

О. В. Кожевина

Исследование развития регионального АПК с использованием аппарата эволюционного моделирования

O. V. Kozhevina

Researching the Development of Regional Agrarian Industrial Complex by the Evolutionary Modeling

Исследуются вопросы использования нелинейных моделей и техники эволюционного синтеза для прогнозирования развития предприятий АПК. Прогнозирование в АПК заключается в научном обосновании долгосрочных и системы стратегических, тактических и оперативных мер. Выделены особенности эволюционного моделирования и на основе подхода Нельсона-Винтера предложена микроэкономическая модель развития предприятий АПК.

Ключевые слова: нелинейное моделирование, эволюционный синтез, аграрно-промышленный комплекс, развитие предприятий.

В последнее время проявляется значительный интерес к разработке нелинейных математических моделей в экономике на основе аппарата эволюционного моделирования. Однако широкое практическое использование подобного вида моделирования в практике затруднено [1].

Техника эволюционного синтеза может использоваться для обоснования решений предприятиями АПК по правилам игры и своей деятельности на выбранном рынке в зависимости от условий, в которых функционируют предприятия АПК, и исследовать, каким образом сложившаяся обстановка (конкуренция, государственное регулирование, инфраструктура и т. д.) влияет на их дальнейшую деятельность на больших временных интервалах.

К настоящему времени сформировались наиболее крупные школы нелинейной динамики в США — Центр аналитических исследований в экономических и социальных науках (Филадельфия), Институт Санта-Фе (Вашингтон) и Австрии — Международный институт практического системного анализа (Люксембург). Они являются представителями неоклассического направления в экономической науке и занимаются системным анализом технологической и экономической динамики на основе эволюционного моделирования, непосредственно связанного с синергетическим подходом [2–6]. В России исследованиями экономической эволюции и экономической генетики занимается школа В. Маевского при Институте экономики РАН [7]. Некоторые подходы к моделированию экономических явлений и процессов представлены также в работах [7–10].

The article is devoted to the application of non-linear models and techniques of evolutionary synthesis for forecasting the development of enterprises of agro-industrial complex. Forecasting in the agro-industrial complex is the scientific basis of long-term, strategic, tactical and operational measures. In this regard, the author allocates particular features of evolutionary modeling based on Nelson-Winter method and proposes micro-economic model of developing enterprises of agrarian and industrial complex.

Key words: non-linear modeling, evolutionary synthesis, agrarian and industrial complex, development of the enterprises.

Целесообразность построения универсальной модели эволюционного развития предприятий и отраслей АПК обусловлена постановкой следующей задачи: вскрыть и обосновать влияние технико-технологического оснащения и рыночной инфраструктуры АПК на организационное поведение участников рынка, их вероятность относительно устойчивого функционирования.

В данной работе построение эволюционной модели для решения этой задачи проведено на базе моделей Нельсона-Винтера (N&W). Основная идея моделей N&W состоит в том, что описание экономического развития естественно переходит в развитие марковского процесса. В некоторой точке времени t состояние какого-либо эволюционного процесса по отрасли описано как запас капитала и поведенческие правила каждого предприятия АПК. Это состояние используется для определения краткосрочного поведения отрасли, а также нового запаса капитала и новых поведенческих правил каждого предприятия АПК во время $(t + 1)$. Оно характеризует изменение в поведенческих правилах, которое придает процессу развития характер стохастического марковского процесса. Когда данный процесс преобразования состояния определен, то относительно легко можно перевести его в вычислительную модель. С другой стороны, формат моделирования предполагает конструктивную дисциплину в описании динамических систем, т. е. программа должна содержать полное описание того процесса, при котором состояние системы во время $(t + 1)$ зависит от состояния во время t и от экзогенных факторов.

Обозначенная стратегия моделирования может быть сформулирована следующим способом:

1) выявить минимальные характеристики окружающей среды, включая вход и выход состояния производственной системы АПК, а также пространственное множество альтернатив;

2) определить состояние отрасли во время t в виде списка относительно устойчивых предприятий АПК, которые включают физические и информационные характеристики, а также поведенческие правила;

3) вычислить на основе информации по п. 1 и 2 динамику предприятий отрасли в периоде t и переменные состояния результирующей, которые определяют производственную систему АПК в начале периода $(t + 1)$;

4) дать подобные вычисления для ряда периодов и изучить развитие применения различных правил игры.

Модель можно описать следующим образом. Предположим, что отрасль, состоящая из n предприятий АПК, производит однородный продукт при помощи однородного капитала с производительностью, определяемой выбранной технологией. Для описания состояния системы между периодами введем векторы: $K_t \equiv (K_{1t}, \dots, K_{it}, \dots, K_{nt})$; $A_t \equiv (A_{1t}, \dots, A_{it}, \dots, A_{nt})$, где K_{it} — капитал предприятия i во время t ; n — фиксированное число предприятий АПК в отрасли; A_{it} — производительность предприятия i во время t .

Схема моделирования представлена следующей таблицей.

№	Формулы	Пояснения
1	$Q_{it} = A_{it} K_{it}$	Рассчитывается суммарный выход продукции (поставки на рынок) предприятия АПК (Q_{it})
2	$Q_t = \sum Q_{it}$	Определяется полная производительность отрасли как суммарный выход продукции всех предприятий
3	$P_t = D(Q_t)$,	Все продажи со склада производятся по ценам $D(Q)$, обусловленным спросом в зависимости от выпуска продукции Q_t по отрасли в целом
4	$S_{it} = P_t Q_{it}$	Находятся продажи каждого предприятия АПК (S_{it})
5	$C_{it} = c K_{it}$	Определяются совокупные затраты предприятия (C_{it})
6	$R_{it}^n = r^n K_{it}$	Вычисляются затраты на проведение исследований и внедрение различных видов инноваций (R_{it}^n)
7	$R_{it}^m = r^m K_{it}$	Вычисляются затраты на имитацию (R_{it}^m) (например, соблюдение агротехнологий)
8	$Z_{it} = S_{it} - (C_{it} + R_{it}^m + R_{it}^n)$	Определяется доход (прибыль) предприятия (Z_{it})
<p>Далее оценивается изменение производительности предприятия АПК через инновации и имитации. Вначале изучается новшество. Творческое усилие исследования определяет вероятность обнаружения новшества (9), в то время как комплексная вероятностная функция показывает, будет ли исследование успешным в периоде t (10). Результат успешного исследования вычисляется на основе выборки от распределения технологических возможностей предприятия АПК (11).</p>		
9	$Y_{it}^n = d^n R_{it}^n$	Оценивается вероятность получения выигрыша (Y_{it}^n) при инновации (R_{it}^n) на единицу затрат (d^n) за исследования
10	$\Theta_{it}^n = \Theta^n(Y_{it}^n)$	Если выбрана истинная стратегия развития (θ_{it}^n), то это указывает на успех инновации (прибыль), а если ложная — то на ее неуспех (отсутствие прибыли). Здесь $\Theta^n(Y_{it}^n)$ — вероятностная функция, которая определяет выбор инновационной стратегии развития во время t
11	$\text{if } \Theta_{it}^n = \text{true } A_{it}^n \text{ else } A_{it}^n = A_{it}$	Через выборку оценивается эффективность инновации (A_{it}^n)
<p>Далее рассматривается подражательное исследование, чей успех или отказ определен подобным способом, как описанный выше в случае выбора новшества (12), (13). Однако результат успешной имитации более простой: он подразумевает доступность отрасли к лучшей технологии (14). Наконец, предприятие АПК выбирает наиболее привлекательную стратегию между существующими технологиями и новыми возможностями: $\max [A_{it}, A_{it}^m, A_{it}^n]$ (15).</p>		
12	$Y_{it}^m = d^m R_{it}^m$	Рассматривается вероятность получения выигрыша (Y_{it}^m) при имитации (R_{it}^m) на единицу затрат (d^m)
13	$\Theta_{it}^m = \Theta^m(Y_{it}^m)$	Если выбрана стратегия развития (θ_{it}^m), то это свидетельствует об успехе имитации (наличии прибыли), а если ложная — то о ее неуспехе. Здесь $\Theta^m(Y_{it}^m)$ — вероятностная функция, которая определяет выбор имитационной стратегии развития во время t
14	$\text{if } \Theta_{it}^m = \text{then } A_{it}^m \text{ else } A_{it}^m = \max [A_{it}, A_{it}^n]$	Через выборку оценивается эффективность имитации

15	$A_{i,t+1} = \max [A_{it}^m, A_{it}^n]$	Рассчитывается достигнутая производительность предприятия АПК в зависимости от выбора стратегии
На третьем этапе исследуем изменение в материальном (физическом) капитале . Последовательность вычислений изменения в материальном капитале: финансовое ограничение (17) рассчитано на основании рентабельности предприятия АПК (16). Предполагаемые инвестиции (20) зависят от доли рынка предприятия АПК (18) и индекса цены предприятия (19). Фактическая инвестиция подразумевает сдерживаемое выполнение ожиданий (21).		
16	$\pi_{it} = Z_{it}/K_{it}$	Определяется доход предприятия АПК на единицу капитала (π_{it})
17	$I_{it}^{max} = G(\pi_{it}, b) \cdot K_{it}$	Оценивается максимальный объем инвестиций (I_{it}^{max}). Здесь $G(\pi_{it}, b)$ — функция, которая характеризует максимальную инвестицию на единицу капитала; b — отношение внешнего финансирования к экономической прибыли предприятия
18	$\mu_{it} = Q_{it}/Q_t$	Определяется доля рынка (μ_{it}), занимаемая предприятием
19	$P_{it} = P_t c/A_{it+1}$	Вычисляется влияние индекса цена/затраты
20	$I_{it}^{des} = H(\rho_{it}, \mu_{it}, \delta) \cdot K_{it}$	Находится ожидаемый объем инвестиций (I_{it}^{des}). Здесь $H(\rho_{it}, \mu_{it}, \delta)$ — функция, определяющая желаемые инвестиции в единицу капитала предприятия
21	$I_{it} = \max [0, \min [I_{it}^{des}, I_{it}^{max}]]$	Рассчитывается реальный объем инвестиций (I_{it}). Здесь $\max [...]$ и $\min [...]$ — максимальный и минимальный объемы инвестиций по вариантам развития
22	$K_{i,t+1} = I_{it} + (1-\delta) K_{it}$	Находится результирующий капитал предприятия АПК

Предложенная математическая модель реализована в среде MS Excel для группы предприятий АПК Алтайского края. Учитывая стохастический характер аграрной экономики и ее зависимость от природно-климатического фактора, нами учтены ограничения «по природе». По модели предприятиям задано на каждый момент времени указанное ограничение и исследовалось изменение переменной A_t . Как показали результаты эволюционного моделирования,

ограничение «по природе» не оказало существенного влияния на характеристику рынка и состояние предприятий АПК. Это объясняется тем, что снижение производительности приводит к снижению предложения продукции, что в свою очередь влечет к эластичному росту цены на рынке, чем обеспечивается получение определенной доходности и недопущение чрезмерного ухудшения положения предприятий.

Библиографический список

1. Кожевина О. В. Воздействие неравновесности экономики на стабилизацию развития АПК: монография. — Барнаул, 2003.
2. Chiaromonte F., Dosi G. Heterogeneity, competition and macroeconomic dynamics. — Philadelphia, 1995.
3. Winter S. Interpreting Economic Change: Evolution, Structures and Games. — Philadelphia, 2000.
4. Silverberg G., Dosi G., Orsenigo L. Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model // Economic Journal. — 1998.
5. Dosi G., Fagiolo G., Roventini A. An Evolutionary Model of Endogenous Business Cycles, Computational Economics, 27:1. — 2006.
6. Dosi G., Nelson R.R. Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes, In B.H. Hall and N. Rosenberg: Handbook of the Economics of Innovation. — Burlington, 2010. — Vol. I.
7. Маевский В. Э. Экономическая эволюция и экономическая генетика // Вопросы экономики. — 1991. — № 5.
8. Понькина Е. В., Боговиз А. В. Моделирование механизма государственной поддержки сельскохозяйственного производства // Ползуновский вестник. — Барнаул, 2006. — № 1.
9. Оскорбин Н. М., Дубина И. Н. Моделирование поведения субъектов инновационной деятельности при различных схемах стимулирования // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Социально-экономические науки. — 2010. — Т. 10, вып. 4.
10. Оскорбин Н. М. Математические модели систем с латентными переменными // Известия АлтГУ. — 2012. — № 1/2 (73).