

**ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА –
ПРЕДПРИЯТИЕ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ»**

Анализируются вопросы целесообразности математического моделирования основных параметров состояния экономических комплексов: промышленное предприятие – предприятие оптовой торговли. Обсуждается структура динамической математической модели, позволяющей описывать экономические процессы в данном производственном комплексе. На основе математических моделей для отдельных параметров состояния исследуемой системы строится динамическая математическая модель экономического комплекса промышленное предприятие – предприятие оптовой торговли.

Развитие производства в РФ в условиях рыночной экономики тесно связано с процессом ужесточения конкуренции в реализации его продукции. Сложность производственного процесса и его масштабы делают зачастую затруднительным процесс продвижения продукции на рынок и его реализацию непосредственно структурными подразделениями производственной фирмы. Становятся актуальными процессы выделения из производственной фирмы самостоятельных подразделений – предприятий оптово-розничной торговли.

При этом возникают непростые вопросы управленческого характера о порядке распределения прибыли между предприятием производителем (ПП) и торгово-закупочной фирмой (ТЗП), выработке управленческих решений, максимизирующих прибыль каждого структурного подразделения. Рациональные управленческие решения в данной сфере возможны лишь при опоре на современные экономико-математические модели, позволяющие рассматривать в динамике процессы формирования основных параметров состояния указанных экономических подсистем в зависимости от принимаемых на различных уровнях управленческих решений.

Начальные этапы практических шагов по моделированию экономики основываются на моделях детерминированного типа. В них считается, что все влияющие на процесс параметры точно заданы (известны). Этот факт не делает детерминированные модели лишеными всех «степеней выбора», поскольку в руках исследователя имеется аппарат имитационного моделирования, позволяющий рассматривать различные (в той или иной степени возможные) комбинации управляющих и внешних воздействий. К важнейшим представителям жестко детерминированных моделей следует отнести оптимизационную модель народного хозяйства, применяемую для определения наилучшего варианта экономического развития среди ряда возможных [1, 2, 3].

Иной подход к моделированию социально-экономических процессов, непосредственно отражающий стохастичеку и неопределенность в экономике основывается на математическом аппарате теории вероятностей и математической статистики, теории игр и статистических решений, теории массового обслуживания, стохастическом программировании, теории случайных процессов [4, 5, 6].

Цель данной статьи – построение математической модели, описывающей динамику изменения прибыли и запаса готовой продукции в экономическом комплексе «производственная фирма – предприятие оптовой торговли». В работе использована методика, разработанная в [7, 8] для описания сложных технических объектов системами линейных ОДУ и оказавшаяся приемлемой для описания экономических процессов. Такой подход к проблеме позволяет рассматривать процессы в динамике, прогнозировать изменение экономической ситуации во времени и оценивать влияние отдельных управленческих решений на результаты работы сложного экономического комплекса «производственная фирма – предприятие оптовой торговли» в будущем. Иными словами в работе предпринята попытка построения модели для прогнозной количественной оценки деятельности объединения двух важных экономических подсистем – производственной фирмы и предприятия оптовой торговли.

В работах [9, 10] построены динамические математические модели отдельно для поддержки систем управления ПП и ТЗП. Однако их простая интеграция не представляется возможной для достижения поставленной цели по следующим основаниям:

- представленные математические модели позволяют решать локальные задачи достижения максимумов прибыли для ПП и ТЗП;
- в представленных моделях не установлена связь между параметрами состояния исследуемых экономических подсистем.

Очевидно, что динамическая математическая модель экономической подсистемы «производственная фирма – предприятие оптовой торговли» должна включать в себя пять дифференциальных уравнения, формирующих следующие параметры состояния:

- прибыль производственной фирмы;
- запас готовой продукции на складах производственной фирмы;
- запас материалов для производства на складах производственной фирмы;
- прибыль предприятия оптовой торговли;
- запас товара на складе предприятия оптовой торговли.

Проектируемую математическую модель для исследуемой экономической системы назовем базовой. В данной (базовой) модели будем полагать, что ПП взаимодействует лишь с одним ТЗП, что несколько упрощает построение модели, несколько не снижая ее ценность. В последующем на основе базовой модели возможно описание более сложных экономических систем, взаимодействия ПП с несколькими ТЗП.

Построим линейное ОДУ, описывающее процесс изменения запаса материалов используемых в производстве. Уравнение баланса запаса материалов используемых в производстве запишется в виде:

$$M = Y_B + Y_A + S_M \quad , \quad (1)$$

где $Y_B = p \cdot B_n$ – часть прибыли ПП за рассматриваемый интервал времени (например, месяц), направляемая на пополнение запаса материалов для производства, руб.; p – доля прибыли предприятия, используемая для закупки материалов для производства, относительные единицы; $Y_A = (1-q) \cdot M$ – неиспользованная в производственном процессе часть запаса материалов, руб.; q – доля запаса материалов, использованная в производственном процессе, относительные единицы; S_M – обязательная часть запаса материалов для производства, руб.

С учетом введенных обозначений запишем (1) в виде:

$$M = p \cdot B_n + (1-q) \cdot M + S_M \quad . \quad (2)$$

Отнесем слагаемые (2) к приемлемому для нас в ОДУ временному интервалу, например, к одному дню. Для этого разделим все слагаемые (2) на n_δ – число дней в рассматриваемом интервале времени (для месяца $n_\delta = 30$). В результате (2) преобразуется к виду:

$$\frac{M}{n_\delta} = \frac{1}{n_\delta} (p \cdot B_n + (1-q) \cdot M + S_M) \quad . \quad (3)$$

Такой методический прием позволяет перейти к динамическому рассмотрению объема запаса материалов для производства за интересующий исследователя промежуток времени. Ясно, что любые изменения в правой части (3) на принятом интервале времени будут изменять и его левую часть на

величину $\frac{dM}{dt}$, увеличивая или уменьшая ее на скорость изменения функции

(3). Запись $\frac{dM}{dt}$ в левой части (3) и перенос $\frac{M}{n_\delta}$ в его правую часть приводят к искомому линейному ОДУ:

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{1}{n_\delta} q \cdot M + \frac{1}{n_\delta} (p \cdot B_n + S_M) \quad . \quad (4)$$

Аналогично запишем линейное ОДУ, описывающее процесс изменения объема готовой продукции в денежном выражении на складе ПП. Очевидно, что в процессе производства товаров создается новая стоимость. По этой причине доля материалов со склада, преобразуемая в готовую продукцию поступает на склад с производственной наценкой V . В соответствии с изложенным выше сформируем уравнение баланса денежных средств в товаре на складе за рассматриваемый интервал времени (месяц), руб:

$$A_n = q(1+V)M + (1-k)A_n + S \quad , \quad (5)$$

где V – наценка на материалы для производства, связанная с их преобразованием в готовую продукцию и доставкой на склад, относительные единицы;

k – доля товара из имеющегося на складе за рассматриваемый интервал времени (месяц), переданная для реализации ТЗП, относительные единицы; S – стоимость постоянной части товара на складе, руб. Разделим слагаемые в (5) на число дней в рассматриваемом интервале времени и перенесем A_n в правую часть уравнения. В результате получим линейное ОДУ, описывающее скорость изменения денежных оборотных средств в готовой продукции:

$$\frac{dA_n}{dt} = \frac{1}{n_o} [(1+V) \cdot q \cdot M - k \cdot A_n + S] \quad (6)$$

Запишем уравнение баланса прибыли ПП в виде:

$$B_n = W - C_n - N, \quad (7)$$

где $W = k(1+a) \cdot A_n$ – выручка от реализации продукции за рассматриваемый интервал времени, например, месяц, руб., представляющая собой плату ТЗП за полученную на реализацию от ПП продукцию; $C_n = (1-k)z_x A_n + (1-q)z_{x1} M + Z_{к.у.}$ – полная себестоимость хранения запаса материалов и товара на складах за рассматриваемый период времени, руб.; z_x – переменная часть в доле затрат на хранение готовой продукции на складе в его себестоимости, относительные единицы; z_{x1} – переменная часть в доле затрат на хранение материалов для производства на складе в его себестоимости, относительные единицы; $Z_{к.у.}$ – коммерческие и управленческие расходы, связанные с оплатой административно-управленческого персонала за рассматриваемый период времени, руб; $N = d_n \cdot B_n$ – налог на прибыль ПП, руб; d_n – ставка налога на прибыль, относительные единицы.

С учетом введенных обозначений запишем (7) в виде:

$$B_n = k(1+a) \cdot A_n - (1-k)z_x A_n - (1-q)z_{x1} M - Z_{к.у.} - d_n \cdot B_n \quad (8)$$

Отнесем слагаемые в (8) к приемлемому для нас в ОДУ временному интервалу, например, к одному дню. Для этого разделим все слагаемые в (8) на число дней в рассматриваемом интервале времени. В результате получим:

$$\frac{B_n}{n_o} = \frac{1}{n_o} [k(1+a) - (1-k)z_x] A_n - (1-q)z_{x1} M - Z_{к.у.} - d_n \cdot B_n \quad (9)$$

Такой методический прием позволяет перейти к динамическому рассмотрению объема прибыли за интересующий исследователя промежуток времени. Ясно, что любые изменения в правой части (9) на принятом интер-

вале времени будут изменять и его левую часть на величину $\frac{dB_n}{dt}$, увеличивая или уменьшая ее на скорость изменения функции (9). Запись $\frac{dB_n}{dt}$ в левой части (9) и перенос $\frac{B_n}{n_o}$ в его правую часть приводят к искомому линейному ОДУ:

$$\frac{dB_n}{dt} = -\frac{(1+d_n)}{n_\partial} B_n + \frac{1}{n_\partial} [k(1+a) - (1-k)z_x] A_n - \frac{1}{n_\partial} (1-q)z_{x1} M - \frac{1}{n_\partial} Z_{к.у.} \quad (10)$$

Запишем уравнение баланса прибыли ТЗП в виде:

$$B = W_1 - C_{n1} - W - H_n, \quad (11)$$

где $W_1 = k_1(1+g)A$ – выручка от реализации продукции за рассматриваемый интервал времени, например, месяц, руб; k_1 – доля реализованного за рассматриваемый интервал времени (месяц) товара из имеющегося на складе ТЗП, относительные единицы; g – торговая наценка ТЗП на товар, относительные единицы; A – стоимость хранящегося на складе ТЗП за рассматриваемый интервал времени (месяц) товара, руб; $C_{n1} = (1-k_1)z_{x2}A + Z_{к.у.1}$ – полная себестоимость хранения товара на складе ТЗП за рассматриваемый период времени, руб; z_{x2} – переменная часть в доле затрат на хранение товара на складе ТЗП в его себестоимости, относительные единицы; $Z_{к.у.1}$ – коммерческие и управленческие расходы, связанные с приобретением товара и оплатой административно-управленческого персонала ТЗП за рассматриваемый период времени, руб; W – оплата за продукцию, поставленную на реализацию ТЗП, равная выручке ПП; $H_n = d \cdot B$ – налог на прибыль ТЗП, руб; d – ставка налога на прибыль ТЗП, относительные единицы.

С учетом введенных обозначений запишем (11) в виде:

$$B = k_1(1+g)A - (1-k_1)z_{x2}A - Z_{к.у.1} - k(1+a)A_n - d \cdot B. \quad (12)$$

Отнесем все слагаемые (12) к приемлемому для нас в ОДУ временному интервалу, например, к одному дню. Для этого разделим все слагаемые (12) на n_∂ – число дней в рассматриваемом интервале времени. В результате (12) преобразуется к виду:

$$\frac{B}{n_\partial} = \frac{1}{n_\partial} [k_1(1+g) - (1-k_1)z_{x2}] A - \frac{Z_{к.у.1}}{n_\partial} - k(1+a)A_n - d \cdot B \quad (13)$$

Такой методический прием позволяет перейти к динамическому рассмотрению объема прибыли за интересующий исследователя промежуток времени. Ясно, что любые изменения в правой части (13) на принятом интер-

вале времени будут изменять и его левую часть на величину $\frac{dB}{dt}$, увеличивая

или уменьшая ее на скорость изменения функции (13). Запись $\frac{dB}{dt}$ в левой

части (13) и перенос $\frac{B}{n_\partial}$ в его правую часть приводят к искомому линейному ОДУ:

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{1}{n_\partial} (1+d)B + \frac{1}{n_\partial} [k_1(1+g) - (1-k_1)z_{x2}] A - \frac{1}{n_\partial} k(1+a)A_n - \frac{Z_{к.у.1}}{n_\partial}. \quad (14)$$

Аналогично запишем линейное ОДУ, описывающее процесс изменения объема товара в денежном выражении на предприятии оптовой торговли. В

соответствии с изложенным выше сформируем уравнение баланса денежных средств ТЗП в товаре (оборотный капитал):

$$A = B + (1 - k_1)A + k(1 + a)A_n + S_n, \quad (15)$$

где S_n – стоимость постоянной части товара на складе, руб. Отнесем слагаемые (15) к числу дней в рассматриваемом интервале времени и перенесем A в правую часть. В результате получим линейное ОДУ, описывающее скорость изменения денежных оборотных средств ТЗП в товаре:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{n_0} [B - k_1 A + k(1 + a)A_n + S_n] \quad (16)$$

Упорядочим переменные в уравнениях (4), (6), (10), (14) и (16) и объединим их в искомую систему:

$$\begin{cases} \frac{dM}{dt} = \frac{1}{n_0} qM - \frac{1}{n_0} pB_n & +S_M \\ \frac{dA_n}{dt} = \frac{1}{n_0} (1+d)qM - kA_n & +S \\ \frac{dB_n}{dt} = \frac{1}{n_0} (1-q)z_{x1}M - \frac{(1+d_n)}{n_0} B_n + \frac{1}{n_0} [k(1+a) - (1-k)z_{x1}]A_n & -\frac{1}{n_0} Z_{кз.} \\ \frac{dB}{dt} = \frac{1}{n_0} k(1+a)A_n - \frac{1}{n_0} (1+d)B + \frac{1}{n_0} [k_1(1+g) - (1-k_1)z_{x2}]A & -\frac{1}{n_0} Z_{кз.1} \\ \frac{dA}{dt} = \frac{1}{n_0} k(1+a)A_n + \frac{1}{n_0} B - \frac{1}{n_0} k_1 A & +\frac{1}{n_0} S_n \end{cases} \quad (17)$$

с начальными условиями:

$$M(0) = M_0, \quad B_n(0) = B_{n.0}, \quad A_n(0) = A_{n.0}, \quad B(0) = B_0; \quad A(0) = A_0, \quad (18)$$

где M_0 , $B_{n.0}$, $A_{n.0}$, B_0 и A_0 – материалы для производства, прибыль ПП, готовая продукция ПП, прибыль ТЗП и продукция на складе ТЗП в начальный момент времени.

Построенная математическая модель является базовой для исследования и оптимизации управления сложным экономическим объединением – «производственная фирма – предприятие оптовой торговли». Принципы заложенные в построение данной модели позволят в дальнейшем стоять математические модели более сложных объединений субъектов экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аганбегян А.Г., Гранберг А.Г. Экономико-математический анализ межотраслевого баланса СССР. – М., «Мысль», 1968. – 412 с.
2. Баскин А., Зенкова Г. Материальные запасы. // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 1997. – №3-4. – С. 56-61.
3. Браверман Э.М. Математические модели планирования и управления в экономических системах. – М.: Наука, 1976. – 366 с.
4. Арженовский С.В. Оптимизация экономической динамики фирмы на основе системы математических моделей: Автореф. канд. дисс.: – Ростов-на-Дону, 1997 – 23 с.

5. Баркалов С. А., Курочка П. Н., Семенов П.И. Модель динамической производственной системы со связанными ограничениями. Теория активных систем / Труды международной научно-практической конференции. (17-19 ноября 2003 г., Москва, Россия). Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. Том 2. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 161 с.
6. Беллман Р., Гликсберг И., Гросс О. Некоторые вопросы математической теории процессов управления. – М.: ИЛ, 1962. –336 с.
7. Сидельников В.И. Математическое моделирование систем централизованного теплоснабжения. Монография. – Ростов-на-Дону, СКНЦ ВШ, 2003. – 202 с.
8. Сидельников В.И., Мирская С.Ю. Математическое моделирование автономных систем теплового снабжения. Монография. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2004. – 167 с.
9. Мирская С.Ю., Сидельников М.В. Построение динамической математической модели производственного предприятия //Изв. ТРТУ. Тематический выпуск «Системный анализ в экономике и управлении», 2006. – № 17. – с. 342-346.
10. Сидельников В.И., Мирская С.Ю., Хбликян А.К. Динамическая модель управления предприятием оптовой торговли//Научная мысль Кавказа. Северо-Кавказский научный центр высшей школы, 2006. – Приложение № 13.