

Модель межотраслевого баланса Леонтьева: тезисы доклада

И. В. Бардушкина, И. Д. Григорьев

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Россия

zelic1997ilya@mail.ru

The Leontief Input-Output Model in Urban Economics Analysis

I. V. Bardushkina, I. D. Grigoriev

National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia

zelic1997ilya@mail.ru

The authors did apply the Leontief input-output model to analyze the inter-industry balance of one city with three main sectors of the economy. They did set a task is to create an inter-branch balance for 2017 based upon 2016 data, taking into account the export and import components, and to assess the changes in all urban sectors with varying demand in one segment. To solve the problem the authors used Microsoft Excel package. They have shown the way the Leontief model enables to plan inter-branch relations at the level of municipal economy, to forecast the budget on the basis of data from previous years and to account for various sectors' queries. Computer calculations make it possible to recalculate the model repeatedly to find optimal solutions.

Keywords: inter-industry balance, gross output, planning, mathematical model.

Современная экономика представляет собой открытую систему, построенную на прямых и обратных горизонтальных и вертикальных связях, и может успешно развиваться только при наличии эффективного управления этими связями, как на макро-, так и на микроуровне. Рациональная и высокоэффективная межотраслевая экономика важна и актуальна для любого государства.

Основным инструментом прогнозирования является разработанный В. Леонтьевым межотраслевой равновесный баланс, позволяющий анализировать

экономику, как национальную, так и отдельных регионов и на основе этого вырабатывать рекомендации по управлению производством. Модель с математической точки зрения является системой линейных уравнений, в которой связываются технологические коэффициенты различных отраслей [1].

Постановка задачи: в Урюпинске существуют и функционируют три основные отрасли — сельское хозяйство, промышленность и транспорт. Каждая из них выпускает определенную продукцию. Данные за 2016 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные по выпуску продукции за 2016 г. (в ден. ед.)

№ п/п	Отрасль	Потребление			Конечный продукт	Валовой выпуск
		1	2	3		
1	Сельское хозяйство	5	35	20	40	100
2	Промышленность	10	10	20	60	100
3	Транспорт	20	10	10	10	50

Требуется:

— найти объем валового выпуска каждого вида продукции, если конечное потребление по отраслям в 2017 г. увеличить соответственно до 60, 70 и 30 усл. ден. ед.;

— найти процентное изменение выпуска продукции в каждой отрасли в 2017 г. при увеличении спроса на транспортные услуги на 5%;

— построить межотраслевой баланс на 2017 г. с учетом экспорта / импорта по отраслям: –15, 30 и 0 усл. ден. ед.

Выпишем векторы валового выпуска x_0 и конечного потребления y_0 , а также матрицу коэффициентов прямых затрат A :

$$x_0 = \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 50 \end{pmatrix}; \quad y_0 = \begin{pmatrix} 40 \\ 60 \\ 10 \end{pmatrix};$$

$$A = \begin{pmatrix} 0,05 & 0,35 & 0,4 \\ 0,1 & 0,1 & 0,4 \\ 0,2 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}.$$

Матрица A удовлетворяет критериям продуктивности, так как сумма элементов по любому ее столбцу не превосходит единицы, причем для первых двух столбцов эта сумма строго меньше 1.

Для любого вектора $\bar{y}_1$ можно найти необходимый объем валового выпуска по формуле $\bar{x} = (E - A)^{-1} \bar{y}_1$. Расчеты производились в пакете прикладных программ Excel. Чтобы увеличить компоненту вектора конечного продукта, необходимо увеличить валовой выпуск: в сельском хозяйстве — на 52,1401 %, в промышленности — на 35,7977 % и в транспортной отрасли — на 85,01946 %. Межотраслевой баланс за 2017 г. для конечного продукта $\bar{y}_1$ и найденных значений валового выпуска $\bar{x}_1$ приведен в таблице 2.

Таблица 2

Межотраслевой баланс за 2017 г. (в ден. ед.)

№ п/п	Отрасль	Потребление			Конечный продукт	Валовой выпуск
		1	2	3		
1	Сельское хозяйство	7,61	47,53	37,00	60,00	152,14
2	Промышленность	15,21	13,58	37,00	70,00	135,80
3	Транспорт	30,43	13,58	18,50	30,00	92,51
Условно чистая продукция		98,89	61,11	0,00	160,00	—
Валовой выпуск		152,14	135,80	92,51	—	380,45

Балансовый характер таблицы выражается в том, что суммарный объем условно чистой продукции равен суммарному конечному продукту, т. е. $60 + 70 + 30 = 98,89105 + 61,10895 + 0 = 160$ ден. ед.

Для того чтобы найти увеличение компоненты вектора валового выпуска при увеличении спроса на транспортные услуги на 5 %, найдем произведение матрицы полных затрат на вектор увеличения спроса по всем отраслям:

$$\Delta \bar{x}_1 = \begin{pmatrix} 1,322957 & 0,622568 & 0,972763 \\ 0,311284 & 1,322957 & 0,817121 \\ 0,36965 & 0,321012 & 1,595331 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,05 \cdot 30 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,459144 \\ 1,225681 \\ 2,392996 \end{pmatrix}.$$

Получим соответствующие процентные увеличения: в сельском хозяйстве — на 0,959079 %, в промышленности — на 0,902579 %, в транспортной отрасли — на 2,586751 %.

Рассмотрим открытую систему межотраслевых связей с наличием экспорта и импорта продукции, что влияет на конечный продукт. Пусть в продукции сельского хозяйства присутствует импорт в объеме 15 ден. ед., а для продукции промышленности предусмотрен экспорт в размере 30 ден. ед. Полученные результаты (в ден. ед.) внесем в таблицу 3.

Модель межотраслевого баланса позволяет рассматривать различные секторы экономики как потребляющие продукцию и как выпускающие продукцию для собственных нужд и для других отраслей. Использование компьютерных расчетов позволяет многократно составлять балансовые таблицы для поиска оптимальных решений и планировать баланс по отраслям (секторам) на год вперед. Модель также позволяет легко рассчитывать вектор изменения спроса и потребления, объем чистой продукции и валового выпуска при влиянии экспортной и импортной составляющих.

Таблица 3

Межотраслевой баланс с учетом влияния экспорта и импорта

№ п/п	Отрасль	Потребление			Конечный продукт	Валовой выпуск
		1	2	3		
1	Сельское хозяйство	7,55	59,79	38,64	60,00 – 15,00	150,97
2	Промышленность	15,10	17,08	38,64	70,00 + 30,00	170,82
3	Транспорт	30,19	17,08	19,32	30,00	96,60
Условно чистая продукция		98,13	76,87	0,00	175,00	—
Валовой выпуск		150,97	170,82	96,60	—	418,39

Модель Леонтьева объединяет в себе понятия линейной алгебры, элементарной математики и математического моделирования, что представляет особый интерес для образовательной

деятельности в плане изучения и повторения программ разных дисциплин и решения практико-ориентированных заданий, что предполагает в том числе и самостоятельную работу [2; 3; 4; 5].

Литература

1. **Ревякин А. М., Бардушкина И. В.** Математические методы моделирования в экономике. М.: МИЭТ, 2013. 328 с.
2. **Бардушкин В. В., Бардушкина И. В.** Использование проектной деятельности в самостоятельной работе студентов по высшей математике // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (заочн.) (28—29 ноября 2016 г.) / Тольяттинский ГУ. Ульяновск: ЗЕБРА, 2016. С. 291—295.
3. **Бардушкина И. В., Ревякин А. М.** К вопросу о повышении качества самостоятельной работы студентов по высшей математике // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2015. № 4 (8). С. 57—62.
4. **Ревякин А. М., Бардушкина И. В., Терещенко А. М.** Опыт проведения интерактивных занятий по курсу «Методы моделирования экономики» // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2016. № 3 (11). С. 14—20.
5. **Бардушкина И. В.** Экономически ориентированные задачи в модели формирования математической компетентности студентов // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: Научно-практ. конф. (заочная) с межд. участием (21—22 октября 2015 г.) / Тольяттинский ГУ. Ульяновск: ЗЕБРА, 2015. С. 375—379.

Бардушкина Ирина Вячеславовна — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики № 2 Национального исследовательского университета «МИЭТ» (Россия, 124498, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), i_v_bars@mail.ru

Григорьев Илья Дмитриевич — студент группы ЭУ-32 Национального исследовательского университета «МИЭТ» (Россия, 124498, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), zelic1997ilya@mail.ru

References

1. Revyakin A. M., Bardushkina I. V. *Matematicheskie metody modelirovaniya v ekonomike* (Mathematical Modeling Methods in Economics), M., MIET, 2013, 328 p.
2. Bardushkin V. V., Bardushkina I. V. *Ispol'zovanie proektnoi deyatel'nosti v samostoyatel'noi rabote studentov po vysshei matematike* (Project Activities Use in Students' Independent Work on Higher Mathematics), *Aktual'nye problemy sovremennogo obrazovaniya: opyt i innovatsii, mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. (zaochn.) (28—29 noyabrya 2016 g.)*, Tol'yattinskii GU, Ul'yanovsk, ZEBRA, 2016, pp. 291—295.
3. Bardushkina I. V., Revyakin A. M. *K voprosu o povyshenii kachestva samostoyatel'noi raboty studentov po vysshei matematike* (To a Question of Improvement of Quality of Independent Work of Students on the Higher Mathematics), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2015, No. 4 (8), pp. 57—62.
4. Revyakin A. M., Bardushkina I. V., Tereshchenko A. M. *Opyt provedeniya interaktivnykh zanyatii po kursu "Metody modelirovaniya ekonomiki"* (The Experience in Interactive Lessons of "Economics Modeling Techniques" Course), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2016, No. 3 (11), pp. 14—20.
5. Bardushkina I. V. *Ekonomicheski orientirovannye zadachi v modeli formirovaniya matematicheskoi kompetentnosti studentov* (Economically Oriented Tasks in Model of Students' Mathematical Competence Formation), *Aktual'nye problemy sovremennogo obrazovaniya, opyt i innovatsii, Nauchno-prakt. konf. (zaochnaya) s mezhd. uchastiem (21—22 oktyabrya 2015 g.)*, Tol'yattinskii GU, Ul'yanovsk, ZEBRA, 2015, pp. 375—379.

Bardushkina Irina V., candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, associate professor of Higher Mathematics Department No. 2, National Research University of Electronic Technology (Shokin Square, 1, 124498, Moscow, Zelenograd, Russia), i_v_bars@mail.ru

Grigoriev Ilya D., student of EU-32 group, National Research University of Electronic Technology (Shokin Square, 1, 124498, Moscow, Zelenograd, Russia), zelic1997ilya@mail.ru