

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Апатова Н. В., доктор педагогических наук, профессор

Федоров В. К., ассистент

Для оценки эффективности экономического решения можно использовать один из трех способов:

- провести эксперимент с реальной экономической системой;
- анализировать данные прошлых лет и пытаться сделать выводы о воздействии на имеющиеся результаты тех или иных управляющих воздействий;
- построить модель экономической системы и оценить параметры модели.

Эксперименты с реальной экономической системой проводились на протяжении последних восьмидесяти лет и привели к плачевным результатам. Анализ данных прошлых лет позволяет выявить воздействия отдельных причин, но делает прогноз на их основе маловероятным, т.к. экономическая ситуация постоянно меняется. Наиболее безопасным с точки зрения социально-экономических последствий является третий способ – математического моделирования.

Рассматривая исследования последних 2-3 лет в области математического моделирования экономических систем можно сделать вывод о смещении применяемых методов моделирования в область компьютерной имитации. Несмотря на то, что в ряде работ [2, 3, 6] еще продолжают применять наиболее популярные в эпоху плановой экономики методы оптимизации, позволяющие максимизировать или минимизировать некоторые показатели, все большую область применения находят регрессионные и имитационные модели, характерные для описания экономических процессов в условиях рыночной экономики [1, 4].

«Имитационные системы – это прежде всего совокупность математических моделей, с большой полнотой описывающих (имитирующих) изучаемый процесс, это группа экспертов, которые задают машине вопросы, вводя в нее определенную информацию, формулируют варианты решений и, наконец, оценивают их результаты, это разнообразные вспомогательные системы математических программ, которые обеспечивают простоту общения человека и машины» – так определил компьютерную имитацию академик Н.Н.Моисеев [5, с. 4].

Имитация – это компьютерный эксперимент с математическими моделями, описывающих поведение сложных систем в течение продолжительных периодов времени. Как правило, он применяется в том случае, когда аналитические методы либо отсутствуют, либо уровень сложности построенных уравнений делает их практически неразрешимыми. Имитация позволяет исследовать

поведение модели как в конкретный момент времени, так и в течение продолжительных периодов. В первом случае имитацию называют статической, во втором – динамической. Большинство имитационных моделей содержат случайные величины, которыми можно либо управлять в малой степени, либо вообще не управлять

Анализ экономической системы АПК позволил выделить следующие эндогенные переменные, характеризующие как экономику в целом, так и ее территориально-отраслевые составляющие:

- бюджетообразование;
- конкурентоспособность продукции;
- показатель структурных изменений;
- уровень социального обеспечения;
- экологическая ситуация.

Каждая из перечисленных переменных может служить компонентой макромоделей как микроэкономическая модель. Оценка экономической эффективности может быть произведена как по территориальному (зональному) признаку, так и по отраслевому.

В связи с недостаточностью или отсутствием данных для территориально-отраслевых моделей, были выбраны два подхода к разработке имитационных моделей: построение макроэкономической модели формирования республиканского дохода и использование многофакторного регрессионного анализа для оценки конкурентоспособности продукции.

Рассмотрим задачу долгосрочного прогнозирования развития экономики АПК. Наиболее важными переменными задачи являются:

- республиканский доход;
- доход на душу населения в республике;
- потребление на душу населения.

На республиканский доход воздействует также количество ресурсов и эффективность их использования. Даже если ограничиться двумя видами ресурсов – основными фондами и трудовыми ресурсами, то для того, чтобы оценить количество этих ресурсов, надо иметь демографическую модель, описывающую количество и структуру населения полуострова, а также модель расширенного воспроизводства основных фондов.

Республиканский доход Y зависит от количества трудовых ресурсов L , основных фондов K и научно-технического прогресса A , причем он увеличивается при росте этих величин.

Республиканский доход распределяется между капиталовложениями, доля которых равна s_1 и затратами на создание и внедрение новых технологий, доля которых равна s_2 , а также потреблением, доля которого равна $1 - s_1 - s_2$. Увеличение s_1 приводит к росту капиталовложений и уменьшению

потребления (в краткосрочном аспекте), что и отражено соответствующими знаками «+» или «-» у стрелок.

Переменные s_1 и s_2 – переменные управления модели. Экзогенными переменными являются численность населения, доля трудящегося населения и объем основных фондов, эндогенными – республиканский доход, потребление, потребление на душу населения. Стохастическая переменная вводится для получения прироста населения. Ее параметр, регулирующий распределение случайной величины, получен эмпирическим путем из сопоставления результатов компьютерного эксперимента с фактическими данными предыдущих лет, являющихся ориентирами при выборе параметров модели. К параметрам также относится показатель степени в производственной функции Кобба-Дугласа. Функция связывает основные фонды с количеством выпускаемой продукции (в данном случае, с величиной республиканского дохода) и показывает заменяемость труда (числа трудящихся) и фондов. Приближение результатов моделирования к реальным данным прошлых лет произошло при $a > 0.5$. Темпы научно-технического прогресса были рассчитаны как отношение числа ученых к общей численности населения.

В модели используются следующие обозначения (t – текущий год, $t-1$ – предшествующий): $K(t)$ – объем основных фондов; $I(t)$ – капиталовложения; $Y(t)$ – республиканский доход; $A(t)$ – темпы научно-технического прогресса; $V(t)$ – затраты на новые технологии; $L(t)$ – число трудящихся; $c(t)$ – потребление на душу населения; $C(t)$ – потребление; $N(t)$ – численность населения; $d(t)$ – доля трудящихся в населении.

Из концептуальной диаграммы модели экономики следуют соотношения:

$$Y(t) = I(t) + V(t) + C(t)$$

$$K(t) = K(t-1) + I(t)$$

Следующие связи следуют из определений:

$$I(t) = s_1(t) * Y(t)$$

$$V(t) = s_2(t) * Y(t)$$

$$c(t) = C(t) / N(t)$$

$$L(t) = d(t) * N(t)$$

В модели используется гипотеза, что республиканский доход связан с количеством основных фондов и трудовыми ресурсами соотношением, являющимся производственной функцией, которая в качестве независимой (экзогенной) величины включает темпы научно-технического прогресса:

$$Y(t) = A(t) * K^a(t) * L^{1-a}(t)$$

Внешние воздействия на модель прогнозирования – это переменные управления $s_1(t)$, $s_2(t)$, численность населения $N(t)$ и доля трудящихся $d(t)$.

В модели имеется предположение, что численность населения является функцией времени и имеет вид:

$$N(t) = N_0 * e^{mt}$$

а доля трудящихся остается постоянной:

$$d(t) = d_0$$

Введем ограничения на управляющие воздействия:

$$s_1(t) + s_2(t) \leq 1$$

$$s_1(t) \geq 0$$

$$s_2(t) \geq 0$$

Область возможных значений управляющих воздействий практически может быть еще уже, т.е. их сумма строго меньше 1 (т.к. равенство суммы единице означает, что потребление населения будет равно нулю).

Таким образом, модель долгосрочного прогнозирования имеет вид:

$$Y(t) = A(t) * K^a(t) * L^{1-a}(t)$$

$$I(t) = s_1(t) * Y(t)$$

$$V(t) = s_2(t) * Y(t)$$

$$C(t) = Y(t) - I(t) - V(t)$$

$$K(t+1) = K(t) + I(t)$$

$$A(t+1) = A(t) + \delta(A(t), V(t))$$

$$L(t) = d_0 * N(t)$$

$$N(t) = N_0 * e^{mt}$$

$$K(0) = K_0$$

$$A(0) = A_0$$

$$s_1(t) + s_2(t) \leq 1; s_1(t) \geq 0; s_2(t) \geq 0$$

Функция $\delta(A(t), V(t))$ определяется на основе экспертных оценок.

Наиболее достоверными результатами имитации будем считать те, которые совпадают по нескольким показателям с реальными данными: во-первых, с количеством населения, полученным с использованием случайной величины. Параметр m подбирался таким образом, чтобы, прежде всего, получить реальное количество населения (с достаточной степенью точности). Путем подбора он был установлен как 0,0001. Во-вторых, реальный доход 1996 года примерно равен доходу, рассчитанному по модели, и, в третьих, расчетная величина потребления, хотя и сильно варьируется в зависимости от долей капиталовложений и затрат на новые технологии, должна не сильно отличаться от реальной.

Функция Кобба-Дугласа показывающая заменяемость труда и фондов (производственная функция) по результатам моделирования принимает значения, близкие к реальным показателям при параметре $a > 0,5$. Данные, лучшим образом приближенные к реальным, получены при коэффициенте производственной функции $a = 0,8$. При данном значении потребление на душу населения варьируется от 128,5 до 15,3 долларов.

Наиболее важными результатами расчетов являются доход и потребление на душу населения в республике. На республиканский доход воздействует также количество ресурсов и эффективность их использования. Даже если ограничиться двумя видами ресурсов – основными фондами и трудовыми ресурсами, то для того, чтобы оценить количество этих ресурсов, надо иметь демографическую модель, описывающую количество и структуру населения полуострова, а также модель расширенного воспроизводства основных фондов.

Результаты компьютерного эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

- на величину республиканского дохода основное влияние оказывает величина основных фондов, т.е. она более существенна для экономики, чем количество работников в регионе;
- наибольшее значение потребления на душу населения в 128,5 \$ получено при долях затрат на новые технологии и капиталовложения по 0,1;
- существуют большие внутренние резервы как для увеличения капиталовложений и затрат на новые технологии за счет внутренних, республиканских, средств, так и роста реального потребления населения при этих затратах;
- прогноз на 1997 дает некоторое падение республиканского дохода относительно 1996 года (на 5%) и соответственно снижение потребления также на 5%.

Литература.

1. Афанасьев К.М. Экономико-математическое моделирование экспортного потенциала предприятия. Дисс.на соиск. Уч. Ст. Канд. Эконом. Наук. Киевский государственный экономический университет. Киев, 1996. – 24 с.
2. Витлинский В.В. Оценка, моделирование и оптимизация управления экономическим риском. Дисс.на соиск. Уч. Ст. доктора Эконом. Наук. Киев: Киевский государственный экономический университет, 1996. – 47 с.
3. Кузубов Н.В. Методология моделирования региональных АПК: вариантность, унификация, модульность. Дисс.на соиск. Уч. Ст. доктора эконом. Наук. Институт экономики НАН Украины. – Киев, 1996. – 37 с.

4. Лебеда Г.Б. Комплекс экономико-математических моделей прогнозирования развития производственной сферы Украины в переходный период. Дисс.на соиск. Уч. Ст. Канд. Эконом. Наук. Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины. – Киев, 1995. -16 с.
5. Моисеев Н.Н. Математические модели экономической науки. – М.: Знание, 1973. – 64 с.
6. Пантелеенко В.М. Моделирование управляемости крупного промышленного комплекса. Дисс.на соиск. Уч. Ст. Канд. Эконом. Наук. Донецкий государственный университет. – Донецк, 1997. -26 с. Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины. – Киев, 1995. - 16 с.