

ОЦЕНКА И СТРУКТУРА ВТОРОЙ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНГРИИ

Л. ХАЛАБУК

(Венгрия)

1. ВВЕДЕНИЕ

Несколько лет назад Лаборатория по применению статистических и математических методов в экономике Центрального статистического управления Венгерской Народной Республики начала серию экспериментов, имевшую целью изучение функционирования народного хозяйства Венгрии с помощью эконометрических моделей. Такие модели используются для выявления экономических народнохозяйственных взаимосвязей, для проверки положений гипотетического характера с помощью статистических данных и для количественного выражения связей, найденных эмпирическим путем. Менее определенными являются в настоящее время данные методов прогнозирования и соответственно имитация на основе этих моделей, однако есть тенденции получить более оптимистические результаты таких исследований.

Первая эконометрическая модель, полученная в Лаборатории, была названа М-1 [1, 2]. Эта малоразмерная модель служила в первую очередь для решения вопроса о возможностях исследования функционирования народного хозяйства Венгрии с помощью моделей. Вопрос был решен положительно, кроме того, составление этой модели позволило ознакомиться с техникой моделирования и с рядом связанных с этим проблем. Мы не ожидали от модели М-1 большого количества информации, но предполагаем, что следующая модель М-2, при построении которой будет учтен опыт составления модели М-1, уже в некоторой степени будет пригодной и для того, чтобы стать инструментом формулирования экономических положений.

В настоящей статье описывается опыт составления модели М-2 [3]. О первой фазе построения модели — проведении предварительной спецификации — имеется отчет в рабочем материале Лаборатории [4], в котором подробно изложены гипотезы и соображения, служившие в качестве экономических рамок для выделенных народнохозяйственных взаимосвязей. Не останавливаясь на этом вопросе, все-таки считаем нужным сделать несколько замечаний, касающихся спецификации модели, по следующим причинам. Во-первых, по сравнению с предварительной в окончательной спецификации, изложенной в п. 3 настоящей статьи, имеются некоторые, хотя и незначительные, изменения. Во-вторых, мы стремились данной статьей полностью отразить процесс построения модели, даже если в отдельных случаях это будет носить несколько схематичный характер.

В модели М-2 мы хотели представить процесс воспроизводства в венгерском народном хозяйстве в рамках единой экономической системы.

а) В центре системы уравнений модели — общая сумма вновь созданных и распределенных в народном хозяйстве стоимостей, т. е. сводный показатель, отражающий одновременно распределение на потребление и на использование по отраслям производства. Для нас — особенно с учетом опыта построения М-1 — оптимальным показателем являлся национальный доход. Вокруг него и была построена основная часть модели М-2, которая затем была расширена за счет введения и других зависимостей.

б) Последний год периода, включенного в модель М-2, совпал с последним годом, предшествовавшим реформе управления экономикой. Поэтому при разработке модели М-2 надо было учесть влияние и факторы предыдущего периода функционирования экономики. Тот факт, что в спецификации модели М-2 рыночные, финансовые и прочие стимулы и факторы не выступают на первый план, выражает не консерватизм, а стремление отразить фактическое положение.

в) Каждая система сводных показателей, компонентами которой являются и цены, потенциально искажена. Однако, по нашему мнению, было бы неправильно исходя из этого корректировать систему показателей, так как возможное искажение существует не только в этой системе, но и в экономической действительности, в ее взаимосвязях и факторах. Модель должна отображать фактически имеющиеся, основанные на правильно или неправильно определенных соотношениях цен, процессы; изучение влияния изменения системы цен является не столько задачей модели, сколько задачей имитационного исследования, проводимого с помощью модели.

г) Уравнения модели можно разбить на пять типов: производства, использования — потребления, занятости, внешней торговли, реальных доходов. Экономическая интерпретация их дается в п. 3.

д) Основной целью модели М-2 являлось дезагрегирование хозяйственных связей. Это относится к первым трем уравнениям, однако степень и характер дезагрегирования в них весьма различны. В уравнениях производства чистая продукция восьми отраслей выражается функцией рабочей силы и основных фондов (и некоторых других факторов), используемых внутри отраслей. В уравнениях потребления потребление населения дезагрегируется по составу (продовольствие, одежда и т. д.) таким образом, что важнейшие определяющие факторы не различаются по уравнениям, а остаются одинаковыми (реальные доходы). Уравнения занятости тоже дезагрегированы по промышленности и строительству, по сельскому хозяйству и другим отраслям и одновременно внутренние сильно взаимосвязаны.

е) Для объяснения отдельных эндогенных переменных мы стремились подобрать наиболее подходящие определяющие переменные. Мы хотели, чтобы переменные состояли из конкретных данных экономической статистики (поэтому мы старались избежать использования временных трендов, см. п. 2).

ж) Модель М-2 является динамической, так как среди переменных имеются и запаздывающие эндогенные переменные. Мы пытались учесть запаздывания в экономической связи и другим путем: в отдельных уравнениях данные на начало года были противопоставлены суммарным данным за год, в других — сами данные включали запаздывание.

з) Модель М-2 линейная. Некоторые экономические связи можно лучше выразить нелинейными зависимостями, в то время как для относительно короткого периода линейные зависимости, как правило, могут быть использованы для более высокой степени приближения. Решающую роль играет и то, что включение нелинейных зависимостей в систему уравнений представляет трудную задачу даже для современной вычислительной техники.

и) Модель М-2 представляет собой систему уравнений, связывающих между собой переменные. Однако в модели в целом эта взаимозависимость переменных не является одинаково тесной. За исключением одной, все переменные производственной функции являются предопределенными, и поэтому с точки зрения оценки они могут считаться взаимонезависимыми. Показатели продукции производственных отраслей связаны с другими, наиболее тесно взаимосвязанными уравнениями модели — занятости и внешней торговли через дефиниционные уравнения.

Взаимозависимость между дезагрегированными функциями потребления и моделью является также менее тесной, так как эти функции зависят только от реальных доходов.

к) Модель М-2 является идентифицированной. Число уравнений ее равно числу эндогенных переменных без временного лага, и относительно каждого уравнения верно, что число нефигурирующих в уравнении предтерминированных переменных превышает число наличных эндогенных переменных. Эту последнюю связь принято называть условием идентификации. Наличие этих критериев, особенно в больших моделях, не означает, что при оценке не возникают проблемы, порождаемые большой размерностью модели.

л) Период, охватываемый моделью, составляет 18 лет (1950—1967 гг.). По сравнению с ним число переменных относительно велико, что влечет известные последствия (п. 4). Модель была построена за последние два года, а именно: были собраны данные, оценены параметры и другие необходимые для проверки правильности модели показатели*.

Остался целый ряд незавершенных работ, которые должны будут специфицировать отдельные основные функции модели. Пока же модель пригодна лишь для характеристики прошедшего периода. Перед ней стоят задачи, из числа которых мы выделяем проблемы прогнозирования и имитацию. Возможность прогнозирования на основе этой модели как системы позволит сделать выводы, касающиеся перспектив развития.

2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Приводимые ниже расчеты можно рассматривать как окончательный этап спецификации модели и начальную фазу ее оценки. Они составляют часть спецификации, точнее говоря, спецификационного анализа в том смысле, что предварительная спецификация — система уравнений, имеющая экономическую основу, — была изменена в зависимости от результатов этих расчетов. Гибкость спецификации объясняется и необходимостью использования альтернатив, содержащихся в самих данных и в том подборе их, который был произведен для построения модели. При анализе предварительных расчетов оказалось, что возможен учет вариантов, который позже, при применении методов оценки, требующих большого количества расчетов и всегда охватывающих одновременные связи системы, был бы почти нереальным. Одновременно эти расчеты составили и часть самой оценки потому, что классический метод наименьших квадратов был применен для всех возможных вариантов.

Предварительные расчеты включали исследование мультиколлинеарности и метод наименьших квадратов. В число условий, служащих для оценки параметров моделей, входит стохастическая независимость переменных, участвующих в уравнении. Если переменные не являются стохастически независимыми, имеет место мультиколлинеарность. В дальней-

* Проверенная на основе статистических обследований модель в противоположность чисто формальной системе называется в специальной литературе структурой. На это указывает и заглавие статьи

шем при оценке параметров мультиколлинеарность приводит к различным трудностям и значительно снижает эффективность оценок [5].

Так как в модели М-2 имеются относительно короткие динамические ряды довольно большого числа взаимозависимых переменных, мы сочли необходимым предварительно исследовать имеющуюся мультиколлинеарность. Для этой цели был использован метод анализа корреляционной матрицы независимых переменных [6, 7], преимуществом которого является то, что он позволяет обосновать выводы путем статистических гипотез. Этот метод дает возможность с помощью существующих статистических таблиц косвенно установить границы влияния мультиколлинеарности. Анализ показал наличие сильной мультиколлинеарности между переменными, особенно для функций производства — между показателями капитальных вложений и соответственно основных фондов — и переменными, выражающими технологический прогресс, а также для функций потребления — между показателями динамики реальных доходов и динамики удельного веса городского населения. Хотя, исходя из этих расчетов, можно было бы установить факторы, связанные мультиколлинеарными зависимостями из уравнений, пока мы этого не сделали и, не применяя метода наименьших квадратов, оставили все варианты, содержащие и не содержащие мультиколлинеарносвязанные факторы.

Известно, что классический метод наименьших квадратов не дает состоятельной оценки для моделей в виде систем уравнений, но тем не менее он является весьма распространенным и, как правило, всегда применяется наряду с другими методами оценки. Нам представлялось, что полученные таким образом оценки могут дать предварительную информацию о степени правильности наших соображений. И действительно, уже эта предварительная оценка выявила ряд проблем, часть которых мы попробовали разрешить еще в ходе этих расчетов на втором этапе. На первом этапе была получена оценка приблизительно для 50 уравнений с помощью метода наименьших квадратов (это количество включает все варианты). В ряде случаев расчеты не дали точных результатов, т. е. речь идет о проблемах, связанных с применением других методов, что требует отдельного исследования.

В уравнениях, содержащих мультиколлинеарность, ошибка оценки одной или ряда переменных была большой, в то время как в соответствующем уравнении, не содержащем мультиколлинеарного фактора, оценки оказались значительными. После этого были исключены переменные, которые несомненно являлись мультиколлинеарными. Это относится в первую очередь к показателям технического прогресса в функциях производства, первоначальное включение которых, впрочем, носило экспериментальный характер [4].

Другой существенной проблемой, также связанной с методами оценки, является автокорреляция, появляющаяся в остаточных членах. Если следующие друг за другом величины остаточных членов не являются независимыми, то условия стохастичности не соблюдаются и, следовательно, методы, основанные на принципе наименьших квадратов, теряют свои преимущества. Независимость остаточных членов была исследована с помощью статистики Дарбина — Уотсона (d). В результате выяснилось, что в некоторых уравнениях остаточные члены содержат сильную положительную автокорреляцию. Так как большую часть уравнений с автокорреляцией составляют такие (например, производственные функции), среди определяющих переменных которых имеются только детерминированные переменные, полученные методом наименьших квадратов и являющиеся окончательными, то на этом этапе мы должны были заниматься в основном автокорреляцией. Поэтому на втором этапе были разработаны новые

варианты для уменьшения автокорреляции. Они включали три способа: а) помимо первоначальных определяющих переменных введена зависимая переменная с временным лагом в 1 год; б) оценка уравнений произведена на основе первых разностей переменных; в) сделана попытка выделить тренд.

Полученные результаты, в первую очередь статистика Дарбина — Уотсона, теперь уже оказались благоприятными, а методы а и б — успешными.

Так как введение запаздывающих эндогенных переменных привело бы к сильному увеличению и без того большого числа преддетерминированных переменных, наиболее подходящей считалась оценка, основанная на разностях. Без изменения интерпретации параметров или структуры модели преобразование сокращает автокорреляцию.

На основе результатов первого и второго этапов для каждого уравнения была установлена приемлемая окончательная форма, которая для независимых уравнений являлась одновременно и окончательной оценкой, а для взаимозависимых уравнений давала форму, подлежащую дальнейшей оценке. Тем самым мы пришли к окончательной форме спецификации.

3. СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ МОДЕЛИ М-2 И ЕЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

А. Уравнения производства

$$N^a = \alpha_0 + \alpha_1 Mu^a + \alpha_2 A^a + u_1, \quad (1)$$

$$N^g = \beta_0 + \beta_1 Mu^g + \beta_2 A^g + u_2, \quad (2)$$

$$N^v = \gamma_0 + \gamma_1 Mu^v + \gamma_2 A^v + u_3, \quad (3)$$

$$N^{hi} = \delta_0 + \delta_1 Mu^{hi} + \delta_2 A^{hi} + u_4, \quad (4)$$

$$N^{el} = \varepsilon_0 + \varepsilon_1 Mu^{el} + \varepsilon_2 A^{el} + u_5, \quad (5)$$

$$N^{ep} = \zeta_0 + \zeta_1 Mu^{ep} + \zeta_2 A^{ep} + u_6, \quad (6)$$

$$N^m = \eta_0 + \eta_1 M^m + \eta_2 M \ddot{u}^{m_{u_i}} + \eta_3 I_j + \eta_4 M \ddot{u}^{i^r} + u_7, \quad (7)$$

$$N^h = \vartheta_0 + \vartheta_1 Mu^h + \vartheta_2 A^h + u_8. \quad (8)$$

Б. Уравнения потребления

$$F = \iota_0 + \iota_1 N + \iota_2 F^{0,1} + u_9, \quad (9)$$

$$F^{el} = \kappa_0 + \kappa_1 R^{mu} + \kappa_2 R^p + \kappa_3 L^v + \kappa_4 A^{el} + u_{10}, \quad (10)$$

$$F^v = \lambda_0 + \lambda_1 R^{mu} + \lambda_2 R^p + \lambda_3 A^{el} + u_{11}, \quad (11)$$

$$F^r = \mu_0 + \mu_1 R^{mu} + \mu_2 R^p + \mu_2 A^r + u_{12}, \quad (12)$$

$$F^t = \nu_0 + \nu_1 R^{mu} + \nu_2 R^p + \nu_3 A^t + \nu_4 T_{t-1} + u_{13}, \quad (13)$$

$$F^l = \xi_0 + \xi_1 R^{mu} + \xi_2 R^p + \xi_3 T_{t-1} + \xi_4 F_{t-1}^1 + u_{14}. \quad (14)$$

В. Уравнение изменения вкладов в сберегательные кассы

$$T - T_{t-1} = O_0 + O_1 R^{mu} + O_2 R^p + O_3 (F^t + F^1) + u_{15}. \quad (15)$$

Г. Уравнения занятости

$$M^i = \pi_0 + \pi_1 (Mu^a + Mu^g + Mu^v + Mu^{hi} + Mu^{el} + Mu^{ep}) + u_{16}, \quad (16)$$

$$M^i = \rho_0 + \rho_1 M^m + \rho_2 (N^a + N^g + N^v + N^{hi} + N^{el} + N^{ep}) + \rho_3 M_{t-1}^i + u_{17}, \quad (17)$$

$$M^m = \sigma_0 + \sigma_1 (M^i + M^e) + \sigma_2 M \ddot{u}^{i^r} + u_{18}, \quad (18)$$

$$M^e = \tau_0 + \tau_1 M^m + \tau_2 (N^a + N^g + N^u + N^{ki} + N^{el} + N^{ep} + N^k + N^r) + u_{19}, \quad (19)$$

$$M^{np} = v_0 + v_1 M^p + v_2 J + u_{20}. \quad (20)$$

Д. Уравнения внешней торговли

$$E = \varphi_0 + \varphi_1 N + \varphi_2 K + u_{21}, \quad (21)$$

$$I = \chi_0 + \chi_1 N + \chi_2 E + u_{22}. \quad (22)$$

Е. Уравнение реальных доходов

$$R^{m_{u_i}} = \psi_0 + \psi_1 Rb + \psi_2 L^k + u_{23}. \quad (23)$$

Ж. Балансовые тождества

$$\begin{aligned} N^a + N^g + N^v + N^{ki} + N^{el} + N^{ep} + N^m + N^k + N^r = \\ = F + F^k + F^h + (E - I), \end{aligned} \quad (24)$$

$$M^p = M^i + M^m + M^e, \quad (25)$$

$$M = M^p + M^{np}. \quad (26)$$

Эндогенные переменные: N^a — национальный доход, созданный в сырьевой и энергетической промышленности, млрд. фор.; N^g — национальный доход, созданный в машиностроении, млрд. фор.; N^v — национальный доход, созданный в химической промышленности, млрд. фор.; N^{ki} — национальный доход, созданный в легкой промышленности, млрд. фор.; N^{el} — национальный доход, созданный в пищевой промышленности, млрд. фор.; N^{ep} — национальный доход, созданный в строительстве, млрд. фор.; N^m — национальный доход, созданный в сельском хозяйстве, млрд. фор.; N^k — национальный доход, созданный на транспорте, млрд. фор.; N — национальный доход, всего, млрд. фор.; E — объем экспорта, млрд. внутр. фор.; I — объем импорта, млрд. внутр. фор.; F — потребление населения, млрд. фор.; F^{el} — оборот продовольственных товаров в розничной торговле, млрд. фор.; F^v — оборот общественного питания, млрд. фор.; F^r — оборот предметов одежды в розничной торговле, млн. фор.; F^i — оборот товаров длительного пользования в розничной торговле, млн. фор.; F^t — затраты на жилищное строительство, млн. фор.; T — наличие вкладов в сберегательных кассах на конец года; M^i — вся занятая в промышленности и строительстве рабочая сила, тыс. чел.; M^m — вся занятая в сельском хозяйстве рабочая сила, тыс. чел.; M^e — вся занятая в других производственных отраслях рабочая сила, тыс. чел.; M^p — вся занятая в отраслях производственной сферы рабочая сила, тыс. чел.; M^{np} — вся занятая в отраслях непроизводственной сферы рабочая сила, тыс. чел.; M — вся занятая в народном хозяйстве рабочая сила, тыс. чел.; $R^{m_{u_i}}$ — реальный личный доход в расчете на душу рабочих — служащих за год, фор.; J — национальный доход на душу населения, фор.

Предetermined переменные: N^r — национальный доход, созданный в прочих отраслях, млрд. фор.; $F^{0,1}$ — переменная накопления (1 — доля накопления растет; 0 — сокращается по сравнению с предыдущим годом); F^h — объем накопления, млрд. фор.; F^k — потребление государственных учреждений; F_{t-1} — затраты на жилищное строительство в предыдущем году, млрд. фор.; A^{el} — индекс розничных цен на продовольственные товары, %; A^r — индекс розничных цен на одежду, %; A^i — индекс розничных цен на товары длительного пользования, %; T_{t-1} — наличие вкладов в сберегательных кассах на конец предыдущего года, млн. фор.; M^{u^a} — число рабочих, занятых в сырьевой и энергетической промышленности,

тыс. чел.; Mu^g — число рабочих, занятых в машиностроении, тыс. чел.; Mu^v — число рабочих, занятых в химической промышленности, тыс. чел.; Mu^{hi} — число рабочих, занятых в легкой промышленности, тыс. чел.; Mu^{ei} — число рабочих, занятых в пищевой промышленности, тыс. чел.; Mu^{ep} — число рабочих, занятых в строительстве, тыс. чел.; Mu^h — число транспортных работников и рабочих, тыс. чел.; M_{i-1}^i — число занятых в промышленности и строительстве в предыдущем году, тыс. чел.; A^a — основные производственные фонды в сырьевой промышленности на начало года, млрд. фор.; A^g — основные производственные фонды в машиностроении на начало года, млрд. фор.; A^v — основные производственные фонды в химической промышленности на начало года, млрд. фор.; A^{hi} — основные производственные фонды в легкой промышленности на начало года, млрд. фор.; A^{ei} — основные производственные фонды в пищевой промышленности на начало года, млрд. фор.; A^{ep} — основные производственные фонды в строительстве на начало года, млрд. фор.; A^h — основные производственные фонды на транспорте на начало года, млрд. фор.; R^p — реальный личный доход на душу крестьянского населения в год, фор.; L^h — коэффициент (доля) самодостаточного населения для рабоче-служащего населения, %; Rb — месячные реальные доходы на одного человека самодостаточного городского населения, фор.; L^v — доля городского населения, %; K — внешнеторговый оборот стран — членов СЭВ, млрд. руб.; $M\ddot{u}^{mu}$ — использование искусственных удобрений, 1000 т; $M\ddot{u}^{lr}$ — земельная площадь на одну тракторную единицу, кад. гольды; I_j — индекс погоды, %*.

4. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ МОДЕЛИ М-2

Так как модель М-2 имеет 32 преддетерминированные переменные, а временные ряды охватывают период с 1950 по 1967 г., т. е. 18 лет то кроме классического метода наименьших квадратов можно было применить только некоторые варианты двухшагового метода наименьших квадратов. Для оценки параметров модели М-2 были использованы метод инструментальных переменных преимущественно для анализа причинных связей модели и метод главных компонентов для устранения мультиколлинеарности.

При оценке параметров моделей большого размера, когда применение двухшагового метода наименьших квадратов сталкивается с трудностями, все более важную роль приобретает метод инструментальных переменных, который первоначально был разработан Рейерсом для учета ошибок измерения переменных [10]. Если на первом этапе нет возможности использовать все преддетерминированные переменные для определения эндогенных переменных, представляется целесообразным выбрать из них некоторое число переменных и, используя их в качестве инструментальных переменных, получить на первом этапе оценки. Как правило, к переменной, выступающей в качестве инструментальной, следует предъявить два требования: 1) переменная должна быть независимой от стохастического члена уравнения; 2) она должна находиться в причинной связи с эндогенными переменными уравнения, но таким образом, чтобы при этом она была независимой от преддетерминированных переменных этого же уравнения. Конечно, до известной степени эти требования противоречат друг другу, и

* Это агрегированный показатель, полученный в результате многочисленных расчетов корреляции между средней урожайностью земледельческих культур (10 культур) и метеорологическими факторами (48) (индексная форма, выраженная в процентах к среднему значению динамического ряда) [8, 9].

поэтому можно стремиться только к нестрогому их соблюдению. Так как преддетерминированные переменные отвечают первому требованию, при выборе из их числа инструментальных следовало удовлетворить второе.

Имея в виду критерий причинности, Ф. М. Фишер [11] предлагает специальный метод, который, принимая во внимание структуру модели, представляет однозначный способ подбора инструментальных переменных на основе априорной информации. Этот метод дает возможность уменьшить мультиколлинеарность, а также учесть динамическую и в некоторых случаях блочно-рекурсивную структуру модели. В ходе этой процедуры определяется порядок преддетерминированных переменных с точки зрения определения эндогенных переменных, участвующих в уравнениях, а затем, выражая по временным рядам этот порядок предпочтения на основе серийных оценок, можно выбрать оптимальное число предпочтительных инструментальных переменных. Оценка параметров модели М-2 с помощью метода инструментальных переменных проводилась двумя способами. В первом случае (вариант INSTR1), имея в виду основной принцип оценки β по уравнениям и эндогенным переменным (порядка 0), в качестве инструментальных мы применяли лишь различные преддетерминированные переменные. Учитывая, что модель имеет 14 эндогенных переменных порядка 0 и что в каждом случае необходимо было несколько раз произвести расчеты с постепенным увеличением (и соответственно уменьшением) выбранного множества переменных, оценка требовала довольно большого объема вычислений.

Специфическая структура модели М-2 позволила проверить и другой вариант (INSTR2). Так как наибольшая часть множества преддетерминированных переменных, выбранных с точки зрения эндогенной переменной порядка 0, оказалась подобной, мы предположили, что следует выбрать меньшее число преддетерминированных переменных и использовать для каждой эндогенной переменной порядка 0 одно и то же их множество. С учетом причинных связей и разбивки модели по секторам целесообразным оказалось выбрать 14 из 32 преддетерминированных переменных, которые впоследствии были единообразно использованы при оценке. Этот вариант требует меньшего количества расчетов, нежели первый.

Главные компоненты переменных являются не чем иным, как линейными их комбинациями, отвечающими известным условиям. Первый компонент определяется так, чтобы вариация его элементов была максимальной. И здесь, и в других компонентах необходимо, чтобы сумма квадратов скаляров была равна единице. Определение второго, третьего и других главных компонентов аналогично определению первого главного компонента при дополнительном условии, чтобы он был независимым от первого и второго и т. д. В общей сложности к переменным можно причислить столько ненулевых главных компонент, сколько рангов в их матрице моментов, и решение сводится к определению собственных значений и собственных факторов матрицы моментов переменных. Следует указать на два важных свойства главных компонент: 1) некоррелированность, вытекающая из определения главных компонент; 2) сумма дисперсий главных компонент совпадает с суммой дисперсий первоначальных переменных. В конечном итоге были получены некоррелированные переменные, содержащие всю информацию, имеющуюся в первоначальных переменных. Преимущество этого метода заключается именно в том, что он приводит к минимальной потере информации по сравнению с числом исключенных переменных, что является весьма желательным с точки зрения определяемых параметров. Этот метод имеет несколько вариантов, зависящих от использования главных компонент тех или иных переменных [12].

Один вариант построен на главных компонентах не участвующих в уравнении преддетерминированных переменных. Так как в уравнениях участвуют различные преддетерминированные переменные, этот вариант требует большого труда с точки зрения расчетов. Кроме того, может возникнуть еще одна трудность, состоящая в том, что корреляция между основными компонентами и участвующими в уравнении преддетерминированными переменными является более тесной, чем допустимо, что снижает качество оценки. Устранение трудности, вызванной корреляцией между главными компонентами и преддетерминированными переменными, требует применения такого варианта, при котором используются не главные компоненты не участвующих в уравнении преддетерминированных переменных, а главные компоненты тех остаточных членов, которые относятся к регрессионным величинам, не участвующим в уравнении преддетерминированных переменных, связанных с участвующими. Эти компоненты некоррелированы с преддетерминированными переменными, имеющимися в уравнении.

При оценке модели М-2 был использован тот вариант, который казался практически наиболее пригодным. В этом случае не изменяются по уравнениям те переменные, с помощью главных компонентов которых была осуществлена оценка. Во всех уравнениях модели мы опираемся на главные компоненты всех преддетерминированных переменных, что значительно снижает объем требуемых расчетов. Но при этом варианте может возникнуть проблема корреляции между главными компонентами и фигурирующими в уравнении преддетерминированными переменными. Тогда можно применить такой метод, при котором порядок главных компонентов устанавливается на основе одновременного учета как их «содержания информации», так и их корреляционной связи с преддетерминированными переменными с точки зрения их важности при оценке.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ

На стр. 38—41 приводятся результаты расчетов, полученные при оценке коэффициентов уравнений и других показателей. Параметры, за исключением тех, в которых не участвуют определяющие эндогенные переменные, были найдены четырьмя различными методами. Последним был использован обычный метод наименьших квадратов, а для оценки других параметров — двухшаговый метод наименьших квадратов, в основе которого лежат инструментальные переменные и главные компоненты. Метод, основанный на инструментальных переменных, имел два варианта.

В каждом уравнении представлены параметры, полученные с помощью всех упомянутых методов. В таблице приводятся: коэффициенты переменных (под символами переменных); ошибки коэффициентов (под коэффициентами в скобках); квадраты коэффициентов множественной корреляции (в графе $\bar{R}^2$); статистика Дарбина — Уотсона (в графе d). Кроме того, в таблице приняты следующие сокращения: *LKN* — обычный метод наименьших квадратов; ΔLKN — обычный метод наименьших квадратов на основе первых разностей; *INSTR1*, *INSTR2* — два варианта метода инструментальных переменных; *FK* — метод главных компонентов.

6. ОБЩИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ

1. Модель может быть оценена с точки зрения ее практического значения лишь при ее дальнейшем использовании с помощью прогнозирования. В свою очередь качество прогнозирования в большой степени зависит от

качества оценки параметров, и, таким образом, еще до функционирования системы можно сделать некоторые выводы об ожидаемых результатах. Качество оценок выражается динамикой полученных показателей. Эти показатели включают d -статистику и $\bar{R}^2$. При оценке параметров модели М-2 примерно в 85% случаев ошибка параметра была меньше значения параметра и около 70% составила доля тех оценок, при которых ошибка была меньше половины значения параметра. Наиболее сомнительными оказались оценки параметров реальных доходов. В большинстве функций потребления, где среди определяющих параметров имелись отдельно реальные доходы рабочих и служащих и реальные доходы крестьян, ошибка параметра обеих переменных или одной из них систематически превышала значение параметра. Величина $\bar{R}^2$ для 18 из 32 стохастических уравнений модели М-2 превышает 0,9, что указывает на весьма сильную (больше 90%) детерминированность. Немного более слабой, но все же значительной является детерминированность в производственной функции отрасли «строительство» ($\bar{R}^2 = 0,80$), функции занятости в прочих производственных отраслях ($\bar{R}^2 = 0,85$) и функции занятости в непроизводственной сфере ($\bar{R}^2 = 0,80$). В функции динамики вкладов в сберегательные кассы детерминированность составляет около 60%, а в функции сельскохозяйственного производства в трех из четырех случаев детерминированность составляет около 50%. Только единственный раз для одной оценки функции сельского хозяйства было получено значение $\bar{R}^2$, примерно равное 0,3. Однако скорректированный показатель множественной корреляции и в этом случае равен 0,57, что еще является значительной величиной.

Относительно коэффициента автокорреляции Дарбина — Уотсона с учетом продолжительности включенного в модель периода и числа независимых переменных можно установить границы показателя при отсутствии остаточной автокорреляции. Например, предполагая, что имеются 18-летний период и три независимые переменные, если d находится в интервале 1,69 — 2,31, при 5%-ной степени существенности можно утверждать, что в остаточных членах автокорреляции нет. (Этот интервал может быть найден на основе таблицы, составленной Дарбином и Уотсоном [13].) Примерно в 30% уравнений модели М-2, согласно показателю d , имеется положительная автокорреляция, причем всего в трех из них очень сильная автокорреляция. Это те уравнения, которые отражают динамику вкладов в сберегательные кассы, занятость в сельском хозяйстве и в прочих производственных отраслях.

При оценке результатов интересным является сопоставление их с результатами некоторых более известных моделей. Качество результатов в литературе выражается, как правило, теми показателями, которые были найдены и при построении модели М-2. 10 моделей [14—23] были подробно изучены. При подборе учитывались два момента: были выбраны модели, с одной стороны, разработанные за последние годы, а с другой — имеющие «средний размер», позволяющий сопоставить их с моделью М-2. Сопоставление средних квадратических отклонений параметров с величиной параметров показывает следующую картину: в 12% случаев оценка параметра является безусловно незначимой (среднее квадратическое отклонение больше значения параметра); около 72% составляет число тех ситуаций, при которых значение параметра в два раза больше среднего квадратического отклонения.

Коэффициенты детерминации $\bar{R}^2$ более чем в 50% случаев были выше 0,9, а в 7% оказались незначимыми. Автокорреляция (большой частью положительная) наблюдалась примерно в 35—40% уравнений исследованных моделей.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что результаты оценки модели М-2 близки результатам зарубежных моделей.

№ п.п.	Оцененные параметры и их ошибки					$\bar{R}^2$	d
	зависимая переменная	независимые переменные					
		уравнения					
1	N^a	Mu^a	A^a		0,9295	1,7747	
	ΔLKN	0,0067 (0,0254)	0,1897 (0,0557)				
2	N^g	Mu^g	A^g		0,9598	2,2357	
	ΔLKN	0,0521 (0,0294)	0,6901 (0,2415)				
3	N^v	Mu^v	A^v		0,9465	1,8503	
	ΔLKN	0,1665 (0,0830)	0,2638 (0,1599)				
4	N^{ki}	Mu^{ki}	A^{ki}		0,9731	1,4989	
	LKN	0,0261 (0,0078)	1,3016 (0,1278)				
5	N^{el}	Mu^{el}	A^{el}		0,9564	1,3563	
	LKN	0,0661 (0,0531)	0,7579 (0,1591)				
6	$N^{\epsilon p}$	$Mu^{\epsilon p}$	$A^{\epsilon p}$		0,8789	2,0597	
	ΔLKN	0,0618 (0,0121)	1,1110 (0,3140)				
7	N^m	M^m	$M\ddot{u}^{m\ddot{u}}$	$M\ddot{u}^{tr}$	I_j	0,5416 0,3274 0,5140 0,5125	1,6106 2,0223 1,6067 1,0382
	LKN	0,0134 (0,0072)	0,0123 (0,0110)	-0,0044 (0,0037)	0,2255 (0,0567)		
	$INSTR1$	0,0276 (0,0122)	0,0296 (0,0168)	-0,0059 (0,0045)	0,2739 (0,0689)		
	$INSTR2$	0,0142 (0,0075)	0,0135 (0,0113)	-0,0045 (0,0037)	0,2259 (0,0567)		
	FK	0,0261 (0,0100)	0,0270 (0,0150)	-0,0060 (0,0000)	0,2841 (0,0671)		
8	N^k	Mu^k	A^k			0,9669	1,9648
	ΔLKN	0,0236 (0,0081)	0,0766 (0,0223)				
9	F	N	F^{01}			0,9468 0,9436 0,9436 0,9472	0,8540 0,8338 0,8416 0,8640
	LKN	0,6617 (0,0384)	-3,1568 (3,0222)				
	$INSTR1$	0,6651 (0,0385)	-3,5118 (3,0278)				
	$INSTR2$	0,6627 (0,0384)	-3,1833 (3,0223)				
	FK	0,6701 (0,0375)	-3,3661 (2,9325)				

Оцененные параметры и их ошибки						$\bar{R}_2$	d
№ п.п.	зависимая переменная	независимые переменные					
уравнения							
10	F^{el}	R^{mu}	R^p	L^v	A^{el}		
	LKN	0,2626 (0,0905)	0,3032 (0,1148)	1068,9862 (119,2708)	-92,3342 (28,1102)	0,9911	1,8980
	$INSTR1$	0,2240 (0,0878)	0,3536 (0,1101)	1077,4813 (122,4700)	-95,7276 (28,3826)	0,9903	1,8384
	$INSTR2$	0,2658 (0,0926)	0,2990 (0,1161)	1066,6667 (119,9431)	-91,1760 (28,1370)	0,9905	1,8399
	FK	0,2193 (0,1354)	0,2860 (0,1863)	1195,8216 (124,6353)	-132,6545 (28,7763)	0,9910	1,5964
11	F^v	R^{mu}	R^p	A^{el}			
	LKN	0,5734 (0,0584)	0,1192 (0,0777)	71,7103 (16,5724)		0,9878	1,0212
	$INSTR1$	0,5518 (0,0576)	0,1712 (0,0749)	60,3694 (17,5198)		0,9862	1,3618
	$INSTR2$	0,5864 (0,0596)	0,0989 (0,0795)	72,8793 (16,5720)		0,9870	1,0539
	FK	0,5798 (0,0722)	0,1190 (0,0980)	69,3931 (16,1403)		0,9885	1,0131
12	F^r	R^{mu}	R^p	A^r			
	LKN	0,8707 (0,1334)	-0,0970 (0,1962)	-98,1419 (69,1047)		0,9614	1,3816
	$INSTR1$	0,7994 (0,1264)	0,0149 (0,1884)	-95,4837 (70,2303)		0,9580	1,2027
	$INSTR2$	0,8886 (0,1359)	-0,1299 (0,1998)	-101,7098 (69,0111)		0,9590	1,3764
	FK	0,9599 (0,1659)	-0,2082 (0,2427)	-89,6059 (67,6227)		0,9593	1,5538
13	F^t	R^{mu}	R^p	A^t	T_{t-1}		
	LKN	0,5230 (0,0701)	-0,0488 (0,1075)	-13,7335 (13,3907)	0,1104 (0,0194)	0,9833	1,2279
	$INSTR1$	0,5004 (0,0688)	-0,0160 (0,1050)	-7,1737 (13,7378)	0,1148 (0,0197)	0,9817	1,5651
	$INSTR2$	0,5302 (0,0714)	-0,0651 (0,1096)	-14,5075 (13,3937)	0,1117 (0,0194)	0,9823	1,3348
	FK	0,5657 (0,1077)	-0,1123 (0,1729)	-2,0261 (15,3414)	0,1167 (0,0175)	0,9827	1,3398
14	F^l	R^{mu}	R^p	T_{t-1}	F_{t-1}^1		
	LKN	-0,0169 (0,0992)	0,1117 (0,1167)	0,0452 (0,0215)	0,8351 (0,2652)	0,9141	1,8555
	$INSTR1$	-0,0256 (0,0898)	0,0169 (0,1125)	0,0450 (0,0215)	0,8517 (0,2580)	0,9090	1,8960
	$INSTR2$	-0,0162 (0,1008)	0,0116 (0,1187)	0,0452 (0,0215)	0,8333 (0,2647)	0,9090	1,8521
	FK	0,0039 (0,1204)	-0,0518 (0,1467)	0,0499 (0,0200)	0,8706 (0,2935)	0,9125	1,8927

Продолжение

Оцененные параметры и их ошибки					$\bar{R}^2$	d
№ п.п.	зависимая переменная	независимые переменные				
		уравнения				
15	$T_t - T_{t-1}$	R^{mu}	R^p	$(F^t + F^l)$		
	<i>LKN</i>	0,6720 (0,2959)	0,0681 (0,3014)	-0,2621 (0,2647)	0,6716	0,6792
	<i>INSTR1</i>	0,6037 (0,2813)	0,0648 (0,2990)	-0,1924 (0,2791)	0,6502	0,7161
	<i>INSTR2</i>	0,6648 (0,2964)	0,0658 (0,3097)	-0,2548 (0,2670)	0,6522	0,6884
	<i>FK</i>	0,0981 (0,4140)	-0,0055 (0,4431)	-0,2963 (0,3776)	0,5600	0,7334
16	M^i	$(Mu^a + Mu^g + \dots + Mu^{\varepsilon p})$				
	ΔLKN	1,2839 (0,1208)			0,9840	1,6900
17	M^i	M^m	$(N^a + N^g + \dots + N^{\varepsilon p})$	M_{t-1}^i		
	<i>LKN</i>	-0,0204 (0,1016)	1,5794 (0,7139)	0,7318 (0,0596)	0,9929	1,0687
	<i>INSTR1</i>	-0,3709 (0,2014)	-0,4677 (1,4297)	0,7330 (0,1021)	0,9859	0,7264
	<i>INSTR2</i>	-0,0522 (0,1068)	-0,5674 (0,8151)	0,7181 (0,0620)	0,9927	0,9775
	<i>FK</i>	-0,1079 (0,3302)	2,0429 (2,6313)	0,6166 (0,1204)	0,9910	0,8025
18	M^m	$(M^i + M^e)$	$M\ddot{u}^{tr}$			
	<i>LKN</i>	-1,0829 (0,1411)	-0,7505 (0,2051)		0,9239	0,5869
	<i>INSTR1</i>	-1,0627 (0,1435)	-0,7295 (0,2093)		0,9192	0,5843
	<i>INSTR2</i>	-1,0919 (0,1413)	-0,7631 (0,2054)		0,9194	0,6054
	<i>FK</i>	-0,9057 (0,1254)	-0,4696 (0,1803)		0,9142	0,3903
19	M^e	M^m	$(N^a + N^g + \dots + N^r)$			
	<i>LKN</i>	0,0190 (0,1284)	2,1748 (0,7566)		0,8576	0,3538
	<i>INSTR1</i>	0,2051 (0,1970)	3,2673 (1,1311)		0,8278	0,5348
	<i>INSTR2</i>	0,0432 (0,1378)	2,3157 (0,8100)		0,8489	0,3609
	<i>FK</i>	0,6509 (0,4645)	5,8571 (2,6815)		0,6865	0,7158

Продолжение

Оцененные параметры и их ошибки				$\bar{R}^2$	d
№ п.п.	зависимая переменная	независимые переменные			
		уравнения			
20	M^{np}	MP	J		
	LKN	-0,2334 (0,0539)	0,0201 (0,0025)	0,8033	0,9817
	$INSTR1$	-0,2364 (0,0630)	0,0203 (0,0028)	0,7916	1,0327
	$INSTR2$	-0,2328 (0,0549)	0,0201 (0,0020)	0,7916	1,0678
	FK	-0,2466 (0,0600)	0,0208 (0,0000)	0,8035	1,0163
21	E	N	K		
	LKN	0,2453 (0,1768)	1,3611 (0,6431)	0,9786	0,9652
	$INSTR1$	0,2353 (0,2080)	1,3982 (0,7539)	0,9774	0,9577
	$INSTR2$	0,2514 (0,1816)	1,3392 (0,6602)	0,9774	1,0077
	FK	-0,1426 (0,2417)	2,7543 (0,8665)	0,9715	0,8373
22	I	N	E		
	LKN	0,3173 (0,0995)	0,3989 (0,1594)	0,9872	2,3569
	$INSTR1$	0,3520 (0,1035)	0,3458 (0,1660)	0,9864	2,1535
	$INSTR2$	0,3443 (0,1012)	0,3568 (0,1620)	0,9864	2,3560
	FK	0,3309 (0,1040)	0,3803 (0,1662)	0,9862	2,3234
23	R^{mu}	R^b	L^k		
	ΔLKN	5,8056 (0,5540)	479,6600 (92,5000)	0,9901	1,7093

2. После выявления общих результатов оценки можно сопоставить различные методы оценки. Расчеты, осуществленные с помощью модели М-2, будем считать случайными, и поэтому из их результатов нельзя сделать общих выводов. Однако можно установить, до какой степени оправдали ожидания отдельные методы модели М-2.

Как уже было изложено выше, взаимосвязанные уравнения модели были оценены с помощью четырех методов: классическим методом наименьших квадратов, двумя вариантами метода инструментальных переменных и применением метода главных компонент. Хотя по количеству необходимых вычислительных работ эти методы весьма различны, наиболее трудоемким является метод главных компонент за ним следуют первый и второй варианты инструментальных переменных и, наконец, классический

метод наименьших квадратов. Этот последний и два вида инструментальных переменных дали близкие результаты. Применение метода главных компонентов привело в разных случаях к аналогичным подобным, к менее и более значимым результатам (последнее относится в первую очередь к ошибкам параметров, потому что относительно коэффициентов множественной корреляции и коэффициентов автокорреляции, за некоторыми исключениями, все четыре метода оказались одинаковыми).

То обстоятельство, что при сопоставлении методов их порядок не устанавливается, не означает, что мы считаем незначительными различия в численных показателях параметров. Подобно тому, как практическая применимость модели будет очевидна только после результатов прогнозирования, полученных с помощью модели, о «полезности» методов можно будет судить тогда же.

3. После обзора результатов оценки важнейших показателей и различных методов небезынтересен обзор уравнений. Это, конечно, требует совместного исследования показателей, дающих информацию об оценке. Хорошей можно считать оценку для функций модели М-2, выражающих производство, экспорт, импорт, реальные доходы и общее потребление населения (со стороны накопления и национального дохода). Положительные результаты были получены также для функций потребления продукции пищевой промышленности и общественного питания, а также для занятости в производственной сфере. Выделение этих уравнений обосновано тем, что результаты оценки других функций потребления и занятости оправдали себя в меньшей степени. Главным образом из-за незначимости параметров реальных доходов плохо оценены функции спроса на товары длительного пользования, затрат на жилищное строительство и динамики вкладов в сберегательные кассы. Частично из-за ошибочных оценок параметров, частично из-за остаточной автокорреляции плохо определяемыми оказались и функции рабочей силы в промышленности, сельском хозяйстве и прочих отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Halabuk, Z. Kenessey, E. Theiss. The Econometric Model of Hungary. Econ. Planning., 1965, N 3.
2. Л. Халабук, З. Кенешей, Э. Тейс. Эконометрическая модель для Венгрии. Экономика и матем. методы, 1967, т. III, вып. 6.
3. L. Halabuk, K. Hulyák, Zs. Nyáry, Z. Vithalm. Az M-2 modell: becslés és struktúra. Központi Statisztikai Hivatal. Laboratóriumi Munkaanyagok, 1970, N 10.
4. L. Halabuk. Specifikációs elgondolások az M-II/A modellel kapcsolatban. Központi Statisztikai Hivatal. Laboratóriumi Munkaanyagok, 1967, N 5.
5. K. A. Fox. Intermediate Economic Statistics. N. Y., J. Wiley and Sons, 1968.
6. D. E. Farrar, R. R. Glauber. Multicollinearity in Regression Analysis: the Problem Revisited. Rev. Econ. and Statist., 1967, N 1.
7. K. Hulyák. A multikollinearitás feltárása és elemzése. Laboratóriumi Munkaanyagok 9. sz. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 1969.
8. L. Halabuk, K. Hulyák. Az időjárás hatása a mezőgazdasági termelési eredmények alakulására. Statisztikai Szemle, 1968, N 11.
9. L. Halabuk, K. Hulyák. Az időjárás és a mezőgazdasági termelési eredmények. Ökonometria Füzetek, Központi Statisztikai Hivatal, 1968, N 10.
10. O. Reiersol. Confluence Analysis by Means of Sets of Instrumental Variables, 1945.
11. F. M. Fisher. Dynamic Structure and Estimation in Economy — Wide Econometric Models. Report 6310 of Econometric Institute of the Netherlands School of Economics, 1963.
12. T. Kloek, L. B. M. Mennes. Simultaneous Equations Estimation Based on Principal Components of Predetermined Variables. Econometrica, 1960, № 1.
13. C. F. Christ. Econometric Models and Methods. N. Y., J. Wiley and Sons, 1966.
14. A. Barczak, B. Ciepielewska, T. Jakubczyk, Z. Pawlowski. Model Ekonometryczny Gospodarki Polski Ludowej. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1968.

15. M. K. Evans. Multiplier Analysis of a Post-War Quarterly U. S. Model and a Comparison with Several Other Models. *Rev. Econ. Studies*, 1966, N 96.
16. I. Friend, P. Taubman. A Short-Term Forecasting Model. *Rev. Econ. and Statist.*, 1964, N 3.
17. L. E. Gallaway, P. E. Smith. A Quarterly Economic Model of the United States. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 1961, N 194.
18. L. R. Klein, R. J. Ball, A. Hazlewood, P. Vandome. *An Econometric Model of the United Kingdom*. Oxford, 1961.
19. L. R. Klein, A. S. Goldberger. *An Econometric Model of the United States 1929—1952*. Amsterdam, North-Holland Publishing Co., 1955.
20. C. E. V. Leser. The Role of Macro-Economic Models in Economic Forecasting. *Econometrica*, 1966, N 4.
21. T. C. Liu. An Exploratory Quarterly Econometric Model of Effective Demand in the Post-War Economy. *Econometrica*, 1963, N 3.
22. P. Pavlopoulos. *A Statistical Model for the Greek Economy 1949—1959*. Amsterdam/North-Holland Publishing Co., 1966.
23. S. Shishido, A. Kohn, S. Nagaya, S. Tanaka. Use of National Accounts for a Short-Term Econometric Model: 1954—1966. *The Review of Income and Wealth*, 1968, N 3.

Поступила в редакцию
28 X. 1970
