УДК 300.4

Л.Г. ЛАВРОВ, Э.П. КАРПЕЦ

РАСШИРЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА ДЛЯ УЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ И ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Представлена методика разработки расширенной модели межотраслевого баланса (МОБ) с включением в его состав балансов основных производственных фондов и трудовых ресурсов. Такой подход является методической базой для расчета и прогнозирования соответствующих коэффициентов фондоемкости и трудоемкости продукции ряда отраслей. Критерий оптимальности решения модели – требование максимального удовлетворения спроса населения.

Введение. Важность и необходимость использования методики (МОБ) в определении рациональных направлений экономического развития национальной экономики раскрыта в [1, 2]. В них подробно рассматривается общая постановка модели МОБ как системы равенств между выпуском продукции каждой отрасли и ее расходованием на производственные нужды экономики и конечный продукт в виде затрат на личное потребление населения, содержание государственного управленческого аппарата, оборону и прочие непроизводственные нужды:

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

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 ($i, j = \overline{1,n}$); $a_{ij} = \dfrac{x_{ij}}{x_j}$ – 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 внемодельном прогнозировании коэффициентов

a_{ij} и экзогенных параметров y_i.

В работе [2] рассмотрена эконометрическая версия МОБ, развернутое математическое определение ее отдельных компонент и расширение модели через введение системы сбалансированных ограничений. Критерий оптимальности решения модели – требование максимального удовлетворения спроса населения.

В данной статье подробно описывается методика разработки расширенной модели межотраслевого баланса с включением в его состав балансов основных производственных фондов и трудовых ресурсов. Такой подход – методическая база для расчета и прогнозирования соответствующих коэффициентов фондоемкости и трудоемкости продукции ряда отраслей.

По аналогии с коэффициентами прямых затрат предметов труда для этих величин могут быть установлены коэффициенты прямых затрат труда (коэффициенты прямой трудоемкости) lj, 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 формулами:

$$\tilde{L} = \sum_{j=1}^{n} l_j x_j , \qquad \tilde{\Phi} = \sum_{j=1}^{n} f_j x_j .$$

Рассмотрим процес расширения модели МОБ подробнее.

Включение в модель зависимостей, которые характеризуют движение основных производственных фондов. При учете указанных зависимостей в расширенной схеме изменяется, прежде всего, содержание показателя конечного продукта межотраслевого баланса. Вектор конечного продукта в этом случае отображается как $\overline{Y} = Y - \Delta\Phi$, где $Y = (y_1, y_2, \ldots, y_n)$ – вектор выпусков конечной продукции; $\Delta\Phi$ – вектор-столбец введения в действие основных производственных фондов (ОПФ). Причем, он имеет ненулевые значения только в позициях отвечающих областям, производящим средства производства.

Таким образом, конечный продукт расширенной схемы МОБ характеризует ту часть валового продукта, которая выходит за пределы текущего производственного цикла и которая не связана с расширением производства в исследуемом периоде.

Система уравнений распределения продукции расширенной схемы МОБ имеет такой вид (в матричной форме):

$$X = AX + \Delta\Phi + \overline{Y} \quad \text{или} \quad (E - A)X - \Delta\Phi = \overline{Y}\,.$$

При этом в расширенной схеме она дополняется системой балансов ОПФ, которые устанавливают равенство ресурсов и потребностей по каждому виду основных производственных фондов в среднегодовом вычислении:

$$\Phi_s + \Delta\overline{\Phi}_s = \sum_{j=1}^{n} f_{sj} x_j + \overline{R}_s \qquad \left(s = \overline{1,n}\right),$$

где Φ_s – наличие ОПФ s-го вида к началу года; $\Delta\overline{\Phi}_s$ – среднегодовое введение в действие основных фондов s-го вида; f_{sj} – коэффициенты потребления в s-ом виде ОПФ для производства единицы продукции отрасли j (коэффициенты фондоемкости); $\overline{R}_s$ – среднегодовое выбытие ОПФ s-го вида.

Переход от величин среднегодового введения в действие ОПФ к величинам абсолютного введения и обратно осуществляется с помощью специальных коэффициентов λs, которые характеризуют степень равномерности введения фондов на протяжении года: $\Delta\overline{\Phi}_s = \lambda_s \Delta\Phi_s$.

При этом значение коэффициента λ_s может изменяться в пределах от 1 (когда весь объем новых фондов вводиться сразу с 1 января соответствующего года) до 0 (когда новые фонды вообще не вводятся в текущем году). Поскольку на практике новые фонды, как правило, более интенсивно вводятся во второй половине года, то фактические коэффициенты λ_s обычно колеблются около значения 0,35.

С введением матричных обозначений для векторов $\Phi = (\Phi_s)$; $\overline{R} = (\overline{R}_s)$ и для матриц $F = (f_{sj})$; $\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{pmatrix}$

система уравнений балансов ОПФ записывается в таком виде:

$$\Phi + \Lambda\Delta\Phi = FX + \overline{R}\,, \quad \text{или} \quad \Lambda\Delta\Phi = FX - (\Phi - \overline{R}).$$

Здесь заданные показатели – векторы наличия основных фондов на начало перспективного периода и их среднегодового выбытия, матрицы коэффициентов фондоемкости и равномерности введения в действие основных фондов, а искомые неизвестные – векторы объемов производства продукции и введения в действие основных производственных фондов.

Системы уравнений распределения продукции и балансов ОПФ вместе образуют систему уравнений расширенной схемы МОБ:

$$(E - A)X - \Delta\Phi' = \overline{Y}; \tag{2}$$

$$\Lambda\Delta\Phi = FX - S, \tag{3}$$

где $S = \Phi - \overline{R}$.

При этом вектор $\Delta\Phi^1$ отличается от вектора $\Delta\Phi$ тем, что у него прибавляются нулевые элементы, по отраслям, которые не производят средств производства.

На основе расширенной схемы межотраслевых связей возможно проведение расчетов взаимно сбалансированных планов, причем, несколькими способами. Первый состоит в последовательном согласовании решений системы уравнений распределения продукции и уравнений балансов основных производственных фондов. При этом на первой итерации введение в действие ОПФ считается равным нулю и производственная программа рассчитывается по формуле $X^{(0)} = (E - A)^{-1}\overline{Y}$, где верхний индекс в скобках обозначает номер соответствующей итерации. Полученное значение $X^{(0)}$ подставляется в уравнение балансов основных фондов и определяется значение вектора $\Delta\Phi$ в первом приближении:

$$\Lambda\Delta\Phi^{(0)} = FX^{(0)} - S; \quad \Delta\Phi^{(0)} = \Lambda^{-1}\left(FX^{(0)} - S\right).$$

На второй итерации определяются новые значения объемов производства, но уже с учетом введения в действие основных фондов в размере $\Delta\Phi^{(0)}$:

$$X^{(1)} = (E - A)^{-1}(\Delta\Phi^{(0)} + \overline{\mathrm{Y}}),$$

а потом – новые значения вектора $\Delta\Phi$:

$$\Delta\Phi^{(1)} = \Lambda^{-1}(FX^{(1)} - S).$$

Следующие итерации аналогичные и продолжаются до тех пор, пока расхождения между значениями неизвестных после какой-нибудь итерации, т.е., между $\overline{X}^{(m)}\ i\ X^{(m+1)}$, а также между $\Delta\Phi^{(m)}$ и $\Delta\Phi^{(m=1)}$, становятся настолько несущественными, что ними можно пренебречь.

Второй способ состоит в одновременном решении системы уравнений распределения продукции и системы уравнений балансов основных фондов. Для этого все отрасли в межотраслевом балансе разбиваются на две группы: отрасли, которые вырабатывают «чистые» предметы труда и «чистые» предметы потребления и не создают элементов основных фондов (параметрам этих областей отвечает индекс 1); отрасли, которые производят наряду с предметами производства и предметами потребления также и средства производства, а также отрасли, которые вырабатывают только средства производства (параметрам этих отраслей соответствует индекс 2). В этом случае система уравнений (2) – (3) имеет вид:

$$(E_{(1)} - A_{11})X_1 - A_{12}X_2 = \overline{Y}_1;$$

$$-A_{21}X_1 + (E_{(2)} - A_{22})X_2 = \Delta\Phi = \overline{Y}_2;$$

$$\Lambda\Delta\Phi = F_1X_1 + F_2X_2 - S,$$

или
$$\begin{pmatrix} E_{(1)} - A_{11}; & -A_{12}; & 0 \\ -A_{21}; & E_{(2)} - A_{22}; & -E_{(2)} \\ -F_1; & -F_2; & -\Lambda \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \Delta\Phi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \overline{Y}_1 \\ \overline{Y}_2 \\ -S \end{pmatrix}, \tag{4}$$

где A_{11} – подматрица коэффициентов прямых затрат отраслей группы 1 на производство продукции этой же группы; A_{12} – подматрица коэффициентов прямых затрат отраслей группы 1 на производство продукции отраслей группы 2; A_{21} – подматрица коэффициентов прямых затрат отраслей группы 2 на производство продукции отраслей группы 1; A_{22} – подматрица коэффициентов прямых затрат областей группы 2 на производство продукции отраслей этой же группы; $E_{(1)}, E_{(2)}$ – единичные матрицы, размерность которых равняется, соответ- ственно, числу отраслей в группах 1 и 2; X_1, X_2 – векторы валовых выпусков, соответственно, в отраслях 1-й и 2-й групп; F_1, F_2 – подматрицы коэффициентов фондоемкости продукции соответственно в отраслях 1-й и 2-й групп; $\overline{Y}_1, \overline{Y}_2$ – векторы конечного продукта, соответственно, отраслей 1-й и 2-й групп.

Решение системы (3) имеет вид

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \Delta\Phi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{(1)} - A_{11}; & -A_{12}; & 0 \\ -A_{21}; & E_{(2)} - A_{22}; & -E_{(2)} \\ -F_1; & -F_2; & -\Lambda \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \overline{Y}_1 \\ \overline{Y}_2 \\ -S \end{pmatrix}. \tag{5}$$

При этом, для расчетов расширенной схемы межотраслевых связей с детальной классификацией удобнее применять первый способ, а для расчетов укрупненных моделей – второй.

Расширенная схема межотраслевых связей может быть построена также в видоизмененной форме, когда в качестве неизвестного выступает не вектор введения в действие основных производственных фондов, а вектор капитальных вложений в производственную сферу.

Включение в модель зависимостей, которые характеризуют движение трудовых ресурсов. Система, аналогичная (2) и (3), может рассматриваться также в том случае, когда речь идет о движении квалифицированных рабочих кадров. Здесь также в наличии есть прямые и обратные связи системы подготовки кадров с системой текущего материального производства. С одной стороны, наличие квалифицированных кадров является фактором, который определяет размеры производства, а с другой стороны, процесс подготовки кадров требует затрат, в том числе затрат продукции отраслей материального производства. В такой системе вектор конечного продукта $\overset{0}{\mathrm{Y}}$ будет отличаться от вектора конечного продукта обычной схемы межотраслевого баланса на вектор затрат, связанных с подготовкой кадров: $\overset{0}{\mathrm{Y}} = \mathrm{Y} - D\Delta L$, где D – матри- ца коэффициентов затрат продуктов областей материального производства, связанных с подготовкой на протяжении исследуемого периода специалистов разных профессиональных групп (размерность матрицы – $(n \times r)$); ΔL – вектор численности специалистов разных профессиональных групп (r x 1), которых нужно подготовить; r – число профессиональных групп.

Балансы производства и распределения продукции в этом случае могут быть представлены такой системой уравнений: $(E - A)X - D\Delta L = \overset{0}{\mathrm{Y}}$.

Балансы трудовых ресурсов в разрезе профессиональных групп записываются в виде $L + \tilde{\Lambda}\Delta L = \overset{0}{T} X + \tilde{S}$, где L – вектор наличия специалистов соответствующих профессиональных групп к началу года $(r \times 1)$; $\tilde{\Lambda}$ - диагональная матрица коэффициентов переведения фактического поступления специалистов из системы подготовки кадров в среднегодовое поступление $(r \times r)$; $\overset{0}{T}$ – матрица коэффициентов трудоемкости в разрезе профессиональных групп $(r \times n)$; $\tilde{S}$ – вектор сальдо среднегодового межпрофессионального перераспределения трудовых ресурсов в процессе изменения работниками рода деятельности как внутри предприятий, так и при переходе на новое место работы, которая учитывает также среднегодовое уменьшение работников $(r \times 1)$. Определения элементов вектора $\tilde{S}$ – задача социально-экономического характера, связанная в конечном счете с разработкой моделей движения населения и трудовых ресурсов.

Анализ свойств данной модели и разработка методов ее численной реализации составляют предмет дальнейшего исследования.

Л.Г. Лавров, Е.П. Карпець

РОЗШИРЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ ДЛЯ ВРАХУВАННЯ РУХУ ОСНОВНИХ ФОНДІВ ТА ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ

Запропонована методика розробки розширеної моделі міжгалузевого балансу з включенням до його складу балансів основних виробничих фондів та трудоуих ресурсів. Такий підїхід є методичною базою для розрахунку та прогнозування відповідних коефіцієнтів фондомісткості та трудомісткості.

L.G. Lavrov, H.P.Karpets

THE EXTENSION OF AN OPTIMIZATION ECONOMETRIC MODEL OF INTER-BRANCH BALANCE FOR ACCOUNTING OF THE MOVEMENT OF CAPITAL ASSETS AND MANPOWER RESOURCES.

A technique for development of the extended model of inter-branch balance with inclusion balances of capital assets and manpower resources in it's composition. This approach is a technique basis for calculation and forecasting of the coefficients of capital assets-output and labour-output ratios.

1. *Лавров Л.Г., Карпец Э.П.* Оптимизационная модель прогнозирования фискальных и монетарных показателей // Теорія оптимальних рішень . – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2004. – № 3. – С. 81 – 88.
2. *Лавров Л.Г., Карпец Э.П.* Оптимизационная эконометрическая модель межотраслевого баланса // Теорія оптимальних рішень. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2005. – № 4. – С. 65 – 72.

Получено 05.06.2006