

УДК 519.87:332.3

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

© В.В. Хлебников

*Ключевые слова:* имитационное моделирование; методы оптимизации; прогнозирование; системный анализ; задачи управления.

Рассматриваются подходы к моделированию муниципальных образований, которые могут быть использованы для поддержки принятия решений на различных уровнях регионального управления. Декомпозиция модели по отдельным компонентам и экономическим агентам позволяет применять ее также в задачах управления муниципального и районного уровня.

В современных условиях постоянно возрастающая сложность социально-экономических систем вызывает трудность в управлении. Это обусловлено наличием непредсказуемых обратных связей, большим числом параметров, случайными факторами, а также ограниченностью во времени [1]. Такие системы называют слабоструктурированными. Требуется детальное изучение их структуры и прогнозирование возможных последствий принятия решений.

Одним из наиболее эффективных подходов к изучению данных систем является *имитационное моделирование*. Имитационная модель в результате многократных прогонов прогнозирует различные варианты развития исследуемых систем. Преимуществом этого подхода является возможность моделирования во времени объектов, реальные эксперименты с которыми невозможны. К ним относятся и социально-экономическое развитие городов.

Методологической основой моделирования социально-экономических систем является системный анализ, центральная процедура которого – построение обобщенной модели объекта, отражающей важнейшие факторы и взаимосвязи реальной системы. На практике это связано с созданием комплекса моделей с развитыми динамическими и информационными связями между всеми уровнями.

Любая социально-экономическая система имеет сложную внутреннюю структуру, в составе которой могут быть декомпозированы подсистемы: население, производство, непродовольственная сфера, экология, пространство, финансы, внешняя экономическая сфера и т. д.

Так, любая социально-экономическая система неизбежно локализована в экономическом времени и пространстве, а также по отношению к ее альтернативным вариантам. Она имеет определенные исторические, географические, этнические, духовные, политические и экономические границы. Это, в свою очередь, означает, что она может воплощаться в конкретных государственно-политических образованиях или в форме иных, меньших по масштабу общественно-хозяйственных организациях.

Социально-экономические системы достаточно специфичны и сильно отличаются от других систем. Для них характерно наличие социально-психологических факторов, играющих решающую роль в экономических явлениях и не поддающихся математическому моделированию. Кроме того, имеется проблема выбора критериев: эффективности, оптимальности, результативности и синергичности.

Эффективность развития социально-экономической системы, по мнению [1], определяется многими факторами эндогенного и экзогенного характера, среди которых выделяются наиболее существенные, определяющие важнейшие параметры: структурная устойчивость, сбалансированность, пропорции системы.

Различные подходы к оценке эффективности управления социально-экономическими системами рассматривались [2–3]. По результатам анализа показателей эффективности областей управления выделялись общие показатели их эффективности. Так, взаимовлияние функциональных областей обуславливает невозможность оценки эффективности управления какой-либо одной областью без учета остальных показателей.

Понятие результативности в социально-экономических системах [4] рассматривается не как итоговый параметр функционирования системы. Необходимо еще определить «цену» этой результативности. Результат «любой ценой» нельзя признать критерием целесообразного существования производственной системы. Он должен оцениваться эффективностью системы, которая экономически наиболее явно выражается ресурсоотдачей, т. е. величиной производственного результата, полученного на единицу экономического потенциала системы. Это не следует прямо понимать как причинно-следственную связь: результат производства – эффективность. Указанная связь должна рассматриваться динамически: результат производства представляет собой следствие использования определенной массы ресурсов с определенной эффективностью. Чем выше эффективность, тем больше результат; вместе с тем достигнутый результат отражает эффективность использования ресурсов, является мерой эффективности. Эффективность предприятия как систе-

мы, с одной стороны, является некоторой внутренней характеристикой ресурсного потенциала, его способности к отдаче в виде продукции. В этом смысле эффективность системы зависит как от качества самих ресурсов, так и от пропорциональности между составляющими потенциала предприятия. В то же время эффективность является обобщающим показателем функционирования, измерителем действительной состоявшейся ресурсоотдачи. Внутренняя качественная сторона эффективности является фактором результата системы; достигнутое значение этого результата отражает меру проявления эффективности, состоящую ресурсоотдачу.

Ряд ученых наряду с критериями эффективности, оптимальности и результативности [5–7] предлагает учитывать синергетический эффект в социально-экономической системе как результат кооперативного взаимодействия ее подсистем и элементов, меняющий качество системы и траекторию ее развития в процессе самоорганизации под воздействием различных флуктуаций, обусловленных факторами внутренней и внешней среды. Возникновение синергетических эффектов в таких системах обеспечивается в результате системного синтеза технических, технологических, организационных, экономических, социальных, экологических, управленческих факторов с учетом их постоянного изменения во времени и пространстве.

Таким образом, в данной работе использовалась следующая математическая модель эффективности при выборе сценариев развития социально-экономических систем:

$$\varphi(v) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i v_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ j \neq i}}^n \alpha_{ij} v_i v_j,$$

где  $\varphi(v)$  – функция эффективности;  $\alpha$  – искомые коэффициенты функции эффективности;  $v = (v_1, \dots, v_n)$  – вектор критериев оптимальности;  $n$  – число критериев.

Данная задача синтеза функции эффективности сводится к решению задачи математического программирования, которая легко преобразуется к каноническому виду.

Таким образом, как показал обзор научных трудов последнего десятилетия, критерии эффективности, оптимальности, результативности используются в ма-

тематических моделях социально-экономических систем часто в тождественной форме. Однако экономическая категория эффективности, математическая категория оптимальности и социальная категория результативности несут специфичную сущность и играют каждый определенную роль в моделировании социально-экономических процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Отоцкий П.Л., Десятов И.В., Кузнецов Е.П., Серегин С.Н., Сысо П.А., Шишов В.В.* Анализ механизмов снижения рисков инновационной деятельности на базе кибернетического управления национальной/региональной или крупной корпоративной инновационной системой // Электронный журнал «Исследовано в России». 2006. № 011/060201. С. 94-122. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/011.pdf>. Загл. с экрана.
2. *Пишдаток М.Р., Блягоз А.И.* Теоретические аспекты исследования эффективности региональных социально-экономических систем // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2009. С. 69-72.
3. *Голикова Г.В., Шешна Ю.В.* Комплексный подход к оценке эффективности управления социально-экономическими системами // Современная экономика: проблемы и решения. 2010. № 4 (4). С. 63-71.
4. *Кантейн Ю.Н., Кантейн И.Г.* Тенденции реформирования социально-экономической системы региона // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2009. № 2. С. 29-37.
5. *Галеева Е.И.* Оценка эффективности деятельности хозяйствующих субъектов с помощью синергетической модели // Вестник Чувашияского университета. 2008. № 3. С. 311-319.
6. *Бондарева Н.А.* Моделирование процессов самоорганизации и прогрессивного развития производственно-экономических систем строительных предприятий // Недвижимость: экономика, управление. 2010. № 3–4. С. 32-35.
7. *Форрестер Дж.* Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 285 с.

Поступила в редакцию 23 ноября 2012 г.

## Khlebnikov V.V. MATHEMATICAL MODELING AND OPTIMIZATION OF ECONOMIC CITY DEVELOPMENT

The approaches to the modeling of municipalities, which can be used to support decision-making at various levels of regional management, are considered. Decomposition of model for individual components and economic agents can be used also to control of the municipal and regional level

*Key words:* imitation modeling; optimization techniques; forecasting; systems analysis; management tasks.