



Munich Personal RePEc Archive

# **Use of information technology in the construction of the balance of economic models Economists**

Meshcherjakova, Natalya

Financial University under the Government of the Russian  
Federation

15 April 2008

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/63471/>  
MPRA Paper No. 63471, posted 06 Apr 2015 06:22 UTC

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
ПОСТРОЕНИИ БАЛАНСОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

*Мещерякова Н.А.*

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации*

**USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION OF  
BALANCE ECONOMIC MODELS**

*N.A. Meshcherjakova*

*Financial University under the Government of the Russian Federation*

**Аннотция:** Автор рассматривает вопросы использования автоматизированных информационных технологий при построении модели В. Леонтьева. Исследует проблему эффективности применения имитационного моделирования при анализе модели многоотраслевой экономики.

**Ключевые слова:** информационные технологии, имитационное моделирование, математическое моделирование, балансовые модели

**Abstract:** The author examines the use of automated information technologies in the model of V. Leontiev. Explores the problem of the effectiveness of the simulation model in the analysis of a diversified economy.

**Key words:** information technology, simulation modeling, mathematical modeling, balance models.

Центральное место в стратегии продвижения России к информационному обществу с опорой на конкурентные преимущества инновационной экономики и информационных технологий, отводится процессу подготовки кадров [1]. В соответствии с этим преподавание дисциплин информационного цикла в вузе экономического профиля должно строиться по принципу выработки умений использования информационных технологий в будущей профессиональной деятельности [2].

Увеличивающийся объем информации в сфере экономики и финансов, требующий выработки умения комплексно применять знания различных дис-

циплин создает предпосылки к их интеграции [8]. В качестве инструмента интеграции можно использовать понятия *математической модели* и *моделирования*. Использование понятий *модели* и *метода моделирования* способствует систематичному, целенаправленному установлению интегративных связей дисциплин математики, информатики и экономической теории [4].

Моделирование в научных исследованиях стало применяться еще в глубокой древности и постепенно захватывало все новые области научных знаний: техническое конструирование, строительство и архитектуру, астрономию, физику, химию, биологию и, наконец, общественные науки. Большие успехи и признание практически во всех отраслях современной науки принес методу моделирования XX в. Проникновение математического моделирования в экономическую науку связано с преодолением значительных трудностей, главные причины которых лежат в природе экономических процессов, в специфике экономической науки [3].

Экономико-математические модели могут предназначаться для исследования различных сторон народного хозяйства (в частности, производственно-технологической, социальной, территориальной структур) и их отдельных частей. При классификации моделей по исследуемым экономическим процессам можно выделить модели народного хозяйства в целом и его подсистем – отраслей, регионов и т.д., комплексы моделей производства, потребления, формирования и распределения доходов, трудовых ресурсов, ценообразования, финансовых связей и т.д. Также математические модели, используемые в экономике, можно подразделять на классы по признакам, относящимся к особенностям моделируемого объекта, цели моделирования и используемого инструментария: модели макро- и микроэкономические, теоретические и прикладные, оптимизационные и равновесные, статические и динамические.

*Макроэкономические* модели описывают экономику как единое целое, связывая между собой укрупненные материальные и финансовые показатели: ВВП, потребление, инвестиции, занятость, процентную ставку, количество денег и другие.

*Микроэкономические* модели описывают взаимодействие структурных и функциональных составляющих экономики, либо поведение отдельной такой составляющей в рыночной среде.

Современная экономическая теория как на микро-, так и на макроуровне включает как естественный, необходимый элемент математические модели и методы. Использование математики в экономике позволяет выделить, и формализовано описать наиболее важные, существенные связи экономических переменных и объектов: изучение столь сложного объекта предполагает высокую степень абстракции.

Математические модели использовались с иллюстративными и исследовательскими целями еще Ф. Кенэ (1758 г., «Экономическая таблица»), А. Смитом (классическая макроэкономическая модель), Д. Рикардо (модель международной торговли). В XIX веке большой вклад в моделирование рыночной экономики внесла математическая школа (Л. Вальрас, О. Курно, В. Парето, Ф. Эджворт и др.). В XX веке математические методы моделирования применялись очень широко, с их использованием связаны практически все работы, удостоенные Нобелевской премии по экономике (Д. Хикс, Р. Солоу, В. Леонтьев, П. Самуэльсон и др.).

В 1936 г. американским экономистом В. Леонтьевым была разработана математическая модель, позволяющая анализировать связи между отраслями хозяйства. Такие связи, как правило, отражаются в таблицах межотраслевого баланса. Эта модель основана на алгебре матриц и использует аппарат матричного анализа.

Цель балансового анализа – ответить на вопрос, возникающий в макроэкономике и связанный с эффективностью ведения многоотраслевого хозяйства: каким должен быть объем производства каждой из  $n$  отраслей, чтобы удовлетворить все потребности в продукции этой отрасли? При этом каждая отрасль выступает, с одной стороны, как производитель продукции, а с другой – как потребитель продукции и своей, и произведенной другими отраслями. Воз-

никает довольно непростая задача расчета связи между отраслями через выпуск и потребление продукции разного вида.

При анализе экономических процессов особо важную роль играют *имитационные исследования*, главная особенность которых состоит в проведении эксперимента с их математическими моделями, причем реализация эксперимента осуществляется с использованием компьютера [10]. В случае, когда данные модели представлены в виде таблицы, есть возможность использования для эксперимента табличного процессора, например, MS Excel [9].

MS Excel – средство для работы с электронными таблицами, первая версия данного продукта была разработана фирмой Microsoft в 1985 г. Табличный процессор – удобный инструмент для экономистов, бухгалтеров, инженеров, научных работников – всех тех, кому приходится работать с большими массивами числовой информации. MS Excel используется для вычислений, организации и анализа деловых данных. Эта программа позволяют создавать таблицы, которые являются динамическими, т. е. содержат так называемые вычисляемые поля, значения которых автоматически пересчитываются по заданным формулам при изменении значений исходных данных, содержащихся в других полях. Определение значений и составление формул, связывающих значения в электронной таблице, способствует лучшему пониманию математических моделей, применяемых для описательных предметных областей. Создание электронных таблиц демонстрирует все шаги решения проблемы, показывая при этом последовательность выполнения действий, моделируя математическую логику, используемую в расчетах.

MS Excel позволяет автоматизировать выполнение однотипных операций для больших наборов исходных данных, которые характерны для задач *макроэкономики* (для американской экономики таблица многоотраслевой экономики имеет размерность 450×450). MS Excel также содержит встроенные функции для выполнения операций над матрицами.

Рассмотрим использование возможностей электронной таблицы MS Excel для решения задачи многоотраслевой экономики.

Предположим, что рассматривается  $n$  отраслей промышленности, каждая из которых производит свою продукцию. Для обеспечения производства каждая отрасль нуждается в продукции других отраслей (производственное потребление). Обычно процесс производства рассматривается за некоторый период, в ряде случаев таким периодом служит год [5].

Введем следующие обозначения:

$x_i$  – общий (валовой) объем продукции  $i$ -ой отрасли;

$x_{ij}$  – объем продукции  $i$ -ой отрасли, потребляемый  $j$ -ой отраслью в процессе производства;

$y_i$  – объем конечного продукта  $i$ -ой отрасли, предназначенный для потребления в непромышленной сфере. Сюда относятся личное потребление граждан, удовлетворение общественных потребностей, содержание государственных институтов и т.д.

Балансовый принцип связи различных отраслей промышленности состоит в том, что валовой выпуск  $i$ -ой отрасли должен быть равен сумме объемов потребления в производственной и непромышленной сферах [7]. Таким образом, балансовые отношения имеют вид:

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

Данная система уравнений называется *соотношением баланса*. Можно рассматривать *стоимостной межотраслевой баланс*, когда все величины в формуле имеют стоимостное выражение.

Введем коэффициенты прямых затрат:  $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}, (i, j = 1, 2, \dots, n)$ , показыва-

ющие затраты продукции  $i$ -ой отрасли на производство единицы продукции  $j$ -ой отрасли. Данные величины в течение длительного времени меняются очень незначительно. Таким образом, соотношение баланса примет вид:

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

Данную систему можно записать в матричном виде:

$$X = AX + Y, \tag{2}$$

$X$  — вектор валового выпуска,  $Y$  — вектор конечного продукта,

$A$  — матрица прямых затрат.

Основная задача межотраслевого баланса состоит в отыскании такого вектора валового выпуска  $X$ , который при известной матрице прямых затрат  $A$  обеспечивает заданный вектор конечного продукта  $Y$  [6].

Преобразуем (2), получим:  $(E-A)X = Y$ .

Если матрица  $(E-A)$  невырожденная, т.е.  $|E-A| \neq 0$ , то

$$X = (E-A)^{-1} Y. \tag{3}$$

Матрица  $S = (E-A)^{-1}$  называется матрицей полных затрат. Выражение (3) определяет решение поставленной задачи, т.е. отвечает на вопрос: каково значение вектора валового выпуска  $X$ ?

Модель Леонтьева можно представить в виде таблицы следующего вида:

Таблица 1

Таблица многоотраслевого баланса

Отрасли производства / Отрасли потребления	Производственное по- требление				Конечный про- дукт $Y$	Валовой продукт $X$		
	1	2	.....j	n				
1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1i}$	...	$x_{1n}$	$y_1$	$x_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2i}$	...	$x_{2n}$	$y_2$	$x_2$
·				·			·	·
·				·			·	·
·				·			·	·
i	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ii}$	...	$x_{in}$	$y_i$	$x_i$
·				·			·	·
·				·			·	·
·				·			·	·
n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{ni}$	...	$x_{nn}$	$y_n$	$x_n$

Для работы с матрицами в MS Excel используются следующие встроенные функции из категории *математические*:

- **МОПРЕД** – функция для нахождения определителя матрицы; при использовании данной функции необходимо поместить курсор в свободную ячейку и вызвать встроенную функцию, результат появится в выделенной ячейке.

- *МОБР* – функция для нахождения обратной матрицы. При использовании данной функции необходимо выделить диапазон, совпадающий по размеру с исходной матрицей; вызвать функцию, где в качестве параметра *Массив* указать исходную матрицу; нажать сочетание клавиш *Shift+Ctrl+Enter*.

- *МУМНОЖ* — функция для нахождения произведения матриц. При использовании данной функции необходимо выделить диапазон ячеек, совпадающий по размеру с вектором *X*, вызвать встроенную функцию, где в качестве параметра *Массив1* указать обратную матрицу, а в качестве параметра *Массив2* указать вектор свободных членов; далее нажать сочетание клавиш *Shift+Ctrl+Enter*.

При выполнении операций копирования формул в MS Excel адреса ячеек автоматически изменяются. Однако, возникают ситуации, когда во всех формулах необходимо ссылаться на одну и ту же ячейку. В этом случае ячейке назначают *абсолютный адрес*. Для этого нужно поставить перед номером столбца и (или) перед номером строки знак доллара «\$». Например, в адресе \$A5 при копировании вправо не будет меняться номер столбца, в адресе B\$7 при копировании вниз не будет меняться номер строки, а в адресе \$H\$5 при любом копировании не будет меняться ни имя столбца, ни номер строки.

Применение модели Леонтьева и табличного процессора MS Excel для построения балансовых экономических моделей рассмотрим на примере.

*Пример.* В таблице приведены данные об исполнении баланса за отчетный период (у.е.):

Таблица 2

Отрасль	Потребление		Конечный продукт	Валовый выпуск
	I	II		
I	7	21	72	100
II	12	15	123	150

Необходимо вычислить необходимый объем валового выпуска каждой отрасли, если конечное потребление I-ой отрасли увеличится вдвое, а II-ой сохранится на прежнем уровне.

На листе MS Excel разместим вектор  $x_i$ , матрицы  $x_{ij}$ ,  $E$ ,  $A$ , новый вектор  $Y$ , а также свободные диапазоны для матриц  $(E-A)$ ,  $(E-A)^{-1}$  и результирующего вектора  $X$ .

Рассчитаем матрицы  $A$  и  $E-A$  по формулам, представленным на рис. 1. Определитель матрицы  $|E-A| = 0,8202 \neq 0$ , так что обратная матрица и решение указанной системы уравнений существуют. Найдем его с использованием встроенных функций *МОБР* и *МУМНОЖ* (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	$X_i$ :	100	150						
3									
4	$X_{ij}$ :	7	21						
5		12	15						
6									
7	$A=$	$=B4/B\$2$	$=C4/C\$2$	$E=$	1	0	$E-A=$	$=E7-B7$	$=F7-C7$
8		$=B5/B\$2$	$=C5/C\$2$		0	1		$=E8-B8$	$=F8-C8$
9									
10							$ E-A =$	$=МОПРЕД(H7:I8)$	

Рис. 1. Формулы расчетов матриц  $A$  и  $E-A$

Таким образом, согласно рис. 2, в I-ой отрасли валовой выпуск надо увеличить до 179 у.е., а во II-ой — до 160,5 у.е.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	$X_i$ :	100	150						
3									
4	$X_{ij}$ :	7	21						
5		12	15						
6									
7	$A=$	0,07	0,14	$E=$	1	0	$E-A=$	0,93	-0,14
8		0,12	0,1		0	1		-0,12	0,9
9									
10							$ E-A =$	0,8202	
11									
12	$Y$ :	144	$(E-A)^{-1}=$	1,0973	0,1707	$X=$	179,0		
13		123		0,1463	1,1339		160,5		

Рис. 2. Решение балансовых экономических моделей

Можно выделить следующие преимущества применения имитационного моделирования 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 ком-

плексно применять знания по экономической теории, математике и информатике.

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, применение которого сыграло бы роль универсального приема в их практической работе.

### Литература

1. Бакалавр экономики. Хрестоматия. <http://lib.vvsu.ru/books/Bakalavr01/page0175.asp>
2. Бурмистрова Н.А. Математическое моделирование и всеобщая компьютеризация или имитационные модели // Информационные технологии в образовании. VIII Международная конференция-выставка: сборник трудов. – М.: Изд-во МИФИ, 1998. – С. 20–22.
3. Бурмистрова Н.А. Математическое моделирование как творческий процесс // Естественные науки и экология: межвузовский сборник научных трудов. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1998. – С. 3–5.
4. Бурмистрова Н.А. Моделирование экономических процессов как средство реализации интегративной функции курса математики // Среднее профессиональное образование. – 2002. – № 4. – С. 48–50.
5. Высшая математика для экономистов: Учебник для вызов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999 – 471 с.
6. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, ДИС, 1997.
7. Красс М.С. Математика для экономических специальностей: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 1999 – 464 с.
8. Мещерякова Н.А. Методические аспекты обучения информатике в вузах экономического профиля // Математика и информатика: наука и образование: межвузовский сборник научных трудов: Ежегодник. Вып. 3. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2003. С. 198-204.
9. Практикум по экономической информатике: Учеб. пособие: в 3-х ч. – Ч.1 / Под ред. Е.Л. Шумерова, Н.А. Тимаковой, Е.А. Мамонтовой – М.: Финансы и статистика; Перспектива, 2002. – 300 с.
10. Экономическая информатика. Учебник / Под ред. В.П. Косарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 592 с.

**Опубликовано:** Мещерякова Н.А. Использование информационных технологий в построении балансовых экономических моделей экономистов // Информационные технологии в образовании: материалы II Международной научно-практической конференции (ИТО-Черноземье – 2008) – Курск: Изд-во КГУ, 2008. – С. 125 - 131. (Доступна [электронная версия](#))