

ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РИШЕНЬ

Предлагается эконометрическая модель межотраслевого баланса (МОБ), предполагающая расчет статистических зависимостей между определенными его показателями на базе обработки динамических рядов фактической информации. В качестве критерия оптимальности решений модели выступает требование максимального удовлетворения спроса населения.

© Л.Г. Лавров, Э.П. Карпец, 2005

УДК 300.4

Л.Г. ЛАВРОВ, Э.П. КАРПЕЦ

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА

Введение. В совокупности моделей макроэкономического уровня схема МОБ является наиболее эффективным инструментом выработки стратегических ориентиров структурной перестройки экономики. Однако в ходе проведения рыночных реформ в Украине, когда основой упор был сделан на действие механизмов конкуренции и монетарные методы регулирования экономики, работы в области МОБ были в значительной мере запущены. Результатом этого стали существенные перекосы в межотраслевых пропорциях. Восстановление роли межотраслевого баланса в определении рациональных направлений экономического развития с одновременным совершенствованием самого аппарата МОБ составляет центральную задачу настоящей работы.

Общая постановка модели МОБ формулируется как система равенств между выпуском продукции каждой отрасли и ее расходом на производственные нужды экономики и конечный продукт в виде затрат на личное потребление населения, содержание государственного управленческого аппарата, оборону и прочие непроизводственные нужды [1]. Математически данные условия имеют вид

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i = x_i, \quad (i, j = \overline{1, n}), \quad (1)$$

где n – количество отраслей; i, j – текущие индексы отраслей ($i, j = \overline{1, n}$); x_j – валовый выпуск продукции в отрасли j ($j = \overline{1, n}$);

y_i – выпуск конечной продукции в отрасли i ($i = \overline{1, n}$); x_{ij} – объем продукции, поставляемый отраслью i для производственного (промежуточного) потребления в отрасли j ($i, j = \overline{1, n}$); $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$ – коэффициенты прямых материальных

затрат продукции отрасли i на выпуск единицы продукции отрасли j .

Главная задача практического использования модели (1) состоит в определении значений валовых выпусков x_i при внемоделном прогнозировании коэффициентов a_{ij} и экзогенных параметров y_i . Любые ошибки в определении данных параметров могут серьезно обесценить расчеты по модели МОБ. Имея в виду указанные обстоятельства, целесообразно исходить из постановки модели МОБ, в абсолютных показателях, рассматривая каждую из переменных модели как случайную (статистическую) величину:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = x_i, \quad (i = \overline{1, n}). \quad (2)$$

Такой подход в особенности оправдан в условиях рыночной экономики, когда межотраслевые потоки x_{ij} определяются не столько технологическими условиями производства в отрасли j , определяемыми коэффициентами a_{ij} , сколько выгодностью поставок с точки зрения отрасли i . При соблюдении условий (2) в качестве критерия оптимальности решений ставится задача максимизации показателя уровня жизни населения, для чего должны быть осуществлены следующие действия.

1. Развернутое математическое определение отдельных компонент модели МОБ. При данном определении исходит из структуры схемы МОБ, состоящей из трех основных частей, которые имеют название квадрантов. Показатели первого квадранта x_{ij} выражают поставки из i -й отрасли в j -ю; $i, j = \overline{1, n}$. Органами статистики Украины разрабатываются отчетные МОБ для 38 видов деятельности. Величины y_{ij} во втором квадранте представляют поставки i -й отрасли для формирования q -о элемента конечного потребления. В практически разрабатываемых МОБ выделяются 9 таких элементов ($q = \overline{1, 9}$):

- 1) y_{11} – затраты на конечное потребление домашних хозяйств;
- 2) y_{12} – затраты на конечное потребление общегосударственного управления (индивидуальное);
- 3) y_{13} – затраты на конечное потребление общегосударственного управления (коллективное);
- 4) y_{14} – затраты на конечное потребление некоммерческих организаций;
- 5) y_{15} – валовое накопление основного капитала;
- 6) y_{16} – изменение запасов материальных оборотных средств;
- 7) y_{17} – чистое приобретение ценностей;
- 8) y_{18} – экспорт;

9) y_{19} – импорт.

Показатели V_{sj} третьего квадранта отображают стоимостные составляющие валовой добавленной стоимости (ВДС) и валового внутреннего продукта (ВВП) в соответствующей отрасли:

- 1) V_{1j} – оплата труда наемных работников;
- 2) V_{2j} – налоги на производство и экспорт;
- 3) V_{3j} – субсидии на производство;
- 4) V_{4j} – валовая прибыль, смешанный доход.

При этом $\sum_{s=1}^6 V_{sj} = ВДС$ и $\sum_{s=1}^4 V_{sj} = ВВП$. Таким образом, без промежуточных итоговых строк относительно ВДС и ВВП третий квадрант включает 4 позиции ($s = \overline{1,4}$). В терминах введенных обозначений каждая рассчитанная по данным

первого квадранта величина вида $\sum_{j=1}^n x_{ij}$ ($i = \overline{1,n}$) определяет общий объем промежуточного потребления конкретного продукта i всеми отраслями экономики

(включая i -ю). Каждый показатель $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ выражает суммарный объем промежуточного потребления всех видов продукции конкретной отрасли j МОБ

($j = \overline{1,n}$). Совокупный объем промежуточного потребления определяется при этом как $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}$. Сумма показателей второго квадранта по столбцам $\sum_{q=1}^9 y_{iq}$

выражает объем конечного потребления продукции i -й отрасли, что в сумме с промежуточным потреблением ее продукции $\sum_{j=1}^n x_{ij}$ определяет полный объем использованных в экономике ресурсов данной отрасли i . Данный объем записывается формально как $\tilde{x}_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{q=1}^9 y_{iq}$, ($i = \overline{1,n}$).

Вследствие "шахматного принципа" построения МОБ стоимость распределенных ресурсов каждой отрасли (\tilde{x}_i) равняется стоимости их поступления в данную отрасль, что рассчитывается по данным первого и второго квадрантов

как $\tilde{x}_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + \sum_{s=1}^4 V_{sj}$, ($j = \overline{1,n}$), т. е., при $i = j$ $\tilde{x}_i = \tilde{x}_j$.

Вследствие "шахматного принципа" построения МОБ стоимость распределенных ресурсов каждой отрасли (\tilde{x}_i) равняется стоимости их поступления в данную отрасль, что рассчитывается по данным первого и второго квадрантов

как $\tilde{x}_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + \sum_{s=1}^4 V_{sj}$, ($j = \overline{1,n}$), т. е., при $i = j$ $\tilde{x}_i = \tilde{x}_j$.

2. Дополнение схемы МОБ со сбалансированными ограничениями по формированию и использованию трудовых ресурсов и основных производственных фондов. По аналогии с коэффициентами прямых затрат предметов труда для этих величин могут быть установлены коэффициенты прямых затрат

труда (коэффициенты прямой трудоемкости) l_j , которые характеризуют потребность в трудовых ресурсах для производства единицы продукции $l_j = \frac{L_j}{x_j}$, а

также коэффициенты прямых затрат основного капитала f_j , которые характеризуют потребность в основных фондах для производства единицы продукции $f_j = \frac{\Phi_j}{x_j}$. Посредством этих коэффициентов потребность в трудовых ресурсах

\tilde{L} и основных фондах $\tilde{\Phi}$ для сферы производства определяется соответственно формулами :

$$\tilde{L} = \sum_{j=1}^n l_j x_j, \quad (3)$$

$$\tilde{\Phi} = \sum_{j=1}^n f_j x_j. \quad (4)$$

3. Приведение отчетных МОБ за разные годы ретроспективного периода к сопоставимому виду. Методика такого приведения была изложена нами в [2]. Соответственно данной методике осуществляется вычисление показателей $x_i(\tau)$, $x_{ij}(\tau)$, $y_{iq}(\tau)$, $V_{sj}(\tau)$, а также стоимости основных фондов $\Phi_j(\tau)$ в неизменной системе цен некоторого базисного года τ_0 ретроспективного периода $[1, \Theta]$ ($\tau \in [1, \Theta]$). Тем самым соответствующие показатели МОБ получают трактовку физических объемов, или же реальных показателей.

4. Составление динамических рядов реальных показателей межотраслевого баланса. Для того, чтобы различать номинальные показатели x_i , x_{ij} , y_{iq} , V_{sj} , Φ_j , от их реальных значений, последние обозначим — \bar{x}_i , \bar{x}_{ij} , \bar{y}_{iq} , \bar{V}_{sj} , $\bar{\Phi}$.

5. Представление и идентификация реальных межотраслевых потоков как статистических зависимостей. Для реальных показателей эти зависимости выражаются уравнениями регрессии вида

$$\bar{x}_{ij} = \bar{x}_{ij}(\bar{x}_i, \bar{x}_j). \quad (5)$$

Предусматривается, что поток \bar{x}_{ij} в отрасль j определяется объемом производства отрасли j (фактор технологического спроса) и объемом производства отрасли i (фактор предложения). В случае линейной регрессии условия (5) имеют вид

$$\bar{x}_{ij} = a_0 + a_i \bar{x}_i + a_j \bar{x}_j. \quad (6)$$

6. Определение физических объемов предложения продукции отдельных отраслей как производственных функций. Объем основных фондов в каждой отрасли определяется их наличием на начало года $\frac{0}{\Phi}_i$, выбытием

данных фондов на протяжении года соответственно нормативу α_i и их накоплению в течение отмеченного промежутка времени. Абсолютный объем накопления в отрасли определяется межотраслевым распределением валового накопления основного капитала, что выражается формулой: $\bar{V}_5 = \sum_{i=1}^n \bar{y}_{i5}$. Обозначив \bar{y}_{5i} – объем в отрасли i , β_{5i} – коэффициент его перевода в среднегодовую величину, общий объем используемых в отрасли среднегодовых основных фондов можем определить как

$$\bar{\Phi}_i = (1 - \alpha_i) \bar{\Phi}_i^0 + \beta_{5i} \bar{y}_{5i} . \quad (7)$$

При этом $\sum_{i=1}^n \bar{y}_{5i} = \bar{V}_5$. Величины \bar{y}_{5i} исчисляются как $\bar{y}_{5i} = \gamma_{5i} \bar{V}_5$, где коэффициенты γ_{5i} определяют долю отрасли i в общем объеме накопления (понятно, что $0 \leq \gamma_{5i} \leq 1$ и $\sum_{i=1}^n \gamma_{5i} = 1$). Аргумент производственной функции, относящийся к оборотным фондам, рассчитывается как суммарный объем элементов данных фондов в отрасли i :

$$\bar{U}_i = \sum_{g=1}^n \bar{x}_{gi} \quad (i = \overline{1, n}) . \quad (8)$$

Таким образом, расчет объема предложения продукции отрасли i сводится к построению производственной функции вида

$$\hat{x}_i = \hat{x}_i(\bar{\Phi}_i, \bar{U}_i, L_i), \quad (9)$$

где показатели $\bar{\Phi}_i, \bar{U}_i$ определяются, соответственно, формулами (7) и (8), а знак "hat" над \bar{x}_i означает, что физический объем производства отрасли i рассматривается именно с позиций установления размера предложения ее продукции.

7. Рассмотрение реального спроса на продукцию каждой отрасли как суммы функций спроса по отдельным статьям ее потребления. Спрос на продукцию любой отрасли i определяется ее промежуточным производственным потреблением в объеме $\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij}$, суммарным конечным потреблением

этой продукции $\bar{y}_i^{\Pi} = \sum_{q=1}^4 \bar{y}_{iq}$, ее использованием на потребности валового

накопления $\bar{y}_i^H = \sum_{q=5}^7 \bar{y}_{iq}$ и экспортом продукции \bar{y}_{i8} . Спрос на продукцию отрасли, которая обозначается как \tilde{x}_i , рассчитывается по формуле

$$\tilde{x}_i = \bar{W}_i + \bar{y}_i^H + \bar{y}_{i8}. \quad (10)$$

Однако, данное равенство может трактоваться как некоторая функция спроса лишь в том случае, когда такого рода функции будут построены относительно каждой из компонент правой части (10). Это составляет содержание ряда следующих этапов.

8. Определение функции спроса в части промежуточного потребления продукции. Трактовка объема промежуточного потребления продукции отрасли i (\bar{W}_i) как функции спроса обеспечивается построением уравнений регрессии для межотраслевых потоков типа (5), так что

$$\bar{W}_i(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij}(\bar{x}_i, x_j). \quad (11)$$

9. Критерий оптимальности модели. Построение функции спроса со стороны домашних хозяйств. Необходимо сначала подсчитать в ценах базисного периода τ_0 сумму реальных доходов населения, исходя из того, что на базе показателя V_{1j} третьего квадранта МОБ "Оплата труда и доходы от предпринимательской деятельности" с помощью коэффициентов вида $\delta_{1j}^k = \frac{V_{1j}^k}{V_{1j}}$ могут быть определены и другие статьи доходов населения, такие: "Поступление выручки от продажи продуктов сельского хозяйства" (V_{1j}^1), "Пенсии, помощи, стипендии" (V_{1j}^2), "Доходы от продажи иностранной валюты" (V_{1j}^3), "Другие доходы" (V_{1j}^4). Тогда общая сумма всех номинальных доходов населения определяется как

$$V = \sum_{j=1}^n \left(V_{1j} + \sum_{k=1}^4 V_{1j}^k \right) = \sum_{j=1}^n \left(V_{1j} + \sum_{k=1}^4 \delta_{1j}^k V_{1j} \right) = \sum_{j=1}^n \left(V_{1j} + V_{1j} \sum_{k=1}^4 \delta_{1j}^k \right) = \sum_{j=1}^n V_{1j} \left(1 + \sum_{k=1}^4 \delta_{1j}^k \right). \quad (12)$$

Доход, который остается в распоряжении населения после налоговых выплат по ставке h в номинальном исчислении устанавливается на уровне $(1-h)V$. Приведение данного показателя к постоянной системе цен определяет реальные доходы населения в размере $\bar{V} = \frac{(1-h)V}{p_0}$, где p_0 – базисный индекс

потребительских цен периода τ_0 . Функции реального спроса домашних хозяйств могут быть записаны как $\bar{y}_{i1} = \bar{y}_{i1}(\bar{V})$ ($i = \bar{1}, n$). Сумма этих выражений определяет спрос на весь объем потребляемых домашними хозяйствами продуктов и

услуг $\bar{y}_1 = \sum_{i=1}^n y_{i1}$. Данный спрос рассматривается как функция реальных доходов населения:

$$\bar{y}_1 = \bar{y}_1(\bar{V}). \quad (13)$$

Требование максимизации данной функции выступает в качестве критерия оптимальности модели.

10. Определение спроса на коллективные услуги общегосударственного управления. Спрос на коллективные услуги y_{i3} зависит непосредственно от объема реального ВВП исчисляемого как $\bar{Z} = \sum_{i=1}^n \sum_{q=1}^7 \bar{y}_{iq} + \sum_{i=1}^n (\bar{y}_{i8} - \bar{V}_{5i})$, где $(\bar{y}_{i8} - \bar{V}_{5i})$ определяет сальдо экспорта-импорта в отрасли и в измерении реальных показателей. Тогда величина рассматриваемого вида спроса определяется функцией

$$\bar{y}_{i3} = \bar{y}_{i3}(\bar{Z}). \quad (14)$$

11. Определение спроса на услуги некоммерческих организаций. Объемы услуг некоммерческих организаций могут быть отображены в отраслевом разрезе посредством функций вида

$$\bar{y}_{i4} = \bar{y}_{i4}(\bar{y}_1), \quad (15)$$

где $\bar{y}_1 = \sum_{i=1}^n \bar{y}_{i1}$ – общий размер фонда потребления населения.

12. Построение функций спроса для компонент вектора валового накопления основного капитала. Обозначив μ_u – оценка процента изношенности числящихся на начало года основных фондов в отрасли i , функцию спроса на прирост капитала в данной отрасли можно записать в виде

$$\bar{y}_{5i} = s_i \left(\frac{0}{\Phi}, \mu_i, \beta_{5i}, \bar{x}_i, f_i, \pi_i \right). \quad (16)$$

13. Построение уравнений для экспорта и импорта продукции.

Мы исходим из возможности аппроксимации по динамическим рядам фактических данных функций, которые хорошо показали себя в практическом применении для разных стран:

$$\text{Для экспорта} \quad \bar{y}_{i8} = (a_i + b_i D_i) \left(\frac{P_{fi}}{P_{di}} \right)^{h_i} \quad (i = \overline{1, n}), \quad (17)$$

где a_i, b_i, h_i – обусловленные в результате аппроксимации параметры; D_i – взвешенная средняя из объемов выпуска продуктов в других странах, подобных продукту i ; P_{fi} – взвешенная средняя из цен в других странах, но в качестве весов рассматриваются объемы украинского экспорта соответствующих товаров в другую страну; P_{di} – индекс внутренних цен на товар i .

$$\text{Для импорта} \quad \bar{V}_{S_i} = (c_i + h_i F_i) \left(\frac{R_{fi}}{P_{di}} \right)^{V_i} \quad (i = \overline{1, n}), \quad (18)$$

где c_i, h_i, V_i – обусловленные в результате аппроксимации параметры; F_i – спрос на товар i ; R_{fi} – индекс внешних цен на товар i ; показатель P_{di} имеет тот же смысл, что и в формуле (17).

Дополняя модель (2) условиями (3), (4) и подставляя в остальные ее равенства соотношения (6), (9), (10), (11), (13), (14) – (18), получаем эконометрическую модель МОБ с максимизируемым критерием оптимальности (13). Анализ свойств данной модели и разработка методов ее численной реализации составляют предмет дальнейшего исследования.

Л.Г. Лавров, Е.П. Карпец

ОПТИМІЗАЦІЙНА ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ

Пропонується економіметрична модель міжгалузевого балансу (МГБ), що припускає розрахунок статистичної залежності між визначеними його показниками на базі обробки динамічних рядів фактичної інформації. Критерієм оптимальності рішень моделі є вимога максимального задоволення попиту населення.

L.G. Lavrov, H.P. Karpets

ANOPTIMIZATION ECONOMETRIC MODEL OF INTER-BRANCH BALANCE

An econometric model of interindustry balance is proposed, that assumes computation of statistical dependence between its defined indices on the basis of processing of dynamical rows of an actual information. The model optimization solution criterion is the requirement of maximum population demand satisfaction.

1. Стоун Р. Метод затраты-выпуск и национальные счета. – М.: Статистика, 1964. – 372 с.
2. Лавров Л.Г., Карпец Е.П. Прогнозування динаміки макроекономічних показників на базі моделі міжгалузевого балансу. – Звіт про НДР. – Рукопис. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2000. – 193 с.

Получено 12.03.2005