходимых для увеличения выпуска продукции в следующем году. Но более ранние стадии этих работ еще раньше должны быть завершены. Следовательно, необходимо ввести понятие капиталовложений, скажем v^* , отражающее суммарные вложения в основные фонды, которые должны быть завершены в течение данного года:

$$\begin{aligned} v^* &= \Delta s^* \\ &= K \Delta q \\ &= v - [(K_{12} + K_{13} + K_{22}) + K_{13}E]\Delta^2 q. \end{aligned} \quad (66)$$

Если компоненты q возрастают линейно, то $E^0 \Delta^2 q = \{0, 0, \dots, 0\}$ для всех значений θ , и следовательно, $v^* = v$; но это не общий случай и можно предположить, что $v^* < v$.

Таким образом, учитывая изменения незавершенного производства, можно получить две модификации модели. Во-первых, мы должны заменить s величиной s^* , сохранив при этом $v = \Delta s$ как подходящее обозначение для капитальных вложений; в результате, выражение (53) следует

заменить следующим:

$$\begin{bmatrix} Fe \\ FEe \\ \vdots \\ FE^{\tau-1}e \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & -F & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & -F & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & -F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s^* \\ Es^* \\ \vdots \\ E^{\tau-1}s^* \\ \Delta s \\ E\Delta s \\ \vdots \\ E^{\tau-1}s \end{bmatrix}. \quad (67)$$

Во-вторых, мы должны признать, что на решение модели накладываются новые ограничения, т. к. в начале переходного периода имеется незавершенное строительство, перешедшее с прошлого периода, которое необходимо закончить; это означает, что некоторые из элементов E_v^0 для небольших значений θ являются постоянными. В основном именно по этой причине в качестве последнего года переходного периода, мы взяли 1970 г. Более высокий темп стабильного роста, к которому мы стремимся, затрагивает несомненно структуру основных фондов хозяйства; соответствия между этой структурой и ростом можно добиться в течение шести лет, но едва ли — в течение одного года.

Заметим, что временные лаги могут также присутствовать и в связях, отражаемых коэффициентами текущих затрат. Предположение, что промежуточные продукты всегда производятся в том же году, в котором они необходимы, не всегда верно. Однако в этом случае временные лаги значительно короче, чем в случае, когда рассматриваются основные средства, и ими можно пренебречь по крайней мере в первом приближении.

е) *Изменения производительности труда (z)*. Изменения техники, обычно воплощаемые в новых, лучших средствах производства, определяют изменения трудоемкости единицы продукции. В условиях почти стабильной по объему и полностью занятой рабочей силы повышение производительности труда может быть достигнуто в основном путем перехода от старой техники к новой. Это позволяет увеличить выпуск продукции на душу населения. Выше в разделе 8 рассматривались производственные функции. Последние могут быть использованы для предварительной разработки ряда изменяющихся во времени трудовых коэффициентов; эти показатели позволят осуществить составление перспективных расчетов потребности в рабочей силе, необходимой для получения объема продукции, запланированного на 1970 г. Этот ряд может быть затем изменен, когда появится необходимость расширить капитальные вложения в течение переходного периода.

ж) *Внешнеэкономические связи*. До сих пор рассматривалось замкнутое хозяйство; однако внешнеэкономические связи бесспорно важны, и поэтому всякое решение, принятое без их учета, теряет смысл. В работе [4] предложены три упрощенных метода решения этого вопроса в рамках модели с установившимся режимом. Один из них, в котором в качестве фиксированных величин принимаются производство на экспорт и внешнеторговый баланс, описан выше в разделе 7. Чтобы использовать этот метод в модели с неустановившимся режимом, необходимо учесть динамику экспорта и внешнеторговый баланс в течение переходного периода, а также предполагаемые изменения внешнеторговых и внутренних цен.

з) *Будущие теневые цены*. Большая часть модификаций, введенных в модель в настоящем разделе, не только прямо влечет за собой измене-

ние коэффициентов, но и косвенно влияет на изменение цен. Изменение вектора цен p изменяет и величины g и h в уравнении (55) и поэтому, если мы хотим максимизировать потребление η , а не его полезность v , необходимо быть осторожным при максимизации потребления, выраженного в неизменных ценах. В разделе 9 дано определение теневых цен. Эти расчеты должны проводиться из года в год, с учетом изменений в максимальном значении выражения (60) на каждой стадии итерации.

15. Этапы дальнейшей работы

На этом завершается описание двойственной модели экономического роста и той стадии, которая достигнута в использовании этой модели для планирования экономики Великобритании. Перейдем теперь к описанию последующих этапов работы, касающихся таких вопросов, которые еще не рассматривались здесь.

Из сказанного ясно, что рассмотренная выше модель в ее настоящем виде связана прежде всего с реальной стороной экономики: с потоками товаров и услуг (их производством, потреблением, накоплением) и внешнеэкономическими связями. Такой акцент был намеренным; он объясняет, почему в модель не были первоначально введены уравнения, связанные со сбережениями. Прежде хотелось свободно изучить будущие возможные состояния экономики в категориях «труд», «материалы», «техника» без ограничивающих условий, связанных с образованием сбережения, на которое, в случае необходимости, можно, конечно, воздействовать финансовыми мероприятиями. Процесс образования сбережений играет важную роль в экономике, и в разделе 12 была описана работа, проведенная по этой теме. В настоящее время эта работа находится на следующем этапе: изучаются наличные ресурсы капиталобразования и их использование в экономике страны, а также возможности вскрытия новых ресурсов капиталонакопления в распоряжении как общественных организаций, так и частных лиц в будущем и потребность в добавочных капиталах на перспективу.

Другим непосредственным следствием нашего акцентирования внимания на реальной стороне экономики в рассмотренной выше модели является то, что счета производства (классы 1—4) и счета накопления запасов сырья и материалов, незавершенного производства и основных фондов (классы 7—13) разработаны весьма детально, тогда как счета доходов и расходов (классы 5 и 6) и финансовые счета (класс 14) разработаны лишь в основном, в самом общем виде. В матрице национальных счетов финансовые счета разделены на 5 категорий: отдельные лица, частные фирмы, общественные предприятия и государственные предприятия и учреждения центрального и местного подчинения. Во всех расчетах эти категории были сгруппированы вместе и поэтому в качестве прикладной модели ее можно вначале исследовать при изучении подоходного обложения и других передач средств из одних финансовых счетов в другие.

Когда рассматривались производственные функции, ничего не говорилось о том очевидном факте, что круг профессий, необходимых для осуществления производства в различных отраслях, весьма обширен. Было проведено исследование [15] соответствующих потребностей для 31 отрасли производственной сферы, а также для просвещения и здравоохранения, и в настоящее время делается попытка изучить возможные изменения этих потребностей в связи с развитием техники. Следующая стадия этой работы состоит в изучении требований к системе образования, т. е. процесс обучения наиболее длителен и сложен по сравнению со всеми другими инвестиционными процессами.

Выше указывалось, что анализ производства в нашей модели проведен сравнительно детально. Но это справедливо лишь при сопоставлении с другими экономическими моделями общего характера; конечно, с точки зрения оперативного управления хозяйством наш анализ оперирует чрезмерно укрупненными показателями. Поэтому встает проблема: или расширить настоящую модель при помощи дальнейшей детализации, сделав ее по размеру большей или же создать систему моделей, в которой центральная модель и ряд подмоделей действовали бы одновременно на основе обмена информацией. В общем, мы склоняемся ко второму методу; причины этого будут разъяснены дальше.

Рассмотрим некоторые технические вопросы дальнейшего исследования.

16. Потоки средств и балансы

При рассмотрении класса 14 сводной матрицы национальных счетов, приведенной в работе [6], видно, что в этот класс входят пять общественных счетов разных секторов, перечисляемых выше, и четыре условных счета, которые используются для регулирования итоговых изменений активов и пассивов, еще не размещенных в общественных секторах. Наличие в общей модели таких сводных не детализированных счетов требует отдельного изучения потоков средств. Это сделано следующим образом.

Во-первых, общественные счета подразделяются так, чтобы можно было выделить большое количество финансовых посредников: банки, страховые общества, строительные организации, фирмы оптовой торговли и т. д.

Во-вторых, вводится новая группа счетов, отражающих разные финансовые активы и пассивы; в эту группу входят отдельные счета для каждого вида активов и пассивов: наличность, ценные бумаги, акции, закладные, потребительский кредит и т. д.

В-третьих, эта новая группа счетов разделяет счета капиталовложений общественных секторов на две подматрицы. В одной регистрируется увеличение активов и пассивов по общественным секторам, в другой — соответствующие уменьшения активов и пассивов.

В-четвертых, переливы капиталов между счетами капиталовложений общественных секторов можно теперь найти на пересечении строк и столбцов подматрицы этих счетов.

При таком построении счетов можно определить не только чистые ресурсы и распределение средств по каждому сектору, но и изменения структуры активов и пассивов по каждому сектору под воздействием переливов средств.

Одновременно можно разработать баланс для каждого общественного сектора. Основными связующими звеньями между ними являются приобретение и передача активов и пассивов, сбережения и счета амортизации. Но имеется и другое связующее звено: переоценка имеющихся активов и пассивов. Изучая эти вопросы, можно надеяться на возможность измерить и систематизировать ресурсы и потоки средств в масштабе всей экономики.

Эта работа приведет к большому увеличению размера матрицы национальных счетов; но можно извлечь из этого ряд выгод. Так, например, как показано в разделе 12, в данной модели сбережения отдельных лиц и фирм определены как функция их богатства и их доходов. По новой оценке богатства оно оказывается мало отличающимся от суммы прошлых сбережений. Далее, из новых расчетов выясняется, что нормальное функционирование любой хозяйственной системы столь же зависит от ее финансового положения, сколь и от ее технического состояния, квалифи-

кации рабочей силы и т. д. Систематически изучая финансовую сторону экономической жизни, мы надеемся в какой-то степени изучить структуру активов и пассивов, предпочитаемую различными типами распорядителей. Затем мы сможем попытаться экстраполировать их предпочтения на структуру новых активов и пассивов, возникновения которых можно ожидать в процессе будущей хозяйственной деятельности.

17. Налоги и распределения доходов

Настоящая модель хорошо приспособлена для анализа косвенных налогов и субсидий, т. к. эти величины тесно связаны с потоками продуктов, которые, как мы уже видели, представлены в разделе весьма детально. Наиболее слабое место здесь — это объединение отдельных лиц в один счет, без дифференциации их по структуре домашних хозяйств или по доходам. Маловероятно, чтобы перспективные изменения в структуре домашних хозяйств могли серьезно повлиять на изменение структуры совокупных затрат потребителей, но этого нельзя сказать с такой же определенностью об изменениях в распределении доходов. Следовательно, было бы полезно разделить домашние хозяйства по классам доходов, и в той мере, в какой это касается структуры расходов, это можно было бы осуществить на основе существующих статистических источников.

Что же касается прямых налогов (налогов на доход и на капитал), то настоящая модель мало подходит для их анализа. По положениям налоговой системы Великобритании результат прямого налогообложения зависит не только от размеров дохода, но от его распределения между доходом от занятий и доходом от собственности, а также от уровня покупательной способности денег, поскольку при наличии прогрессивной системы налогообложения, выражаемой в денежной форме, увеличение номинальных денежных доходов повлечет за собой увеличение нормы обложения налогоплательщиков вследствие перевода их в более высокие классы налогообложения. Таким образом, мы имеем здесь дело не только с соотношением удельного веса доходов от занятий и доходов от собственности, но и с вопросом о том, растут ли цены, а следовательно, и все виды доходов, выражаемые в денежной форме, быстро или медленно.

Это выдвигает ряд сложных проблем: необходимо попытаться не только измерить доходы по различным группам, но и разделить эти доходы по их источникам; также необходимо попытаться соизмерить изменения денежных доходов с изменениями уровня цен. Если предположить, что динамика цен, заработной платы и прибылей, характерная для истекшего десятилетия, сохранится и в дальнейшем, то поступления от прямых налогов значительно превысят показатели, которые можно было бы ожидать в условиях стабильности покупательной способности денег.

Эта работа поможет не только в изучении будущей налоговой политики, но и в изучении проблемы сбережений. Рассчитывая будущие доходы, мы должны из этих доходов (в зависимости от их образования — в производстве или в обращении) исключить налоги. Мы должны также рассчитать доходы и расходы общественного сектора, чтобы получить ясную картину образования национального дохода и распределения расходов по секторам национальной экономики.

18. Образование и подготовка кадров

Анализ структуры профессионального состава кадров экономики отдельных отраслей должен быть более тесно, чем в настоящее время, увязан с прогнозами будущего уровня техники в соответствующих отраслях национальной экономики. Развитие прикладных наук ясно показывает,

что мы вступаем в век исключительных технических изменений, которые окажут большое влияние на круг профессий, необходимых промышленности. Предполагается, что эти сдвиги будут двоякого рода: в виде общей тенденции к увеличению удельного веса научных работников, инженеров и техников в составе рабочей силы, а также в виде замены прежних широких специальностей новыми более узкими специальностями.

Изменения такого рода выдвигают много социальных проблем. Одна из этих проблем состоит в организации такой системы образования и подготовки кадров, которая своевременно обеспечивала бы потребности в кадрах, являющихся наиболее необходимыми, и при этом на подготовку молодых кадров уходило времени не больше, чем это нужно.

В связи с этим сделана попытка в настоящее время разработать модель системы образования. В этой модели сопоставляется конечный результат системы образования — выпуск специалистов, овладевших различными отраслями знаний, и уровень деятельности системы по отраслям знаний. В простейшем виде в такой модели сочетается анализ затрат-выпуска применительно к системе образования с анализом движения численности населения.

В матрице системы образования, по строкам и столбцам которой отражаются различные процессы обучения, в виде основного промежуточного продукта выступают учащиеся, приступающие к обучению в раннем детстве, в течение ряда лет проходящие курс обучения в различных учреждениях, наконец, покидающие систему образования после завершения одного из этапов обучения. Конечно, имеются промежуточные затраты в обычном смысле — в виде книг, ручек, бумаги, а также в виде первичных затрат (труд преподавателей, капиталовложения) в основном в виде зданий и оборудования учебных заведений.

Если ограничиваться учащимися, то можно описать систему образования следующим образом. Число учащихся, получающих образование в каком-либо году, т. е. уровень деятельности или объем выпуска продукции процесса обучения, должно быть равно числу учащихся, которые, завершив весь цикл образования, покидают систему в том же году, плюс приток учащихся, который требуется, чтобы система продолжала действовать и на следующий год. Таким образом, можно записать:

$$\begin{aligned} s &= TEs + g \\ &= Ts + T\Delta s + g, \end{aligned} \quad (68)$$

где s и g — соответственно вектор потока учащихся (уровни выпуска) и вектор количеств выпускников (конечный выпуск), T — матрица коэффициентов текущих затрат, E — как и прежде, оператор сдвига переменной, к которой он относится, на единицу, а $\Delta \equiv (E - 1)$ — оператор первой разности. Уравнение имеет тот же вид, что и (16) в разделе 7, причем $A = K = T$.

Второе уравнение, которое необходимо, связывает вектор численности выпускников учебных заведений g с вектором n , компоненты которого представляют собой численность отдельных возрастных групп населения:

$$g = Gn, \quad (69)$$

где элемент строки j и столбца k матрицы G определяет долю учащихся данной возрастной группы, которая должна пройти процесс обучения j .

Наконец, необходимо уравнение, выражающее характер движения численности населения. Представим этот процесс в виде переходной матрицы P :

$$En = Pn. \quad (70)$$

Прибегая к уравнениям (68), (69) и (70), видим из доказательств, приводимых в работах [4, 16], что

$$s = (I - T)^{-1} \sum_{\theta=0}^{\infty} [T(I - T)^{-1}]^{\theta} G(P - I)^{\theta} n. \quad (71)$$

В этом уравнении величина s связывается с n при помощи матриц T , G и P . Разлагая выражение (71) относительно θ и используя (69), получаем:

$$s = (I - T)^{-1} [g + T(I - T)^{-1} \Delta g + \dots]. \quad (72)$$

Отсюда виден общий характер решения. Выражения $(I - T)$ — обратная матрица к матрице T , коэффициентов текущих затрат, представляющая собой прямые и косвенные затраты на одного выпускника каждого процесса обучения; выражение $T(I - T)^{-1}$ — промежуточные прямые и косвенные затраты на одного выпускника каждого процесса обучения и т. д.

Итак, мы можем сделать вывод, что в своей простейшей форме модель системы образования сходна с общей моделью производства. Отличие состоит в том, что в системе образования последовательность затрат «сырья» (дети, приступающие к процессу обучения) задается извне.

Пока еще работа над этой моделью не вышла за рамки предварительного исследования различных определений и статистических проблем измерения величин g , s и T . В процессе работы становится ясно, что ее следует вести по нескольким направлениям. В частности, нужно будет подробно разработать переход от модели типа «затраты-выпуск» к программной модели, в которой альтернативные процессы обучения могут вводиться на разных стадиях этого процесса.

19. Системы моделей

Одной из причин, заставивших нас относительно подробно остановиться на анализе процесса производства, было желание получить помощь от людей, активно занятых в различных отраслях промышленности. Следовательно, мы стремимся дать подробный анализ процесса производства, чтобы по меньшей мере крупные производственные единицы можно было отождествить с одной из отраслей производства. В действительности мы во многом отклонились от этого, т. к. если, например, существовали предприятия, занимающиеся только производством электроэнергии или очисткой сырой нефти, то не было обнаружено реально единых предприятий, самостоятельно (комплексно) производящих определенные изделия химической или машиностроительной продукции с начала до конца. Сперва мы думали, что это препятствие можно преодолеть, увеличивая модель путем дальнейшего подразделения химической, машиностроительной и других разнородных отраслей производства. Но когда мы столкнулись с этой проблемой, то обнаружили, что нельзя избрать такой способ как основу. Это объясняется четырьмя причинами. Во-первых, с увеличением размеров модели потребность в обработке дополнительных данных возрастает до такого уровня, что мы просто оказываемся не в состоянии ее удовлетворить. Во-вторых, с детализацией показателей в модели возникает потребность в привлечении новых специалистов для того, чтобы удовлетворительно проанализировать различные отрасли экономики. В-третьих, с углублением детализации все более острой становится проблема секретности, причем не только по частному сектору, но и по деятельности государственных органов. В-четвертых, с увеличением размеров

становится все труднее переходить от более простых соотношений, подобных коэффициентам текущих затрат, навязывающих модели искусственную жесткость, к более комплексным соотношениям, подобным коэффициентам, применяемым в линейном программировании, которые позволяют использовать в модели альтернативность выбора.

Поэтому на нынешнем этапе наиболее целесообразным путем развития модели представляется ее децентрализация и создание ряда подмоделей для того, чтобы с их помощью более подробно анализировать важнейшие элементы экономической системы. Эти подмодели могут относиться к группам отраслей, например, к энергетике; к группам продуктов, например, к нефтехимикатам, которые в настоящее время учитываются путем дробления существующей отраслевой классификации; или же к комплексной деятельности, например, к образованию и подготовке кадров, осуществляемой как государственными, так и частично частными учреждениями. Преимущества такой системы подмоделей заключаются в следующем: проблемы, связанные с обработкой данных, могут быть подразделены; специализированные значения легче применить к отдельным подмоделям; ограниченный поток информации, необходимый для построения системы подмоделей, поможет преодолеть многие трудности, связанные с существованием секретности, относительно небольшие размеры подмоделей делают возможным использование методов оптимизации по крайней мере в некоторых областях.

В настоящей работе нет возможности подробно объяснить, как работала бы такая система моделей. Рассмотрим ее возможности при помощи простой модели затраты-выпуск, в которой отрасли производства разделены на две группы, r и s . Используя запись формулы (16), изобразим систему следующим образом:

$$\begin{bmatrix} q_r \\ \dots \\ q_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{rr} & A_{rs} \\ A_{sr} & A_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_r \\ \dots \\ q_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_r \\ \dots \\ f_s \end{bmatrix}. \quad (73)$$

Допустим, что работа по построению модели этой системы находится в руках двух групп лиц, r и s . Группе r известно все, относящееся к первой строке, но ничего, относящееся ко второй строке, чтобы ни сообщалось по этому вопросу группой s , и наоборот. Группа r делает первую оценку величины q_r (равную q_r^1), используя имеющиеся у нее сведения. Отсюда:

$$q_r^1 = B_{rr} f_r, \quad (74)$$

где $B_{rr} \equiv (I - A_{rr})^{-1}$. Далее группа r передает эту информацию группе s , которая затем делает первую оценку величины q_s (равную q_s^1). Отсюда:

$$q_s^1 = B_{ss}(A_{sr}q_r^1 + f_s), \quad (75)$$

где $B_{ss} \equiv (I - A_{ss})^{-1}$. После этого группа s возвращает эту информацию группе r , которая производит вторую оценку величины q_r (равную q_r^2). Отсюда:

$$q_r^2 = B_{rr}(A_{rs}q_s^1 + f_r) \quad (76)$$

и т. д. В конечном счете эти оценки приближаются к величинам, которые были бы получены, если бы каждая группа с самого начала имела полный объем информации. Итак, в конечном итоге мы получим:

$$q_r = (I - B_{rr}A_{rs}B_{ss}A_{sr})^{-1}B_{rr}(A_{rs}B_{ss}f_s + f_r) \quad (77)$$

и

$$q_s = (I - B_{ss}A_{sr}B_{rr}A_{rs})^{-1}B_{ss}(A_{sr}B_{rr}f_r + f_s). \quad (78)$$

Пока получено решение системы в случае, когда обе группы обладают лишь частичной информацией и когда передается ограниченный объем информации, а именно результаты оценок каждой группы. Но можно представить, что такая система может работать и более интересно. Каждая группа должна передавать другой только оценки вектора собственного выпуска продукции, не прибегая при этом к методам анализа затрат-выпуск. Описание этого значительно усложнило бы приведенный пример, и поэтому сказанного достаточно, чтобы показать возможность осуществления децентрализации в общих рамках нашей модели.

20. Заключение

В настоящей статье сделана попытка дать полный обзор работы по построению экономической модели, показать основные принципы этой работы, характер и технические детали двойственной модели в ее существующем виде, а также основные направления работы над ее развитием, которые используются в настоящее время. Мы не предполагаем резюмировать все написанное выше; однако было бы небезынтересно попытаться объяснить, почему ведется эта работа и какие выводы можно сделать на ее основе.

Исследования основаны на трех посылах: 1) экономика — весьма сложная система преобразования информации в деятельность при помощи решений; 2) многие экономические решения, в особенности в области капиталовложений, должны быть приняты за много лет до того, как их предполагаемые результаты могут стать доступными для наблюдения; 3) в своей повседневной работе экономическая система содержит мало доступной информации о будущем. Поэтому существующая информация недостаточна и ее необходимо расширить.

При попытке расширения объема информации для экономических решений следует соблюдать логичность и стремиться к реализму в оценках. Можно потерпеть неудачу, пытаясь начать моделирование экономики слишком детально или же пытаться использовать в модели слишком узкую, практическую информацию. Поэтому работа началась с построения общей модели, а в настоящее время взято направление за построение системы моделей, отдельные части которой можно анализировать и более детально.

Положительные черты работы заключаются в том, что в конечном счете создаются возможности для построения системы прогнозов, которая учитывала бы социальные показатели и которая была бы, в общем, принята как единый контур для принятия экономических решений. Это означало бы, что увязка планов различных секторов экономики значительно улучшилась бы по сравнению с тем, что наблюдается ныне. Если бы это было достигнуто, то явилось бы огромным шагом вперед; децентрализованные детальные решения могли бы сочетаться, в общем, с принятой основной целью.

ЛИТЕРАТУРА

13. Univ. of Cambridge, Department of Applied Economics. The Model in its Environment; a Progress Report. A Programme for Growth, No. 5. Chapman and Hall, London, 1964.
14. L. J. Slater. Dynamic Programming, «Computer Journal», vol. 6, June, 1964.
15. A. Brown, Gr. Pyatt and C. Leicester. Output, Manpower and Industrial Skills in the United Kingdom, 1948—1970. O. E. C. D. Conference, 1963, Mimeographed.
16. R. Stone and J. A. C. Brown. Output and Investment for Exponential Growth in Consumption. The Review of Economic Studies, vol. XXIX, No. 80, 1962.

Поступила в редакцию
16 VII 1964