

И.А. Гетьман, Л.В. Васильева, Донбасская государственная машино-строительная академия (г. Краматорск)

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА В ПОСЛЕДИПЛОМНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Гетьман І.А., Васильєва Л.В.

Методика навчання розв'язанню задачі міжгалузевого балансу в післядипломній освіті

Метою статті є обґрунтування необхідності використання інформаційних технологій при описі економічних процесів для студентів економічних спеціальностей післядипломної форми навчання. Розглянуто методику вирішення завдань міжгалузевого балансу, зокрема моделі Леонтьєва. Дана економічна інтерпретація задачі і алгоритм її вирішення. Наведено приклад розв'язання задачі за допомогою електронних таблиць.

Ключові слова: економічна інформатика, післядипломна освіта, балансова модель, професійно-орієнтовані задачі

Гетьман И.А., Васильева Л.В.

Методика обучения решению задачи межотраслевого баланса в последипломном образовании

Целью статьи является обоснование необходимости использования информационных технологий при описании экономических процессов для студентов экономических специальностей последипломной формы обучения. Рассмотрена методика решения задач межотраслевого баланса, в частности модели Леонтьева. Дана экономическая интерпретация задачи и алгоритм ее решения. Приведен пример решения задачи с помощью электронных таблиц.

Ключевые слова: экономическая информатика, последипломное образование, балансовая модель, профессионально-ориентированные задачи.

Процессы информатизации в различных сферах профессиональной деятельности требуют использования информационно-компьютерных технологий в образовательной практике. Поэтому в стандарте экономического образования обязательной составляющей входит дисциплина «Экономическая информатика». Знания, полученные в ходе изучения этой дисциплины, обеспечивают возможность овладения комплексом профессионально-

ориентированных дисциплин и позволяют научно-обосновано решать экономические задачи.

Объектом данного исследования является содержание дисциплины «Экономическая информатика» для студентов, получающих второе высшее образование по специальностям 0305 «Экономика предприятия» и 0306 «Менеджмент».

Для обучения студентов, уже имеющих одно высшее образование и опыт работы, особенно важно правильно строить межпредметные связи: использовать профессионально-ориентированные задачи, пояснять экономический смысл математических понятий. В ходе изучения темы студент должен получить четкое понимание того, что, как и зачем делается. Для решения экономических задач с помощью компьютерной техники существует достаточное количество программных продуктов, таких как Maple [1], MathCad [2], MathLab[3].

В данной работе мы бы хотели привести решение одной из экономических задач, возникающих в макроэкономике, описываемой моделью Леонтьева, с помощью широко используемой программы (приложения) Excel.

Постановка задачи. Одной из основных задач, возникающих в макроэкономике, является задача, связанная с эффективностью ведения многоотраслевого хозяйства: каким должен быть объем производства каждой отрасли, чтобы удовлетворить все потребности в продукции этой отрасли. При этом каждая отрасль выступает, с одной стороны, как производитель некоторой продукции, а с другой – как потребитель продукции: и своей, и произведенной другими отраслями.

Для определенности используем модель Леонтьева для построения баланса производства и распределения продукции между цехами предприятия.

Рассмотрим модель межотраслевого баланса, называемую еще моделью Леонтьева, или моделью «затраты – выпуск». Предположим, что производственный сектор народного хозяйства разбит на n отраслей (энергетика, машиностроение, сельское хозяйство и т. д.).

Рассмотрим отрасль i , $i = 1, 2, \dots, n$. Она выпускает некую продукцию за данный промежуток времени (например, за год) в объеме x_i , который еще называют валовым выпуском. Часть объема продукции x_i , произведенная i -й отраслью, используется для собственного производства в объеме x_{ii} , часть – поступает в остальные отрасли $j = 1, 2, \dots, n$ для потребления при производстве в объемах x_{ij} , и некоторая часть объемом y_i – для потребления в непромышленной сфере, так называемый объем конечного потребления. Перечисленные сферы распределения валового продукта i -й отрасли приводят к соотношению баланса

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Введем *коэффициенты прямых затрат* a_{ij} , которые показывают, сколько единиц продукции i -й отрасли затрачивается на производство одной единицы продукции в отрасли j . Тогда можно записать, что количество продукции, произведенной в отрасли i в объеме x_j и поступающей для производственных нужд в отрасль j , равно

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j.$$

Считаем сложившуюся технологию производства во всех отраслях неизменной (за рассматриваемый период времени), означающей, что коэффициенты прямых затрат a_{ij} постоянны. Тогда получаем следующее соотношение баланса, называемого моделью Леонтьева:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Введем вектор валового выпуска \bar{X} , матрицу прямых затрат A и вектор конечного потребления \bar{Y} :

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}, \bar{Y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Модель Леонтьева можно записать в матричном виде

$$\bar{X} = A \cdot \bar{X} + \bar{Y}.$$

Матрица $A \geq 0$, у которой все элементы $a_{ij} \geq 0$ (неотрицательны), называется продуктивной матрицей, если существует такой неотрицательный вектор $\bar{X} \geq 0$, для которого выполняется неравенство

$$\bar{X} > A \cdot \bar{X}.$$

Это неравенство означает, что существует хотя бы один режим работы отраслей данной экономической системы, при котором продукции выпускается больше, чем затрачивается на ее производство. Другими словами, при этом режиме создается конечный (прибавочный) продукт

$$\bar{Y} = \bar{X} - A \cdot \bar{X} > 0.$$

Модель Леонтьева с продуктивной матрицей A называется продуктивной моделью.

Для проверки продуктивности матрицы A достаточно существования обратной матрицы $B = (E - A)^{-1}$ с неотрицательными элементами, где матрица E – единичная матрица:

$$E = \begin{pmatrix} 1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & 1 \end{pmatrix}.$$

С помощью модели Леонтьева можно выполнить три вида плановых расчетов, при условии соблюдения условия продуктивности матрицы A :

1. Зная (или задавая) объемы валовой продукции всех отраслей \bar{X} , можно определить объемы конечной продукции всех отраслей \bar{Y}

$$\bar{Y} = (E - A) \cdot \bar{X}.$$

2. Задавая величины конечной продукции всех отраслей \bar{Y} , можно определить величины валовой продукции каждой отрасли

$$\bar{X} = (E - A)^{-1} \cdot \bar{Y}.$$

3. Задавая для ряда отраслей величины валовой продукции, а для всех остальных отраслей – объемы конечной продукции, можно найти величины конечной продукции первых отраслей и объемы валовой продукции вторых.

Матрица $B = (E - A)^{-1}$ называется матрицей полных материальных затрат. Ее смысл следует из матричного равенства, которое можно записать в виде $\bar{X} = B \cdot \bar{Y}$. Элементы матрицы B показывают, сколько всего необходимо произвести продукции в i -ой отрасли, для выпуска в сферу конечного потребления единицы продукции отрасли j .

Рассмотрим следующую задачу.

Промышленное предприятие состоит из трех цехов, выпускающих каждый один вид продукции. В таблице 1 указаны расходные коэффициенты («прямые» затраты) a_{ik} единиц продукции i -го цеха, используемые как «сырье» («промежуточный продукт») для выпуска единицы продукции k -го цеха, объемы y_i , предназначенные для реализации (конечный продукт).

Определить:

- а) коэффициент полных затрат;
- б) валовой выпуск (план) для каждого цеха;
- в) производственную программу цехов;
- г) коэффициенты косвенных затрат.

Таблица 1

Расходные коэффициенты и объемы продукции

Продукция	Прямые затраты			Конечный продукт y_i
	I	II	III	
1-го цеха	0	0,2	0	200
2-го цеха	0,2	0	0,1	100
3-го цеха	0	0,1	0,2	300

Решение задачи. Обозначим производственную программу предприятия

через $\bar{X} = (x_1, x_2, x_3)$, где x_i есть валовой выпуск продукции i -го цеха и план выпуска товарной продукции через $\bar{Y} = (y_1, y_2, y_3)$. Кроме того, введем матрицу $A = \|a_{ik}\|$ расходных коэффициентов, указанных в таблице 1. Тогда производственные взаимосвязи завода могут быть представлены следующей системой трех уравнений: $x_i - (a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + a_{i3}x_3) = y_i$, где $i=1,2,3$, $(a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + a_{i3}x_3)$ – внутрипроизводственное потребление. Записав последнее уравнение в матричном виде $(E - A)\bar{X} = \bar{Y}$, где E – единичная матрица, найдем его решение:

$$\bar{X} = (E - A)^{-1}\bar{Y}.$$

а) Элементы обратной матрицы $(E - A)^{-1} = \|s_{ik}\|$ представляют собой искомые коэффициенты полных внутрипроизводственных затрат.

Выполнив расчеты, получим:

$$(E - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,04 & 0,21 & 0,013 \\ 0,21 & 1,05 & 0,13 \\ 0,026 & 0,13 & 1,36 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, получим, например, что для выпуска единицы продукции 1, 2 и 3-го цехов необходимо затратить продукции 1-го цеха, соответственно, 1,04, 0,21 и 0,013 единиц.

б) Для определения валового выпуска продукции цехов воспользуемся равенством:

$$\bar{X} = (E - A)^{-1}\bar{Y} = \begin{pmatrix} 1,04 & 0,21 & 0,0 \\ 0,21 & 1,05 & 0,13 \\ 0,03 & 0,13 & 1,26 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 300 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 235 \\ 186 \\ 397 \end{pmatrix}.$$

Следовательно, $x_1 = 235$, $x_2 = 186$, $x_3 = 397$.

в) Производственную программу каждого из цехов можно определить из соотношения $x_{ik} = a_{ik}x_k$, ($k = 1,2,3$; $i = 1,2,3$).

В результате получим таблицу 2.

Валовой выпуск и производственная программа цехов

Цех	Внутрипроизводственное потребление			Итого $\sum x_{ik}$	Конечный продукт y_i	Валовой выпуск x_i
	I	II	III			
1	0	37	0	37	200	237
2	47	0	40	87	100	187
3	0	19	79	98	300	398

г) Коэффициенты косвенных затрат найдем как разность между s_{ik} и a_{ik} , или в матричной форме:

$$(E - A)^{-1} - A = \begin{pmatrix} 1,04 & 0,01 & 0,02 \\ 0,01 & 1,05 & 0,03 \\ 0,03 & 0,03 & 1,06 \end{pmatrix}.$$

Как видно, расчет будет очень громоздким, и требуются достаточно глубокие знания математики. Упростить расчет помогают встроенные функции в пакете EXCEL.

В пакете EXCEL существует несколько функций для работы с матрицами:

ТРАНСП – транспонирование матрицы;

МОПРЕД – нахождение определителя матрицы;

МУМНОЖ – умножение матриц;

МОБР – нахождение обратной матрицы.

Рассмотрим *решение* нашего примера в пакете EXCEL.

Листы с расчетами и формулами представлены на рис. 1, 2.

Вывод. Можно выделить следующие преимущества применения использования компьютерных технологий в решении практических проблем: формализация экономических задач и применение ЭВМ многократно ускоряют типовые, массовые расчеты, повышают точность и сокращают трудоемкость; в процессе обучения явно прослеживается интеграция знаний из различных дисциплин, умение комплексно применять знания по экономической теории, математике и информатике.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Продукция	Прямые затраты				Конечный продукт Y				
2		I	II	III						
3		1-го цеха	0	0,2						
4	2-го цеха	0,2	0	0,1		200				
5	3-го цеха	0	0,1	0,2		100				
6						300				
7		0	0,2	0						
8	A=	0,2	0	0,1						
9		0	0,1	0,2						
10							(E-A) ⁻¹ =	1,04221636	0,21108179	0,02638522
11		1	0	0				0,21108179	1,05540897	0,13192612
12	E=	0	1	0				0,02638522	0,13192612	1,26649077
13		0	0	1						
14							X=	237		
15								187		
16	E-A=	1	-0,2	0				398		
17		-0,2	1	-0,1						
18		0	-0,1	0,8						
19	det(E-A)=	0,758					Производственная программа	0	37,4670185	0
20								47,4934037	0	39,8416887
21								0	18,7335092	79,6833773
22										
23	Виды продукции	Производственная программа цехов			Итого	Конечный продукт Y	Валовый продукт			
24	1	0	37,46701847	0	37,46701847	200	237,4670185			
25	2	47,4934	0	39,84168865	87,33509235	100	187,3350923			
26	3	0	18,73350923	79,68337731	98,41688654	300	398,4168865			
27		Коэффициенты косвенных затрат								
28		1,042216	0,011081794	0,026385224						
29	(E-A) ⁻¹ · A=	0,011082	1,055408971	0,031926121						
30		0,026385	0,031926121	1,066490765						
31										

Рис. 1. Лист с расчетами

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Продукция	Прямые затраты				Конечный продукт Y				
2		I	II	III						
3		1-го цеха	0	0,2						
4	2-го цеха	0,2	0	0,1		200				
5	3-го цеха	0	0,1	0,2		100				
6						300				
7		0	0,2	0						
8	A=	0,2	0	0,1						
9		0	0,1	0,2						
10							(E-A) ⁻¹ =	=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)
11		1	0	0				=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)
12	E=	0	1	0				=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)	=МОБР(B15:D17)
13		0	0	1				=МУМНОЖ(H9:J11;F3:F5)		
14							X=	=МУМНОЖ(H9:J11;F3:F5)		
15	E-A=	=B11-B3	=C11-C3	=D11-D3				=МУМНОЖ(H9:J11;F3:F5)		
16		=B12-B4	=C12-C4	=D12-D4						
17		=B13-B5	=C13-C5	=D13-D5						
18								=B7*H13	=C7*H14	=D7*H15
19	det(E-A)=	=МОПРЕД(B15:D17)					Производственная программа	=B8*H13	=C8*H14	=D8*H15
20								=B9*H13	=C9*H14	=D9*H15
21										
22										
23	Виды продукции	Производственная программа цехов			Итого	Конечный продукт Y	Валовый продукт			
24	1	0	37,467018469657	0	=СУММ(B24:D24)	200	237,467018469657			
25	2	47,4934036939314	0	39,8416886543536	=СУММ(B25:D25)	100	187,335092348285			
26	3	0	18,7335092348285	79,6833773087071	=СУММ(B26:D26)	300	398,416886543536			
27		Коэффициенты косвенных затрат								
28		=H9-B7	=I9-C7	=J9-D7						
29	(E-A) ⁻¹ · A=	=H10-B8	=I10-C8	=J10-D8						
30		=H11-B9	=I11-C9	=J11-D9						
31										

Рис. 2. Лист с формулами

Это актуально в связи с тем, что специалистам для практической деятельности необходимы не отрывочные знания по той или иной теме или дисциплине, не просто хорошо усвоенные сведения того или иного раздела, предмета подготовки, а комплекс профессиональных знаний, который бы сыграл роль специфического метода в их практической работе.

Литература

1. **Васильева, Л. В.** Використання комп'ютерних технологій для розв'язання оптимізаційних задач в економіці : навч. посібник / Л. В. Васильева, І. А. Гетьман. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 200 с.

2. **Плис, А. И.** МATHCAD 2000. Математический практикум для экономистов и инженеров. Учебное пособие / А.И. Плис, Н. А. Сливина. – М : Финансы и статистика, 2002. – 656 с.

3. **Емельянов, А. А.** Имитационное моделирование экономических процес сов / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. М.: Финансы и статистика. 2002. – 368 с.

4. **Гетьман, И. А.** Решение экономических задач средствами электронных таблиц / И. А. Гетьман, В. Н. Черномаз. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 104 с.

Getman I., Vasilyeva L.,

Method of teaching the decision of task of balance model at the receipt of the second higher education

A purpose of the article is a ground of necessity of the use of information technologies at description of economic processes. Used for the students of economic specialities and second higher education. is considered The method of decision of tasks of a particular branch balance , in particular models of Leont'eva. Economic interpretation of task, algorithm of decision of this task, is given. An example of decision of task is made by spreadsheets.

Key words: economic informatics, second degree, balance model, professionally oriented tasks.

Сведения об авторах

Гетьман Ирина Анатольевна – старший преподаватель кафедры прикладной математики Донбасской государственной машиностроительной

академии (г. Краматорск). Основные научные интересы: информационно-измерительные системы, инновационные технологии в высшей школе.

Васильева Людмила Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Донбасской государственной машиностроительной академии (г. Краматорск). Основные научные интересы: математическое моделирование, вычислительные методы, инновационные технологии в высшей школе.

Стаття надійшла до редакції 27.08.2012 р.
Прийнято до друку 28.09.2012 р.