

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЕНГРИИ

Л. ХАЛАБУК, З. КЕНЕССИ, Е. ТЕЙС

(Венгрия)

1. ВВЕДЕНИЕ

1. В настоящей статье вкратце рассматривается построение экспериментальной эконометрической модели для Венгрии (подробнее см. в [1]). В течение последних двух лет в лаборатории предпринимались попытки исследовать возможность построения статистически проверяемой макроэкономической модели, применимой к экономике Венгрии.

2. Изучение возможностей построения подобных моделей оправдывается, в частности, необходимостью ответить на вопросы о том, можно ли: а) при помощи эконометрических моделей отобразить процессы, происходящие в экономике социалистической Венгрии; б) принимая во внимание значительные структурные изменения в венгерской экономике, говорить в рамках исследуемого периода (1949—1962 гг.) о более или менее устойчивых соотношениях.

3. Оправданность и приемлемость эконометрического анализа макроэкономических связей в социалистической экономике не вызывали у нас сомнений, но необходимо было выяснить, пригодны ли для нас методы, разработанные применительно к капиталистической экономике. Практически отправной точкой для нашего исследования послужили некоторые западные публикации, модифицированные применительно к венгерским условиям [2, 3].

4. Модель охватывает 14-летний период (1949—1962 гг.), в течение которого в Венгрии произошли глубокие социально-экономические и структурные изменения. Национальная экономика быстро развивалась. Национальный доход увеличился на 150%. Однако темпы роста не были равными на протяжении всего периода, так же как не были они одинаковыми в разных секторах экономики. Исследуемый период может быть разделен на различные по характеру промежутки. Эти промежутки отражают неодинаковую экономическую ситуацию и в известной степени различные тенденции в экономической политике. Таким образом, не приходится рассчитывать на преобладание более или менее устойчивых соотношений.

5. Модель М-1, представленная в настоящем обзоре, является первой в экспериментальной серии * и, по-видимому, позволяет ответить утвердительно на оба вопроса. Полученные значения параметров, как правило, соответствуют исходным допущениям и являются, по-видимому, приемлемыми в рамках модели М-1. Корреляционные коэффициенты оказались неожиданно высокими. Выявились и некоторые отрицательные результаты, например, при рассмотрении уравнений сельскохозяйственной продукции. Не удовлетворительны также даже в самых общих чертах результаты, относящиеся к капиталовложениям. Мы надеемся, что настоящий обзор позволит читателю составить независимое суждение о результатах и недостатках этого проекта.

* М-Magyarország (Hungary).

2. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ М-1 *

6. Ввиду экспериментального характера модель М-1 имеет относительно небольшую размерность и ее цель состоит в выделении ограниченного числа основных взаимосвязей национальной экономики. В соответствии с ограниченными и специфическими целями модель описывается только девятью уравнениями, пять из которых имеют стохастический структурный характер, а четыре являются определениями. Стохастические уравнения имеют следующий вид:

уравнение национального дохода, произведенного в сельском хозяйстве:

$$N_{mt} = a_0' + a_1' M_{mt} + a_2' B_{mt-1} + a_3' Q_t + a_4' t + u_{1at}, \quad (1a)$$

где N_{mt} — объем национального дохода, произведенного в сельском хозяйстве; M_{mt} — численность рабочей силы, использованной в сельском хозяйстве; B_{mt-1} — объем капиталовложений в сельском хозяйстве; Q_t — площадь необработанной пахотной земли; t — тренд;

уравнение национального дохода, произведенного в несельскохозяйственном секторе:

$$N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' B_{et-2} + a_3'' I_t + a_4'' t + u_{1bt}, \quad (1b)$$

где N_{et} — объем национального дохода, полученного в производственных отраслях несельскохозяйственного сектора; M_{et} — численность рабочей силы, использованной в производственных отраслях, исключая сельское хозяйство; B_{et-2} — объем капиталовложений в производственные отрасли несельскохозяйственного сектора; I_t — объем импорта;

уравнение потребленного национального дохода

$$N_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \beta_2 E_t + u_{2t}, \quad (2)$$

где N_t — объем национального дохода; F_t — объем расходов внутри страны; E_t — объем экспорта в национальной валюте;

уравнение потребления населения

$$F_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 R_t + \gamma_2 M_t + \gamma_3 F_{it-1} + u_{3t}, \quad (3)$$

где F_{it} — объем потребления населения; R_t — средний доход на душу населения, используемый для потребления; M_t — общая численность занятой рабочей силы; F_{it-1} — объем потребления населения в предшествующий год;

уравнение трудовых ресурсов

$$M_t = \delta_0 + \delta_1 M_{pt} + u_{4t}, \quad (4)$$

где M_t — общая численность занятых; M_{pt} — численность занятых в производстве.

7. Как видно из изложенного выше, модель М-1 в той мере, в какой это относится к производству, является моделью двухсекторного типа. Основания для разделения производства в этой в высшей степени общей модели на два сектора — основания, оправдываемые в конечном счете результатами, следует искать в том факте, что в течение исследуемого периода сельское хозяйство характеризовалось особыми зависимостями, до некоторой степени отличными от закономерностей в других секторах. Отделение сельскохозяйственного сектора от остальных производственных секторов оказалось в конечном счете полезным также и потому, что сельскохозяйственная производственная функция не дает положительных ре-

* Числовые результаты, полученные в ходе вычислений, представлены в разделе 5 настоящей статьи.

зультатов, в то время как несельскохозяйственная функция вследствие разделения модели на два сектора лишена недостатков, свойственных первой. С другой стороны, обе функции производства, помимо факторов, меняющихся от функции к функции, содержат общие факторы — занятую рабочую силу и капитальные вложения (с лагом).

8. Для контроля мы также разработали на более поздней стадии исследования обобщенную производственную функцию национальной экономики

$$N_t = a_0 + a_1 M_{pt} + a_2 I_t + a_3 t + u_{1t}. \quad (1')$$

В этой обобщенной производственной функции специфические характеристики сельскохозяйственного сектора не выявляются.

9. По поводу несельскохозяйственной производственной функции следует заметить, что нами разработано несколько вариантов (частично из методологических соображений, частично для целей экономического эксперимента), в том числе вариант, основанный на одношаговом методе наименьших квадратов вместо двухшагового *, а также вариант, в котором исключена переменная капиталовложений из-за присущей этому показателю неопределенности **. Для функции потребления населения также рассчитан дополнительный вариант, в котором из независимых переменных регрессии исключено потребление предшествующего года ***.

10. Помимо описанных структурных уравнений, модель содержит также четыре равенства:

$$N_t = N_{mt} + N_{et}, \quad (5)$$

$$- \quad N_t = F_t + E_t - I_t, \quad (6)$$

$$F_t = F_{lt} + F_{ht} + F_{ht}, \quad (7)$$

$$M_{pt} = M_{mt} + M_{et}, \quad (8)$$

где кроме величин, определенных выше, F_{ht} — объем государственных расходов; F_{ht} — объем накопления.

3. ПЕРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

11. Система уравнений, описанная в разделе 2, содержит 9 внутрисистемных и 10 предварительно определяемых переменных: N_{mt} , N_{et} , F_{lt} , F_t , M_t , M_{pt} , M_{et} , I_t рассматриваются как внутрисистемные величины. В дополнение к 19 переменным каждое стохастическое уравнение содержит остаточный член, выражающий случайные отклонения.

12. Среди предварительно определяемых переменных имеются три с лагом: независимые переменные функции потребления включают также потребление предшествующих лет, а в производственных функциях запаздывающей переменной являются капиталовложения (поскольку экономический эффект капиталовложений проявляется только после некоторого периода). Период освоения капиталовложений различен в сельском хозяйстве и других производственных секторах. На основе приближенных оценок для сельскохозяйственных вложений применялся лаг в один год, а для вложений в остальные секторы — лаг в два года.

13. Статистической базой для переменных модели послужили данные ЦСУ. При составлении надежных динамических рядов за 14-летний период возникли некоторые трудности. В ряде случаев статистические дан-

* $N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' B_{et-2} + a_3'' I_t + a_4'' t + u_{1et}.$ (1c)

** $N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' I_t + a_3'' t + u_{1et}.$ (1d)

*** $F_{lt} = \gamma_0' + \gamma_1' R_t + \gamma_2' M_t + u_{3at}.$ (3a)

ные, использованные в модели, слегка отличаются от данных последних публикаций ЦСУ. Что касается точности данных, то следует упомянуть, что во всех странах расчеты национального дохода, реального дохода и объема внешней торговли основаны в значительной степени на синтетических показателях и включают, следовательно, некоторые элементы неопределенности. Получая эти синтетические показатели, статистик сталкивается с большим количеством методологических проблем, а также с трудностями, связанными с вопросами классификации, объема и охвата. Более того, многие из частных компонент этих показателей определяются в результате сложных расчетов. Существенную важность задач, возникающих в связи с проблемой точности данных, можно, по-видимому, лучше всего показать на примере какого-либо показателя, не нуждающегося в стоимостном выражении, но вместе с тем имеющего в значительной степени неопределенный характер. Например, эффективность удобрений. Несмотря на то, что мы имеем здесь дело с продуктами, количество которых может быть точно измерено и определено, эффективность их колеблется в чрезвычайно высокой степени. В действительности эффективность удобрений зависит не только от сельскохозяйственной технологии, квалификации, качества работы, трудовой дисциплины и т. п., но также и от большого числа естественных, метеорологических и географических факторов. Хотя бы по одной этой причине следует остановиться на ограниченной точности численных результатов модели.

14. Чтобы удовлетворить требованиям модели, в некоторых случаях нам пришлось значительно скорректировать исходные ряды. В первую очередь это относится к данным о капитальных вложениях и внешней торговле (для устранения эффекта колебаний цен и различия в уровне цен), а также к затратам удобрений (с тем, чтобы учесть существующий в развитых странах уровень насыщения удобрениями).

15. Исходные данные представлены в виде индексного ряда (1950 г. = 100). Мы решили использовать индексный ряд потому, что в этом случае можно рассматривать эластичность параметров по отношению к базисному периоду. Кроме того, такое решение имеет и технические преимущества, которые также говорят в его пользу. С другой стороны, приращение индексного ряда делает необходимым использование постоянных весов для переменных в равенствах [4—6].

4. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ

В ходе оценки параметров наши основные соображения состояли в следующем.

16. Хорошо известно, что возможность оценки параметров в отдельных уравнениях предполагает существование определенного соотношения между числом неизвестных величин, с одной стороны, и числом уравнений, с другой. О том, могут ли быть параметры отдельных уравнений явно определены, будем судить, исходя из следующего соотношения: $H - H^* \geq K - 1$, где H — число всех переменных, входящих в систему уравнений; H^* — число переменных, входящих в рассматриваемое уравнение; K — число уравнений.

В случае равенства уравнение может быть точно определено, в случае неравенства имеет место переопределение и, наконец, если приведенное соотношение не соблюдается, уравнение не может быть определено. В модели М-1 все уравнения оказались переопределены.

17. В эконометрике известно несколько методов получения несмещенных и совместных оценок общей системы структурных уравнений. К ним относится метод максимального правдоподобия, а также метод ограничен-

ной информации. Еще более простой, нежели последний метод, была процедура, использованная для модели М-1, а именно, разработанный Тейлом двухшаговый метод наименьших квадратов, пригодный, в частности, для экспериментальной модели, а также позволяющий производить простые модификации уравнений.

18. Чтобы объяснить наш способ использования метода Тейла, запишем одно из уравнений модели М-1 в следующей форме:

$$y_1 = -Y_2 a_2 - Z_1 \beta_1 + u_1, \quad (9)$$

где $y_1 = \{y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1T}\}$, $u_1 = \{u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1T}\}$, $a_2 = \{a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1m}\}$, $\beta_1 = \{\beta_{11}, \beta_{12}, \dots, \beta_{1n}\}$ — векторы-столбцы, компоненты которых записаны в скобках; Y_2 — матрица размерности $T \times (m-1)$ из векторов-столбцов $y_2, y_3, \dots, y_m$ (обозначающих внутрисистемные переменные уравнения); Z_1 — матрица размерности $T \times n$ из векторов-столбцов $z_1, z_2, \dots, z_n$ (обозначающих внесистемные переменные уравнения). Смещение возникает вследствие корреляции между Y_2 и u_1 . Для устранения смещения мы исключили переменную Y_2 из стохастического компонента. С этой целью подставляем вместо внутрисистемных переменных $y_2, y_3, \dots, y_m$ значения, полученные на основе сокращенной системы уравнений из регрессий, относящихся ко всем предварительно определяемым переменным модели, другими словами, аппроксимируем матрицу Y_2 по методу наименьших квадратов [7, 8].

19. Уравнением, соответствующим оценке регрессии на первой стадии, является

$$Y_2 = Z(Z'Z)^{-1}Z'Y_2 + V. \quad (10)$$

Здесь Z является матрицей $T \times N$ из всех N предварительно определяемых переменных, aV — матрицей остатка. Z' является транспонированной матрицей Z . Подставляя регрессионные значения Y_2 в систему уравнений (1), получаем

$$y_1 = -[(Y_2 - V)Z_1] \begin{bmatrix} a_2 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + (u_1 - Va_2). \quad (11)$$

К этому уравнению может быть применен метод наименьших квадратов в его классической форме. Соответственно оценки параметров, обозначенные через $\hat{a}_2$ и $\hat{\beta}_1$, могут быть вычислены на второй стадии при помощи следующего уравнения:

$$\begin{bmatrix} \hat{a}_2 \\ \hat{\beta}_1 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} Y_2'Y_2 - V'V & Y_2'Z_1 \\ Z_1'Y_2 & Z_1'Z_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_2' - V' \\ Z_1' \end{bmatrix} y_1. \quad (12)$$

20. В случае применения одношагового метода наименьших квадратов оценка параметров уравнения будет отличаться от (12) только тем, что $V'V = V' = 0$. Это показывает, что классическая процедура расчетов по методу наименьших квадратов хорошо подходит для двухшагового варианта, needing только в незначительных дополнениях.

21. Было найдено, что на первой стадии расчетов регрессии нет необходимости включать все предварительно определяемые переменные. Переменные, которые тесно коррелируют между собой, можно опустить. Так, для модели М-1 оказалось необходимым рассмотреть только 7 из 10 предварительно определяемых переменных*. Двухшаговый метод наи-

* В ходе наших расчетов на первой стадии были учтены следующие 7 предварительно определяемых переменных: F_{it-1} — потребление населения в предшествующем году; F_{ht} — государственные расходы; B_{it-1} — капиталовложения, направленные в сельское хозяйство; B_{ct-2} — капиталовложения, направленные в несельскохозяйственный сектор; E_t — экспорт; R_t — реальный доход на душу населения; t — тренд.

меньших квадратов имеет то преимущество, что при оценке параметров данного уравнения достаточно знать лишь предварительно определяемые переменные и нет необходимости вводить в расчет остальные уравнения. Это придает эластичность данному методу, особенно необходимую для экспериментальной модели.

22. Было учтено также то обстоятельство, что оценка параметров является совместной только в том случае, если между остаточными членами нет автокорреляции.

Для проверки используется формула фон Неймана

$$N = \left[\sum_{t=2}^T (u_t - u_{t-1})^2 / \sum_{t=1}^T u_t^2 \right] \frac{T}{T-1}.$$

Согласно расчетам для модели М-1 величины коэффициентов оказались в пределах 5%-ного уровня значимости, что свидетельствует об отсутствии существенной автокорреляции остаточных членов [9].

5. НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ И ПРОБЛЕМЫ

23. В ходе расчетов было разработано несколько типов показателей. В качестве наиболее важного следует прежде всего упомянуть коэффициент корреляции. Квадрат коэффициента корреляции, скорректированный на степени свободы $(\bar{R})^2$, превысил значение 0,90 во всех уравнениях за исключением функции сельскохозяйственной продукции, где нулевое значение коэффициента корреляции свидетельствует о том, что выбор уравнения неадекватен и независимые переменные уравнения регрессии не объясняют поведения зависимых переменных. В связи с этим результаты уравнения сельскохозяйственной продукции будут обсуждаться позже, отдельно от результатов других уравнений.

24. Кроме значений параметров (коэффициенты независимых переменных в уравнениях регрессии), были также определены стандартные ошибки этих параметров для каждого уравнения. В большинстве случаев стандартные ошибки параметров были признаны приемлемыми. Только некоторые, и то в незначительной степени, превысили на 100% значение параметров. Был определен также удельный вес отдельных параметров в R^2 . Эти показатели определяют сравнительную роль отдельных независимых переменных в образовании зависимых переменных. Для всех уравнений модели отношение фон Неймана не превышает интервал 1,10—3,21, принятый при 5%-ном уровне значимости. Таким образом (см. п. 22), не приходится говорить о значительной автокорреляции. Результаты расчетов подытожены в таблице.

25. Несмотря на разумность числовых результатов, практическую полезность описанных соотношений и параметров следует признать весьма ограниченной, так как модель является чрезвычайно агрегированной. Полученные результаты имеют скорее методологический интерес и пригодны прежде всего для построения следующей модели — М-2. Предполагается, что по мере приближения нашего экспериментального проекта к экономической реальности, а также по мере разработки менее агрегированных форм появится возможность увеличить удельный вес практически полезных выводов по сравнению с выводами методологического характера [10].

26. Как отмечалось выше, оценка параметров регрессии для сельского хозяйства показывает, что принятые независимые переменные не годятся или, по крайней мере, мало подходят для объяснения поведения зависимых переменных. Это видно также, если рассмотреть временные ряды независимых переменных и сопоставить их с временными рядами зависимых переменных. Данные о трудовых ресурсах, капиталовложениях и

Результаты статистических оценок — функции продукции

№ п.п.	Название и форма уравнения	Значение R^2 , скорректированное на степени свободы	Символ	Название характеризующих переменных	Значение	Стандартная ошибка	Удельный вес в R^2
1	Агрегированная функция продукции $N_t = a_0 + a_1 M_{pt} + a_2 I_t + a_3 t + u_{1t}$	0,95	a_0 a_1 a_2 a_3	Константа Трудовые ресурсы Импорт Тренд	51,99 0,33 0,06 4,73	0,41	5,36 41,29 53,35
1а	Функция несельскохозяйственной продукции (двухшаговый вариант) $N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' B_{et-2} + a_3'' I_t + a_4'' t + u_{1bt}$	0,96	a_0'' a_1'' a_2'' a_3'' a_4''	Константа Трудовые ресурсы Капиталовложения Импорт Тренд	1,95 0,76 0,05 0,10 2,80	0,74	31,08 1,50 47,34 20,08
1б	Функция несельскохозяйственной продукции (метод наименьших квадратов, обычный вариант) $N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' B_{et-2} + a_3'' I_t + a_4'' t + u_{1ct}$	0,96	a_0'' a_1'' a_2'' a_3'' a_4''	Константа Трудовые ресурсы Капиталовложения Импорт Тренд	19,73 0,55 0,08 0,10 3,95	0,65	22,37 2,17 47,27 28,19
1в	Функция несельскохозяйственной продукции (двухшаговый вариант, капиталовложения исключены) $N_{et} = a_0'' + a_1'' M_{et} + a_2'' I_t + a_3'' t + u_{1it}$	0,96	a_0'' a_1'' a_2'' a_3''	Константа Трудовые ресурсы Импорт Тренд	-8,53 0,92 0,11 1,85	0,57	37,17 49,60 13,23
2	Уравнение национального дохода $N_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \beta_2 E_t + u_{2t}$	0,92	b_0'' b_1'' b_2''	Константа Внутреннее потребление Экспорт	14,60 0,82 0,03	0,01	83,66 16,34
3	Уравнение потребления населения $F_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 R_t + \gamma_2 M_t + \gamma_3 F_{it-1} + u_{3t}$	0,99	c_0'' c_1'' c_2'' c_3''	Константа Реальный доход Трудовые ресурсы Потребление предшествующего года	-127,68 0,97 1,25 0,10	0,13	72,47 17,19 70,34
3а	Уравнение потребления населения, потребление предшествующего года исключено $F_{it} = \gamma_0' + \gamma_1' R_t + \gamma_2' M_t + u_{3at}$	0,996	c_0' c_1' c_2'	Константа Реальный доход Трудовые ресурсы	-175,31 1,02 1,76	0,05	75,86 24,14
4	Уравнение трудовых ресурсов $M_t = \delta_0 + \delta_1 M_{pt} + u_{4t}$	0,92	d_0 d_1	Константа Трудовые ресурсы	14,18 0,85	0,01	100,00

потреблении удобрений значительно расходятся с временными рядами, описывающими динамику национального дохода, произведенного в сельском хозяйстве. Между тем, именно национальный доход испытывает более интенсивные годичные колебания (как правило, в неопределенном направлении), чем независимые переменные, упомянутые выше. Это свиде-

тельствует о том, что временные ряды продукции отражают также влияние факторов, действующих помимо включенных независимых переменных. Влияние этих неучтенных факторов и вызывает колебания, направление которых меняется от года к году.

27. Эти колебания объясняются, по-видимому, в значительной степени климатическими факторами. Модель М-1 не давала возможности попытаться учесть влияние этих факторов. Однако в 1964 г. были проведены сравнительно широкие эксперименты с целью учесть влияние сельскохозяйственных факторов на макроэкономическом уровне. Результаты, связанные с построением метеорологических индексов, будут опубликованы отдельно. Это поможет включить в модель М-2 отдельные внесистемные переменные, выявляющие влияние погоды.

28. Что касается неудовлетворительных результатов, относящихся к параметрам капиталовложений, необходимо отметить, что в производственных функциях живой и овеществленный труд (основные фонды) рассматривались в качестве наиболее важных факторов. Со статистической точки зрения материализованный труд должен быть представлен данными о наличных основных фондах. Однако при построении модели М-1 это не представлялось возможным по чисто статистическим соображениям. Из-за отсутствия данных об основных фондах для наших целей были использованы данные о капиталовложениях (в качестве валовых приращений основных фондов). Применение данных о капиталовложениях породило, однако, ряд дальнейших проблем. Прежде всего необходимо отметить, что влияние капиталовложений на продукцию и производительность труда варьирует в чрезвычайно широких пределах. Это обстоятельство не могло быть достаточно полно учтено при построении модели М-1. Аналогичная неопределенность возникает в связи с лагом, применяемым по отношению к капиталовложениям. В этом отношении в модели М-1 применялись только приблизительные оценки. По-видимому, частично из-за этих двух ограничений параметры капиталовложений показывают довольно неопределенную связь в производственных функциях.

29. Мы пришли к выводу, что как результаты, так и недостатки оправдывают продолжение нашего эксперимента. В модели М-2, которая в настоящее время находится в стадии разработки и будет, по-видимому, преемственной по отношению к модели М-1, в крайнем мере в два раза, выходя по объему предшествующую модель по крайней мере в два раза, предполагается, в частности, приблизиться к более точным характеристикам сельскохозяйственной продукции. Введение описанной выше метеорологической переменной может способствовать приближению к этой цели. При данных климатических условиях и сравнительно неблагоприятном агротехническом уровне метеорологические факторы все еще играют значительную роль в сельском хозяйстве Венгрии. Кроме того, в модели М-2 предполагается рассмотреть сельскохозяйственную продукцию в менее агрегированной форме. Что касается капиталовложений, мы надеемся получить лучшие результаты благодаря введению переменной или по крайней мере приближенного значения, выражающего величину основных производственных фондов, а также благодаря более точному определению капиталовложений. Наконец, есть надежда получить также известные положительные результаты в связи с построением менее агрегированных функций потребления и производства. Это по-видимому, будет возможно благодаря анализу информации, содержащейся в балансовых таблицах по Венгрии [7].

30. Начаты были также некоторые эксперименты по моделированию, основанные на модели М-1, результаты которых должны прежде всего послужить построению следующих вариантов модели [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. A. magyar népgazdaság M-1 statisztikai makromodellje. Budapest, 1965.
2. L. R. Klein, A. S. Goldberger. An econometric model of the United States 1929—1952. Amsterdam, North Holland Publ. Co., 1955.
3. L. R. Klein, R. J. Ball, A. Hazlewood, P. Vandome. An econometric model of the United Kingdom. Oxford, 1961.
4. A. S. Goldberger. Econometric theory. N. Y., 1964.
5. L. R. Klein. A textbook of econometrics. Evanston, White Plains N. Y., 1953.
6. G. Tintner. Handbuch der Ökonometrie (A handbook of econometrics). Berlin — Göttingen — Heidelberg, Springer, 1960.
7. H. Theil. Economic forecasts and policy. Amsterdam, North Holland Publ. Co., 1958.
8. H. Theil. Estimation of parameters of econometric models. Proc. Internat. Statistic. Inst., v. 34, 2^e Livre. Rome, 1953.
9. E. Theiss. Statistische Bestimmung der Parameter in Makromodellen. Paper at the symposium «Mathematics and Cybernetics in Economics», Berlin, 1964, 1—3 October.
10. В. С. Немчинов. Экономико-математические методы и модели, М., Соцэкгиз, 1962.
11. L. Halabuk. Das ungarische experimentelle Makromodell M-1. Paper at the symposium «Mathematics and Cybernetics in Economics», Berlin, 1964, 1—3 October.
12. Z. Kenessey. Simulationsuntersuchungen der Wirtschaftsprozesse und Makromodelle. Paper at the symposium «Mathematics and Cybernetics in Economics», Berlin, 1964, 1—3 October.

Поступила в редакцию
20 V 1967

ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ МНОГОПРОДУКТОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ ОТРАСЛЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Д. М. КАЗАКЕВИЧ

(Новосибирск)

Рассматривается следующая задача развития, размещения и специализации предприятий отрасли.

Имеется m пунктов, где размещены или могут быть построены предприятия отрасли. Для каждого из них имеется несколько вариантов развития и специализации. На предприятии в i -м пункте при развитии его и специализации по r -му варианту ($r = 1, 2, \dots, R_i$) может производиться в рассматриваемом периоде a_{ik}^r единиц k -го продукта ($k = 1, 2, \dots, l$). Производственные затраты на единицу k -го продукта при реализации r -го варианта предприятия в пункте i равны c_{ik}^r . Потребность в каждом из продуктов распределена между пунктами потребления; в j -м пункте по k -му продукту она составляет b_{jk} единиц. Для каждой пары пунктов i и j известны затраты на перевозку единицы продукции; по k -му продукту они составляют s_{ijk} единиц. Причем предполагается, что транспортные затраты в расчете на единицу продукции постоянны. Вводятся неизвестные z_i^r — интенсивность использования в плане r -го варианта предприятия в i -м пункте и x_{ijk} — объем поставки k -го продукта из пункта производства i в пункт потребления j . Требуется найти такой план производства и перевозок продукции в целом для отрасли, в котором из различных возможных комбинаций вариантов размещения, развития и специализации действующих и новых предприятий реализуется такая их комбинация, при которой заданная потребность всех пунктов в различных продуктах удовлетворяется с наименьшей суммой производственных и транспортных затрат.

Таким образом, задача сводится к нахождению значений неизвестных z_i^r и x_{ijk} , минимизирующих функцию

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{R_i} a_{ik}^r c_{ik}^r z_i^r + \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ijk} x_{ijk} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^m x_{ijk} = b_{jk}; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, l, \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^{R_i} a_{ik}^r z_i^r \geq \sum_{j=1}^n x_{ijk}; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad k = 1, 2, \dots, l, \quad (3)$$

$$x_{ijk} \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, l, \quad (4)$$