

УДК 004 (075)

Н.Ю. Карпенко, Ю.В. Левиков

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рассмотрены вопросы использования имитационного моделирования при реализации дистанционных курсов в экономическом образовании. Предложена математическая модель поведения предприятия в условиях конкуренции, которая может использоваться при реализации дистанционных курсов в системе экономического образования.

имитационное моделирование, дистанционные курсы

Введение

Отличительной особенностью развития системы образования в последние годы является устойчивая тенденция к активному использованию дистанционных технологий. Дистанционные формы

обучения активно внедряются в учебный процесс, а в отдельных случаях – приобретают черты лидирующей технологии подготовки специалистов [1, 2]. Наряду с внушительным списком преимуществ, дистанционным технологиям присущ ряд недостат-

ков. Большинство из них являются следствием специфического восприятия информации через систему электронных коммуникаций. Это и низкая избыточность материала при подаче его в электронной форме, и неоправданно жесткие ограничения по форме представления, и недостаточно разнообразные формы взаимного общения слушателей.

Большинство упомянутых недостатков можно компенсировать разнообразием форм и методов организации учебного процесса. Немаловажную роль на этом пути играет создание мультимедийных демонстраций, компьютерных тренажеров, деловых игр с последующей их интеграцией в дистанционные курсы. В основе этого подхода лежат методы имитационного моделирования. Применительно к подготовке экономистов речь идет о моделировании экономических процессов на базе современных информационных технологий. Таких моделей может быть множество. Каждая из них призвана описывать тот или иной аспект поведения субъектов и объектов экономической системы. В то же время каждая модель должна быть частным случаем некоторого обобщенного описания бизнес-процесса или обобщенной модели работы предприятия.

Обобщенная модель предприятия

Структура бизнес-процесса поведения предприятия состоит из пяти блоков (рис. 1).

Блок «Производственная система» (ПС) реализует набор производственных функций. Входом являются ресурсы и параметры производства. К ресурсам относятся: основные производственные фонды (с учетом амортизации), трудовые ресурсы (численность персонала с учетом естественного прироста). К параметрам относятся: технический уровень производства и профессиональный уровень персонала. Выходом блока является выпуск продукции в натуральном выражении. Блок ПС моделируется автоматически, параметров управления в нем не предусмотрено.

Блок «Рынок» реализует 3 типа моделей ценообразования и поведения потребителя, определяющего объема реализации: 1) фиксированные цены; 2) назначаемые производителем цены; 3) конкурентные цены, определяемые на основе спроса и

предложения. Реализация выпущенной продукции в случаях 1), 3) – полная, в случае 2) – определяется моделью поведения потребителя на основе функций полезности. Управляющим параметром служат цены P . Нереализованные остатки накапливаются и включаются в выпуск на следующем шаге моделирования. По мере реализации продукции формируется доход R .

В распределительном блоке «S» доход он распределяется на две составляющие: инвестиции I и потребление C . Управляющим параметром служит норма накопления S .

Блок «Развитие производства» (РП) моделирует стратегию развития производства за счет инвестирования средств в:

- увеличение объема производственных фондов;
- повышение технического и профессионального уровня (влияет на фондоотдачу и производительность труда);
- снижение материальных затрат.

Блок «Трудовые ресурсы» (ТР) регулирует численность работающих L с учетом их перераспределения между предприятиями. Параметры бизнес-процесса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры бизнес-процесса

K	– основные фонды (стоимость);
L	– трудовые ресурсы (численность);
ПС	– производственная система;
F	– производственная функция;
Y	– выпуск продукции, $Y = F(K,L)$;
ΔY	– нереализованные остатки;
P	– цены;
R	– доход;
S	– норма накопления;
I	– инвестиции;
P	– цены;
R	– доход;
S	– норма накопления;
C	– потребление (ФЗП+ФЭС+ФСР)

Критерием оптимальности является максимизация суммарного потребления μ_{max} .

На базе представленной схемы может быть сгенерировано множество частных моделей, отличающихся набором управляющих воздействий и условиями внешней среды. К ним относятся:

цены на выпускаемые товары P , норма накопления S , повышение технического и профессионального уровней, снижение материальных затрат, регулирование численности работающих. Способы взаимодействия партнеров

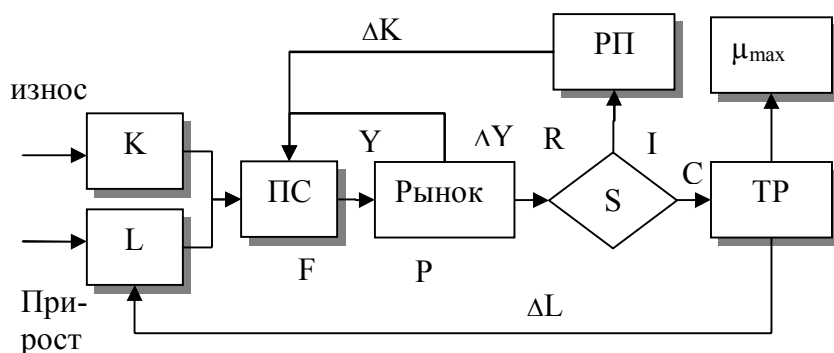


Рис. 1. Структура бизнес-процесса

регулируются тремя составляющими: конкурентное ценообразование, ограниченная реализация выпуска, обмен трудовыми ресурсами. Из многообразия частных моделей принято выделять 6 базовых компонент: «Экономический рост», «Экономическое равновесие», «Развитие производства», «Конкурентный выпуск», «Трудовые ресурсы», «Дуополия». Именно они являются неотъемлемой частью при построении дисциплин экономического цикла. Рассмотрим для примера формирование частной модели «Конкурентный выпуск».

Модель «Конкурентный выпуск»

Цель этого бизнес-процесса – объединить три составляющие: набор экономических аспектов механизма образования дохода предприятия, расширения объема выпуска и снижения себестоимости продукции. С моделью работают несколько участников. Каждый из них управляет некоторым предприятием и является конкурентом для остальных слушателей. Ему известны исходные параметры модели: оценка спроса на продукцию, ее цена, объем основных фондов предприятия, предельный объем выпуска продукции, ее себестоимость, численность работающих.

Работа с моделью представляет собой итерационный процесс. На каждом шаге участники анализируют состояние экономической ситуации и распределяют доход своего предприятия, направляя его на капитальные вложения и потребление. Капитальные вложения способствуют увеличению объема основных фондов и повышению технического уровня производства. Это означает, что они снижают себестоимость продукции. Модель на каждом шаге формирует состояние рынка, определяет спрос и текущие цены, рассчитывает доход предприятий. Эти данные она показывает участникам.

Доход предприятия зависит от объема выпуска V , себестоимости Z и уровня цен P . Цены формируются рынком в зависимости от суммарного выпуска. Для этого в модель заложена функция эластичности спроса по цене, причем предельный спрос растет с постоянным темпом. Разумеется, что цена P зависит и от суммарного объема предложения.

Цель игры – выбрать стратегию, которая максимизирует суммарное потребление предприятия за некоторый период.

Математическая модель конкурентного выпуска. Обозначим V_{it} – объем продукции в натуральном выражении, выпущенной i -м предприятием за период $t, i=1, \dots, N$ – количество предприятий, общий объем выпуска составит:

$$V_t = \sum_{i=1}^N V_{it} . \quad (1)$$

Считаем, что цена продукции линейно зависит от суммарного предложения:

$$P_t = -\frac{P^*}{G_t} V_t + P^* , \quad (2)$$

где P^* – предельная цена; G_t – предельный спрос на продукцию. Считаем, что $P = 0$ при $V_t \geq G_t$.

Рассмотрим динамику одного предприятия, опустив индекс i . Производственная функция, определяющая выпуск продукции в периоде $t (t = 1, 2, \dots, T)$ имеет вид:

$$V_t = V_0 F(K_t L_t) ,$$

где K_t – объем основных фондов; L_t – численность работающих.

В конкретной модели принято:

$$V_t = V_0 \sqrt{K_t/K_0} \sqrt{L_t/L_0} . \quad (3)$$

Объем реализации продукции V_t по цене P_t составляет величину $P_t \times V_t$, а затраты составят $Z_t \times V_t$, где Z – себестоимость единицы продукции. Следовательно, доход предприятия за период t равен:

$$V_t = V_t (P_t - Z_t) . \quad (4)$$

Величина Y_t распределяется предприятием на две составляющие:

- капитальные вложения

$$I_t = S_t^* V_t ; \quad (5)$$

- потребление

$$C_t = (1 - S_t) V_t , \quad (6)$$

где S_t – норма капитальных вложений ($0 < S_t < 1$). В свою очередь капитальные вложения направляются на физическое увеличение объема основных фондов

$$\Delta K_t = S_t^* I_t \quad (7)$$

и повышение технического уровня производства, что способствует снижению себестоимости продукции:

$$R_t = (1 - S_t^*) I_t . \quad (8)$$

Управляющий параметр подчиняется условию:

$$0 < S_t^* < 1 .$$

Величина ΔK_t увеличивает объем основных фондов:

$$K_{t+1} = K_t + \Delta K_t \quad (9)$$

и в силу (3) влияет на объем выпуска.

Средства, направляемые на повышение технического уровня производства, влияют на коэффициент технического уровня:

$$X_{t+1} = \sum_{i=1}^t R_i / K_{t+1} , \quad (10)$$

от которого зависит себестоимость продукции (в модели принято $\alpha = 1$)

$$Z_{t+1} = Z_0 e^{-\alpha X_{t+1}} . \quad (11)$$

Численность работающих и предельный спрос на продукцию растут соответственно с темпами η и β

$$L_t = L_0 e^{-\eta X_{t+1}} ; \quad (12)$$

$$G_t = G_0 e^{-\beta X_{t+1}} . \quad (13)$$

Рекомендуется выбирать $\beta > \eta$. Схема работы с моделью приведена на рис. 2.

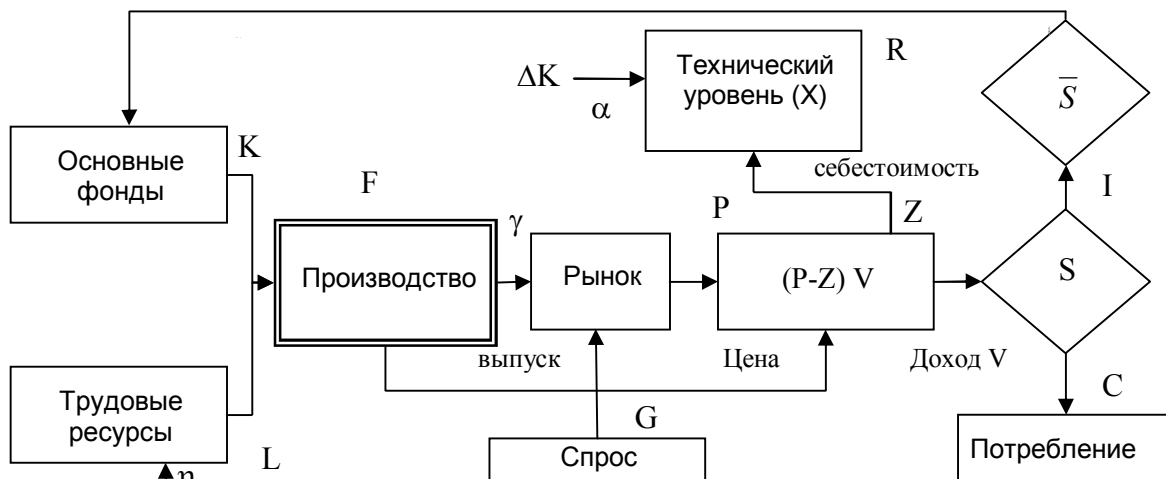


Рис. 2. Схема работы с моделью

Задача слушателя – добиться максимального суммарного потребления

$$F_i = \sum_{t=1}^T C_{it} \rightarrow \max.$$

Выбирая оптимальную стратегию, слушатель должен опираться на следующие рекомендации:

- малые значения управляющего параметра S_{it} (нормы накопления) приводит к увеличению доли потребления C_{it} , однако при этом медленно улучшаются факторы производства K_{it} и Z_{it} , при больших значениях S_{it} наблюдается противоположный эффект – снижается потребление, при $S_{it} = 100$ имеем $C_{it} = 0$;

- уменьшение S_{it}^* влечет медленный рост объема основных фондов K_t и выпуска V_t , однако при этом повышается технический уровень производства, снижается себестоимость продукции Z_t , что может компенсировать отрицательный эффект от снижения темпа роста выпуска;

- увеличение объемов выпуска вследствие быстрого роста объема основных фондов приводит к падению цены P_t ; при большом количестве предприятий, увеличивающих выпуск, это падение может быть значительным, что повлечет снижение доходов Y_{it} , поэтому необходимо учитывать поведение партнеров и экономические показатели их предприятий;

- снижение себестоимости за счет совершенствования технологии, экономии сырья и повышения технического уровня производства стабилизирует Y_{it} при колебаниях цены. Снижение себестоимости не безгранично и замедляется с ростом технического уровня производства;

- условие $\beta > \eta$ в данной модели обеспечивает возможность роста цены P при ограничении роста объемов выпуска большинством предприятий ($S_{it}^* = 0$), что увеличивает доход;

- условием, когда увеличение выпуска только одним предприятием i приводит к увеличению его дохода является равенство: $P - Z_i > g(V_i + \Delta V_i)$, где ΔV_i – прирост выпуска продукции; $g = P^* / G$ –

влияние роста выпуска на цену. При этом у j -го предприятия, не увеличивающего выпуск, доход уменьшается на величину: $\Delta V_j = g \Delta V_i V_j$.

Интересно, что при $N = 1$, максимизируя (4) с учетом (2), можно получить оптимальный объем производства: $V_{opt} = (P^* - Z) / 2g$.

Выводы

Описанная модель реализована в качестве составной части дистанционной системы, которая используется для преподавания курсов экономики и менеджмента в Харьковской национальной академии городского хозяйства.

Весь программный комплекс состоит из 354 моделей, каждая из которых сориентирована на изучение отдельных аспектов деятельности предприятия. Результаты работы моделей трансформируются в электронную таблицу Excel, что облегчает их углубленный анализ.

Применение средств моделирования в сочетании с традиционными средствами электронного обучения подтвердило их высокую эффективность.

Список литературы

1. Hans Kellerer, Ulright Pferschy et David Pisinger, *Knapsack Problems*, Springer, 2004. – 238 p.
2. Andrew Tanenbaum, *Systèmes d'exploitation*, Pearson Education France, 2003, 2^e éd.
3. David A. Peterson, Nitin Indurkha, Patterson, *Computer Organization and Design*. – Morgan Koffman. – 212 p.
4. Интриллигатор М. *Математические методы оптимизации и экономическая теория*. – М.: Прогресс, 1975. – 344 с.
5. Иванюков Ю. П., Лотов А. В. *Математические модели в экономике*. – М.: Наука, 1979. – 422 с.

Поступила в редколлегию 1.11.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.