Balance economic models to manage the economy

Burmistrova, Natalya and Urlapov, Pavel and Thoy, Natalia

Financial University under the Government of the Russian Federation

1 June 2013

УДК 378

РАВНОВЕСНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИКОЙ

Бурмистрова Н.А., Урлапов П.С., Цой Н.В.,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

BALANCE ECONOMIC MODEL TO MANAGE THE ECONOMY

Burmistrova N.A., Urlapov P.C., Tsoy N.B.
Financial University under the Government of the Russian Federation

Аннотация: В статье рассмотрены примеры балансовых моделей: модель многоотраслевого баланса и модель равновесных цен. Описаны возможности использования математических моделей в экономике. Показано применение метода кейс-стади в обучении студентов экономического вуза.

Ключевые слова: Балансовые модели, обучение математике, кейс-стади.

Abstract: The article discusses examples of balance models: a model of balance and diversified model of equilibrium prices. Describes the possibility of using mathematical models of the economy. Shows the use of the method of case studies in teaching students of economic high school.

Key words: Balance models, the teaching of mathematics, case study.

Зачастую трудным представляется осознать сам процесс функционирования какого-либо предприятия. Результаты труда, ровно как и их масштабы, мы осознаем прекрасно: это существующий рынок услуг и товаров. Мы можем легко вообразить себе масштаб такого результата труда, как журнала, лежащего на полке. Для этого нам стоит лишь открыть его и прочитать, каким тиражом он издается. Но мало кто при этом представляет весь процесс изготовления этого тиража: производство электроэнергии, печатных станков, красителей, бумаги, и, как следствие, развитие сталелитейных заводов и химических лабораторий. Мы не говорим уже и про продукты питания, которые, справедливости ради заметим, тоже становятся неотъемлемой частью в производстве журналов, хоть и не являются частью технологической цепочки [1].

Для того чтобы можно было не только представлять, но и рассчитывать стоимость всех участков производства была создана математическая модель Василия Леонтьева, известная как модель межотраслевого баланса [8].

В равновесной модели многоотраслевой экономики рассматривается экономическая система, состоящая из n отраслей, каждая из которых производит некоторую продукцию. Часть продукции идет на внутрипроизводственное потребление данной отраслью и другими отраслями, а другая часть предназначена для непроизводственного потребления, т.е. конечная продукция (табл. 1).

Таблица 1

Отрасли потребления / Отрасли производства	Производственное потребление						Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	…	j	…	n	Y	X
1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1j}	…	x_{1n}	y_1	x_1
2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2j}	…	x_{2n}	y_2	x_2
$\vdots$	…	…	…	…	…	…	$\vdots$	$\vdots$
i	x_{i1}	x_{i2}	…	x_{ij}	…	x_{in}	y_i	x_i
$\vdots$	…	…	…	…	…	…	$\vdots$	$\vdots$
n	x_{ni}	x_{n2}	…	x_{nj}	…	x_{nn}	y_n	x_n

В соответствии с балансовым характером таблицы объем валовой продукции i отрасли равен сумме объемов этой продукции, потребляемой n отраслями, и конечного продукта, т.е.

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \ldots + x_{1n} + y_1 = x_1; \\ x_{21} + x_{22} + \ldots + x_{2n} + y_2 = x_2; \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_{n1} + x_{n2} + \ldots + x_{nn} + y_n = x_n. \end{cases} \qquad \textbf{(1)}$$

Уравнения системы (1) называется соотношениями баланса. Поскольку продукция разных отраслей может иметь разные измерения, будем рассматривать стоимостный баланс. Введем коэффициенты прямых затрат

$a_{ij} = \dfrac{x_{ij}}{x_j}$ – объем (затраты) продукции i отрасли, необходимой для производства 1 единицы продукции j отрасли. Тогда $x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j$ и система (1) примет вид:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n + y_1 = x_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n + y_2 = x_2; \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n + y_n = x_n. \end{cases} \qquad \textbf{(1')}$$

или в матричном виде: $\boldsymbol{A \cdot X + Y = X}$ **(2)**

В уравнении многоотраслевого баланса (2)

$A = (a_{ij})$ – матрица прямых материальных затрат (технологическая матрица);

$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$ – вектор валовой продукции каждой отрасли;

$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$ – вектор конечной продукции каждой отрасли.

Цель модели многоотраслевого баланса – дать ответ на вопрос: каким должен быть объем валовой продукции каждой отрасли X, чтобы удовлетворить потребности в продукции этой отрасли при заданном объеме конечного продукта Y и известной матрице прямых затрат A?

Из уравнения (2) выразим вектор X

$$X - AX = Y \Rightarrow EX - AX = Y \Rightarrow (E - A)X = Y.$$

В том случае, если матрица $(E - A)$ невырожденная, т. е. $|E - A| \neq 0$, то решение уравнения (2) определяет формула $X = (E - A)^{-1} Y.$

Усложнить и расширить эту математическую модель помогла модель равновесных цен [3]. Усложняется ситуация тем, что вводится матрица непроизводственных затрат (налоги, оплата труда), которая используется при исследовании таких экономических процессов как прогноз цен на продукцию отраслей при известных нормах добавленной стоимости и прогноз норм добавленной стоимости при известных ценах на продукцию отраслей [7].

Введем $P = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix}$ – вектор цен, где p_i – цена 1 единицы продукции i отрасли, $i = (1, ..., n)$.

Поскольку для выпуска 1 единицы продукции первой отрасли требуется

a_{11} – продукции первой отрасли;

…………………………………..

a_{n1} – продукции n-й отрасли,

то на приобретение необходимой продукции будет потрачена сумма $a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + ... + a_{n1}p_n$.

В этом случае для выпуска первой отраслью продукции в объеме x_1 необходимы затраты

$$x_1 p_1 = x_1 \underbrace{(a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + ... + a_{n1}p_n)}_{\text{производственные расходы}} + \underbrace{V_1}_{\text{непроизводственные расходы}},$$

где V_1 – добавленная стоимость (заработная плата, налоги и т. д.)

При делении полученного уравнения на x_1, получаем затраты первой отрасли, необходимые для производства 1 единицы продукции

$$p_1 = a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + ... + a_{n1}p_n + v_1,$$

где $v_1 = \dfrac{V_1}{x_1}$ – норма добавленной стоимости (величина добавленной стоимости на 1 единицу выпускаемой продукции).

Аналогично определяются затраты других отраслей на производство 1 единицы продукции

$$p_2 = a_{12}p_1 + a_{22}p_2 + ... + a_{n2}p_n + v_2;$$

………………………………………

$$p_n = a_{1n}p_1 + a_{2n}p_2 + ... + a_{nn}p_n + v_n.$$

Полученную систему можно записать в форме матричного уравнения

$P = A^T \cdot P + V$, где

$V = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix}$ – вектор норм добавленной стоимости.

Уравнение $P = A^T \cdot P + V$ называют моделью равновесных цен, которая используется при исследовании следующих экономических процессов:

– прогноз цен на продукцию отраслей при известных нормах добавленной стоимости

$$P - A^T P = V \Rightarrow (E - A^T) \cdot P = V \Rightarrow P = (E - A^T)^{-1} \cdot V;$$

– прогноз норм добавленной стоимости при известных ценах на продукцию отраслей

$$V = P - A^T P \Rightarrow V = (E - A^T) \cdot P.$$

Чтобы применить эти две балансовые модели в процессе обучения, дабы наглядно продемонстрировать весь процесс производства, мы прибегнем к методу, появившемуся в начале XX века в Школе бизнеса Гарвардского университета. Метод получил название Кейс-стади, (от англ. Case study), основанный на разборе конкретных ситуаций путем применения на них полученных знаний [5]. Является методом активного обучения, а использование ситуаций, в некоторой степени знакомых, а от того и более понятных, позволяет учащимся не только получать знания, но в дальнейшем представлять, как они их могут применить и какие последствия могут последовать [4].

Сформулируем кейс следующим образом. Центральное конструкторское бюро автоматики (ЦКБА) получила государственный заказ на производство X авиазапчастей. Каждая деталь проходит две одинаковых стадии производства. Первая стадия осуществляется на оборудовании, которое было установлено еще при открытии завода в Советском Союзе.

Вторая же стадия изготовки проходит на металлообрабатывающих, пяти координатных станках, с числовым программным управлением, фирмы Hermle, которые будут закуплены и привезены прямиком из Германии. И вопрос будет состоять в том, сколько рублей будет заплачено за выполнение всей работы, если известно известна доля металла, стоимость станков, всех коммуникаций, известны суммы, которые отводятся на оплату труда работника предприятия. Учтем так же, что чего-то да будет стоить пищевая промышленность (на территории завода существует столовая) и не забудем мы о внутреннем и внешнем ремонте зданий, об очистке территории завода и персонале, который не только стоит у станка, но еще и занимается руководством предприятия, охраной и уборкой.

Суть кейса в том, что мы можем получить совершенно разные цифры итоговой стоимости. Эта разница варьируется в зависимости от невероятного количества факторов: от, казалось бы, ни на что не влияющего климата до экономической политики различных государств. Климатические условия, например, могут резко изменить положение дел и вещей в сельском хозяйстве, что приведет к росту стоимости товаров в столовой, а эмбарго на ввоз определенной продукции соседним государством затруднит. Каждую из отраслей, продукт которой используется при выполнении заказа в ЦКБА можно также описать при помощи модели равновесных цен и увидеть, что и она является очень сложной системой, из чего мы делаем сразу два вывода. Во-первых, глобальность модели равновесных цен неоспорима, т.к. вы можете разложить на отдельные составляющие любое производство, ровно, как и разложить на составляющие любое другое производство, которое является составляющим первого. И, во-вторых, модель равновесных цен является очень громоздкой и не до конца точной в практике, если неизвестны конечные стоимости продукции других отраслей.

Как видим, обе представленные модели позволяют описать и достаточно точно и верно рассчитать стоимость продукции, производимой предприятием. Модель проста в своем образе и невероятно глубока в применении. И данный кейс стадии это только подтвердил [6].

Однако есть и минусы. Зачастую на продукцию предприятия, помимо холодно рассчитанных показателей влияют еще и совершенно непредсказуемые факторы. Урожай в аграрной промышленности может уничтожить излишняя засушливость, разработка нефтяного месторождения может быть приостановлена по причине аварии, а приостановленная добыча стали могут помешать скорому решению возникшего военного положения с другой державой. Эти недочеты решаемы компьютерным моделированием дюжины вариаций одного и того же кейса с различными переменными, что позволяет увидеть наиболее возможный из всех результатов [9]. Но это вовсе не значит, что развитие ситуации пойдет именно по этому, наиболее вероятному. С этого ракурса модели, рассматриваемые нами в этой работе, выглядят не самым наилучшим образом [2].

Литература

1. Алексенко Н.В., Рассказова М.Н. Основы линейного программирования: учеб. пособие. М.: Изд-во Академии бюджета и казначейства МФ РФ. 2010. 177 с.
2. Алексенко Н.В., Бурмистрова Н.А., Ильина Н.И. Компьютерные технологии в обучении математике в условиях реализации ФГОС // Казанская наука. – 2013. – № 5. – С. 172– 175
3. Бурмистрова, Н.А. Математическое моделирование экономических процессов как средство формирования профессиональной компетентности будущих специалистов финансовой сферы при обучении математике: монография.– М.: Логос, 2010.– 228 с. *(Доступна электронная версия).*
4. Бурмистрова Н.А. Профессиональная направленность обучения математике как средство формирования математической компетентности будущих специалистов финансовой сферы // Сибирский педагогический журнал. – 2011. – № 4. – С. 30–38. *(Доступна электронная версия).*
5. Бурмистрова Н.А., Ильина Н.И. Использование анализа конкретных ситуаций в рамках учебной дисциплины «Математика» в экономическом вузе // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 2. – С. 83–86. *(Доступна электронная версия).*
6. Бурмистрова Н.А. Мониторинг уровня сформированности математической компетентности будущих бакалавров направления «Экономика» // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 8. – С. 28–33.
7. Бурмистрова Н.А., Ильина Н.И. Системы линейных алгебраических уравнений. Балансовые модели в экономике: учеб. пособие. – Омск: Издательский дом «Наука», 2010. – 128 с. *(Доступна электронная версия).*
8. Высшая математика для экономического бакалавриата: учебник и практикум / Н.Ш. Кремер.А., Путко, И.М. Тришин и др.; под ред. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮРАЙТ, 2012. – 909 с.

9. Мещерякова Н.А. Формирование информационной компетентности студентов экономических специальностей вузов при обучении объектно-ориентированному программированию: дис. … канд. пед. наук: 13.00.02. – Омск, 2005. – 186 с. *(Доступна электронная версия).*

Опубликовано: Бурмистрова Н.А., Урлапов П.С., Цой Н.В. Равновесные экономические модели в управлении экономикой // Молодь у світі сучасних технологіі: материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Херсон: Херсонский национальный технический университет, 2013. – С. 217–221. *(Доступна электронная версия)*