

УДК 332.1

КОНЦЕПЦИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2011 г. О.Ю. Селютина¹

В настоящее время последовательное применение прогрессивных методов и инструментов управления региональной экономикой позволяет проводить комплексную оценку потенциала и возможных путей развития территории. Системный анализ является основой для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Имитационное моделирование является систематизирующим методом исследования социально-экономического развития региона. В качестве программного инструментария для построения имитационной модели выбран пакет iThink. Разработана общая схема имитационной модели социально-экономического развития Ростовской области. Преимущество модели заключается в том, что она является универсальным инструментом изучения региональной экономики. Кроме того, модель является открытой – существует возможность ее расширять и дополнять в случае изменения объекта или целей исследования.

Ключевые слова: регион, модель, имитационное моделирование, система, пакет структурного моделирования iThink, системная динамика, обратные связи.

Современный этап экономического развития страны характеризуется растущим интересом к обширному комплексу региональных проблем.

В настоящее время вопросы использования регионального потенциала развития, разработки жизнеспособных моделей эффективного использования местных ресурсов остаются недостаточно изученными. К числу таких вопросов относятся эффективность управления социально-экономическим потенциалом в регионах; соотношение местных, региональных и федеральных интересов; формирование местных и региональных рынков и их инфраструктуры; инвестиционная политика; повышение эффективности использования местных ресурсов и другие актуальные вопросы [1]. Разработка региональной политики невозможна без анализа складывающейся в регионах ситуации и построения сценарных прогнозов на будущее. В связи с этим математическое моделирование становится важным инструментом социально-экономических исследований и прогнозов.

Моделирование региональных социально-экономических процессов следует выполнять с учетом характерных особенностей. Во-первых, регион представляет собой сложную слабоструктуриро-

ванную стохастическую динамическую систему. Во-вторых, региональная политика должна учитывать долгосрочные интересы общества и вследствие того, что между целями долгосрочного планирования и краткосрочными решениями существует конфликт, необходима координация действий при принятии разновременных решений. Кроме того, регион как объект исследования характеризуется как количественными, так и качественными данными, охватывающими экономическую, экологическую, социальную, политическую, культурную сферы. Системный анализ позволяет обобщить, исследовать разнообразную информацию с целью выявления структурных связей между переменными (факторами) или элементами исследуемой системы (в данном контексте исследуемого региона). Таким образом, системный анализ является основой для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений [2, 3].

Имитационное моделирование является систематизирующим методом моделирования социально-экономического развития региона. Метод предлагает новую методологическую основу научного исследования – эксперимент на модели (а не на реальном объекте), позволяет проводить анализ многочисленных альтернатив, исследовать стохастические системы в условиях неопределенности, изучать динамику развития систем [4, 5].

Имитационные модели, построенные на основе структурного динамического моделирования,

¹ Институт социально-экономических и гуманитарных исследований Южного научного центра Российской академии наук, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41; тел. (863)-50-98-17, e-mail: OlgaPatrakeyeva@yandex.ru

служат основой системы поддержки принятия решений (СППР) по управлению социально-экономическим развитием региона. СППР предназначена для получения многокритериальных решений в сложной информационной среде. При этом под многокритериальностью понимается тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей (либо критериев), рассматриваемых одновременно. Информационная сложность определяется необходимостью учета значительного объема данных, обработка которых без помощи современной вычислительной техники практически невыполнима. В этих условиях число возможных решений, как правило, весьма велико, и выбор, основанный на интуиции ЛПР (лица, принимающего решение) без всестороннего анализа, приводит к грубым ошибкам.

Для построения модели региона применяется системно-динамический подход², поскольку при помощи определенных методов и инструментов он позволяет понять структуру и динамику сложных систем. Системная динамика представляет собой совокупность принципов и методов анализа динамических управляемых систем с обратной связью и их применение для решения производственных, организационных и социально-экономических задач. В системах поддержки принятия решений применение системной динамики позволяет объединить несколько функциональных пространств организации в одно целое и обеспечить организационный и количественный базис для выработки более эффективной управленческой политики. Кроме того, системная динамика успешно применяется для создания точных компьютерных моделей сложных систем с целью проектирования эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой. Таким образом, данный подход позволяет создавать симуляторы, позволяющие “увидеть” на модели последствия принимаемых решений, понять структуру сложных систем, “спроектировать тактику и стратегию для большего успеха” [6].

В качестве программного инструментария для построения имитационной модели выбран пакет iThink, возможности которого, помимо прочих, связаны с моделированием региональных экономик, в том числе с планированием хозяйственных систем областного, городского и муниципального масштаба [7, 8]. С помощью пакета прикладных программ iThink разрабатывается укрупненная модель экономики Ростовской области. Пакет iThink

позволяет наглядно представлять и анализировать региональные “поточковые” задачи и процессы. Хозяйственная система с помощью описываемого пакета отображается в виде ряда типовых блоков, представляющих конкретный регион (в данной работе – Ростовская область). На следующем шаге задаются производственные, финансовые и иные взаимосвязи в рамках изучаемой системы. При этом каждый блок сам по себе является субмоделью (“подмоделью”).

Таким образом, обобщенная модель региона представляет собой комплекс взаимосвязанных моделей с развитыми динамическими и информационными связями.

Модель предназначена для исследования развития экономической сферы, взаимодействия социально-экономических процессов, регионального и федерального уровней власти³.

Исследование региональных процессов основывается на изучении материальных (непосредственно материальное производство), финансовых (инвестиции), экономических (цены, налоги) условий, а также учитывает связи с другими региональными подсистемами (население, политика региональных и федеральных властей, окружающая среда) [9].

Экономика Ростовской области разделена на три сферы – крупного, среднего и малого бизнеса⁴. Оборот и прибыль организаций, численность занятых, параметры инвестиционной и налоговой политики, источники инвестиционных средств (собственные средства предприятий, государственная поддержка, заемные средства) отражены в соответствующих блоках. В модельных “бизнес-блоках” учитываются основные пропорции инвестиционного потенциала: соотношение собственных и привлекаемых финансовых средств, пропорции распределения инвестиционного потенциала между разномасштабными субъектами бизнеса.

В сектор “Движение населения” включены процессы движения населения (естественное воспроизводство и процессы миграции). Население области разделено на три возрастные группы: лица, не достигшие трудоспособного возраста (P_{young}); лица трудоспособного возраста P_{mid} ; лица пенсионного возраста P_{old} .

³ Сложность при определении состава модели заключается в том, что разделение целостной системы на части является относительным и зависит от целей моделирования. Кроме того, анализ реальной системы с трудом поддается формализации и алгоритмизации.

⁴ В модели каждая сфера представлена соответствующим блоком (или сектором): “Крупный бизнес”, “Средний бизнес”, “Малый бизнес”.

² Системная динамика является одним из подходов имитационного моделирования.

Динамика численности возрастных групп в момент времени t описывается следующими уравнениями:

$$P'_{\text{young}} = P'_{\text{young}}{}^{t-1} + B^t - D'_{\text{young}} + Im'_{\text{young}} - Em'_{\text{young}}; \quad (1)$$

$$P'_{\text{mid}} = P'_{\text{mid}}{}^{t-1} + Pr'_{\text{young}} - D'_{\text{mid}} + Im'_{\text{mid}} - Em'_{\text{mid}}; \quad (2)$$

$$P'_{\text{old}} = P'_{\text{old}}{}^{t-1} + Pr'_{\text{mid}} - D'_{\text{old}} + Im'_{\text{old}} - Em'_{\text{old}}; \quad (3)$$

где B^t – число родившихся в период t ; D'_{young} , D'_{mid} , D'_{old} – число умерших в соответствующей возрастной группе в период t ; Im'_{young} , Im'_{mid} , Im'_{old} – число иммигрантов в соответствующей возрастной группе в период t ; Em'_{young} , Em'_{mid} , Em'_{old} – число эмигрантов в соответствующей возрастной группе в период t ; Pr'_{young} – число людей, вступивших в трудоспособный возраст в период t ; Pr'_{mid} – число людей, вступивших в пенсионный возраст в период t .

В блоке “Трудовые ресурсы и качество жизни” отражена ситуация на рынке труда (уровень безработицы, средняя заработная плата). Важным показателем качества жизни является величина денежных доходов населения. Основными источниками доходов (TE^t) являются величина заработной платы (Z^t) доходы от предпринимательской деятельности⁵ (ER^t), социальных трансфертов (из регионального и федерального бюджетов, TR^t и ST^t), доходов от сбережений (RS^t) и прочих доходов (OR^t).

Совокупные расходы (TC^t) населения осуществляются на покупку товаров и оплату услуг (GS^t) платежи и взносы (TP^t), приобретение недвижимости (CF^t), прирост финансовых активов (IF^t) и прочие расходы (OC^t).

Таким образом, основными балансовыми соотношениями рассматриваемого блока являются:

$$TE^t = Z^t + ER^t + TR^t + ST^t + RS^t + OR^t, \quad (4)$$

$$TC^t = GS^t + TP^t + CF^t + IF^t + OC^t. \quad (5)$$

Результирующие показатели (уровень занятости/безработицы, средняя заработная плата, валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения) позволяют оценить качество жизни населения в зависимости от выбранной социально-экономической политики управления регионом.

Сектор “Государство” отражает процессы формирования и распределения государственных доходов, а также финансовые отношения регионального и федерального бюджетов. Источниками доходов регионального бюджета⁶ являются собственные доходы (налоговые поступления и прочие неналого-

вые отчисления ($\sum_{i=1}^6 \mu_i^t T_i^t$), средства, направляемые

из федерального бюджета (RF^t) и заемные средства (RL^t). Расходы бюджета делятся на инвестиции в производство и развитие социальной инфраструктуры (в модели они объединены со средствами, выделяемыми для поддержки отраслей экономики), содержание бюджетной сферы, трансферты, погашение долговых обязательств по заемным средствам.

Уравнение доходов консолидированного бюджета региона имеет вид

$$TRR_t = \sum_{i=1}^6 \mu_i^t T_i^t + RF_t + RL_t, \quad (6)$$

где μ_i^t – ставки отчисления в региональный бюджет (по видам налогов)⁷; T_i^t – налоговые источники.

Уравнение расходов консолидированного бюджета региона имеет вид

$$TCR_t = IR_t + IR_t + BR_t + TR_t + LR_t, \quad (7)$$

где BR_t – расходы на содержание бюджетной сферы; TR_t – социальные трансферты; LR_t – выплата процентов по заемным средствам.

Финансовые отношения регионального и федерального бюджетов описываются следующими уравнениями. Доходы федерального бюджета (RFB_t) представляют разницу между общим объемом собранных налоговых (и неналоговых) средств (T^t) и собственными доходами:

$$RFB_t = T^t - \sum_{i=1}^6 \mu_i^t T_i^t. \quad (8)$$

Расходы федерального бюджета, связанные с рассматриваемым регионом, осуществляются по следующим направлениям: инвестиции в развитие экономических секторов (IF_t и IF'_t), бюджетной сферы BS_t , средства на социальные (ST_t) и бюджетные трансферты (BT_t):

$$CFB_t = IF_t + IF'_t + ST_t + BT_t. \quad (9)$$

В качестве показателя, отражающего отношения федерального центра и региона, выступает соотношение, экономический смысл которого заключается в том, сколько доходов в федеральную казну приносит регион на один рубль расходов:

$$\text{Ind}_{rf} = \frac{RFB_t}{CFB_t}. \quad (10)$$

⁵ В модели доходы от предпринимательской деятельности складываются из средств, идущих на непроизводственное потребление в сферах производства и рыночных услуг.

⁶ В модели производится разделение регионального бюджета на бюджеты развития и функционирования.

⁷ Учитываются шесть видов источников: налог на прибыль, налог на продукты, подоходный налог с физических лиц, начисления на фонд оплаты труда, прочие налоговые и неналоговые отчисления.

Метод системной динамики уделяет особое внимание учету и моделированию обратных связей [10].

Опишем основные обратные связи, присутствующие в модели.

Взаимосвязь инвестиций (или капиталовложений), спроса на продукцию, объема и стоимости производства, занятости населения, налоговых поступлений

1. Увеличение инвестиций (и, как следствие, совершенствование технических условий оборудования) позволяет снизить издержки производства и, следовательно, снизить цены. Кроме того, повышается технологический уровень производимой продукции, ее качество. Рост спроса, вызванный понижением цен и повышением качества продукции, приводит к более интенсивному использованию производственных мощностей, получению большей прибыли и дает возможность увеличить инвестиции.

Поскольку существует временной разрыв между осуществлением инвестиций и их окупаемостью, то непосредственно в момент инвестирования издержки увеличиваются.

2. Уменьшение капиталовложений снижает качество выпускаемой продукции, что приводит к падению спроса на нее. Падение спроса влечет за собой сокращение производства. Сокращение выпуска становится причиной сокращения рабочих мест (падение занятости), и, соответственно, причиной понижения благосостояния. Власти (региональные, федеральные) могут препятствовать развитию негативных тенденций с помощью увеличения капиталовложений из собственных источников.

3. Сокращение инвестиций, как отмечено в пункте 2, влечет за собой падение производства, которое, в свою очередь, вызывает уменьшение прибыли и, соответственно, падение налоговых поступлений. Снижение поступлений в бюджет увеличивает давление на власти и “заставляет” их направлять дополнительные инвестиционные средства в развитие производства.

4. Повышение цен (инфляция) вызывает сокращение спроса, что, в свою очередь, приводит к уменьшению объема выпуска. Снижение выпуска приводит к более высоким издержкам производства, что вызывает дальнейшее повышение цен.

Взаимосвязь долговых издержек и прибыли

5. Увеличение капиталовложений приводит к росту долговых издержек предприятий (рост кредиторской задолженности), что может стать причиной

повышения цен на продукцию. Рост цен приводит к сокращению спроса и впоследствии к падению выпуска, что влечет за собой уменьшение прибыли. Вследствие этого возможности инвестирования сокращаются.

Взаимосвязь издержек производства, тарифов, налоговых ставок

6. Увеличение налогов и прочих сборов влечет за собой рост издержек производства, который приводит к сокращению объемов выпуска. Сокращение производства влечет за собой падение занятости населения. Во избежание роста безработицы государство вынуждено пересматривать установленные ставки налогов, тарифов и прочих сборов.

Первоначально имитационная модель представлена в виде логических диаграмм, отражающих причинно-следственные связи, которые затем преобразуются в сетевую модель. Затем сетевая модель автоматически преобразуется в ее математический аналог – систему уравнений, решаемых численными методами. Полученное решение представляется в виде графиков и таблиц.

В результате модель пересматривается (изменяются параметры некоторых узлов сети, добавляются новые узлы, устанавливаются новые или изменяются существовавшие ранее связи и т.д.), затем вновь анализируется и так до тех пор, пока не станет в достаточной мере соответствовать реальной ситуации. После того как модель построена, в ней выделяются управляемые параметры. Управляемыми параметрами выбраны норма накопления⁸, пропорции распределения собственных инвестиционных средств региона между сферами бизнеса и величина привлеченных средств (как кредиты, так и государственные субсидии или дотации), ставки налогов, уровень инфляции. Модель позволяет “отслеживать” влияние финансово-экономических условий на развитие социальной сферы (качество жизни населения) в зависимости от сложившихся пропорций распределения.

Выбрав значения соответствующих параметров, ЛПР получает возможные варианты развития региона и выбирает такие их значения, при которых достигается желаемое социально-экономическое состояние региона.

Формируемая из представленных выше элементов блочная модель содержит показатели (валовой

⁸ Экономическая проблема заключается в определении пропорций между потоками потребления и накопления (инвестирования), поскольку увеличение потока накопления уменьшает потребление в настоящем, но ускоряет производство в будущем.

региональный продукт и его динамика, распределение ВРП на накопление и потребление ресурсов, налоговые поступления, дотационность регионального бюджета), позволяющие получать прогнозы развития по отдельным направлениям (развитие крупного, среднего, малого бизнеса; повышение или падение качества жизни) и региона в целом.

Зачастую для оценки уровня социально-экономического развития региона руководствуются показателем валового регионального продукта (или ВРП на душу населения). В рассматриваемой модели уровень благосостояния региона оценивается по нескольким индикаторам, отражающим социально-экономическое и финансовое положение субъекта. В качестве основных индикаторов выделены ВРП на душу населения, среднедушевые доходы, уровень безработицы, потребительские расходы домашних хозяйств (платежеспособный спрос населения), доля собственных доходов консолидированного бюджета региона в его совокупных расходах, относительные доходы федерального центра, доля собственных инвестиций резидентов региона в общем объеме инвестиций. Представленная многокритериальная оценка может быть дополнена экологическими показателями (уровень загрязнения окружающей среды – атмосферного воздуха, водных, земельных ресурсов и др.), индикаторами, характеризующими внешнеэкономическую деятельность региона [11].

Преимущество данной модели заключается в том, что она является универсальным инструментом изучения экономики региона (взяв исходные данные по другому субъекту, можно получить дальнейшие рекомендации по управлению и прогнозы развития региона), кроме того, модель является открытой – существует возможность ее расширять и дополнять в случае изменения объекта или целей исследования (например, комплексная экологическая оценка состояния окружающей среды, внешнеэкономическая деятельность региона, территориальная организация хозяйства – размещение производств и рынков сбыта продукции, анализ равновесия региональных рынков, межрегиональные взаимодействия).

Решения, которые могут быть получены с помощью модели (предложения по изменению структуры и параметров управления системой), могут найти практическое применение при принятии решений, касающихся выбора социально-экономической политики управления органами федеральными и местными органами власти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гусаров В.Ю.* Типология факторов экономического роста и их развитие // Вестник ТИСБИ. 2008. № 1. URL: <http://www.tisbi.org/science/vestnik/2008/issue1/eq5.html> (Дата обращения 20.03.2011).
2. *Уткин Э.А., Денисов А.Ф.* Государственное и региональное управление. М.: ИКФ “ЭКМОС”, 2002. 320 с.
3. *Селютина О.Ю.* Современные методы и модели региональных экономических систем // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 10. С. 48–56.
4. *Сурмин Ю.П.* Теория систем и системный анализ: Учеб. пос. Киев: МАУП, 2003. 368 с.
5. *Цисарь И.Ф.* Моделирование экономики в iThink STELLA. Кризисы, налоги, инфляция, банки. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2009. 224 с.
6. *Sterman J.D.* Business dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Irwin/McGraw-Hill, 2000. 1008 с.
7. *Шебеко Ю.* Персональный компьютер помогает исследовать и анализировать поведение бизнес-процессов. М., 1999. URL: <http://www.tora-centre.ru/library/reing/ta.htm>
8. *Путилов В.А., Горохов А.В.* Системная динамика регионального развития. Мурманск, 2002.
9. *Лычкина Н.Н.* Моделирование социально-экономического развития регионов // Материалы научно-практического семинара кафедры информационных систем / Под ред. Ю.М. Черкасова. М., 2001. С. 32–39.
10. *Лопатников Л.И.* Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003. 520 с.
11. *Инишаков О.В., Митрофанова И.В.* О концепции межрегионального мегапроекта “Юг России” // Вестник Южного научного центра. 2009. Т. 5. № 3. С. 133–140.

SIMULATION MODEL'S CONCEPT OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE ROSTOV REGION

O.Yu. Selyutina

At present time the consecutive application of progressive methods and tools for controlling regional economics makes it possible to appraise potential and feasible ways of spatial development.

Systems analysis is the base for logical and consecutive approach to decision-making problem. Simulation modeling is the systematic method for research of the regional socio-economic development. The application package iThink was chosen in the capacity of programming tool for projecting of simulation model. The general scheme of simulation model was elaborated. The model is the many-sided tool for analysis of regional economics. It is the major advantage of this tool. The model is opened – the capability exists to extend and supplement in case of object changing or scientific objectives.

Key words: region, model, imitation (simulation) modeling, system, iThink program, system dynamics, feedbacks.

REFERENCES

1. Gusarova V.Yu. 2008. [Typology of growth factors and their development]. *Vestnik TISBI*. 1. Available at: www.tisbi.org/science/vestnik/2008/issue1/eq5.html (In Russian).
2. Utkin E.A., Denisov A.F. 2002. *Gosudarstvennoe i regional'noe upravlenie*. [State and regional management]. M., "EKSMOS": 320 p. (In Russian).
3. Selyutina O.Yu. 2011. [Modern methods and models for research regional economic systems]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika*. (Financial analytics: science and experience). 10: 48–56. (In Russian).
4. Syrmin Yu.P. 2003. *Teoriya sistem i sistemnyy analiz*. [System theory and system analysis]. Kiev: 368 p. (In Russian).
5. Tsisar I.F. 2009. *Modelirovanie ekonomiki v iThink_STELLA. Krizisy, nalogi, infljacija, banki*. [Economic modeling in iThink_STELLA. Crises, taxes, inflation, banks]. M., "DIALOG-MIFI": 224 p. (In Russian).
6. Sterman J.D. 2000. *Business dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin/McGraw-Hill: 1008 p. (In English).
7. Shebeko Yu. 1999. *Personal'nyj komp'yuter pomogaet issledovat' i analizirovat' povedenie biznes-processov*. [Personal computer helps exploring and analyzing the behavior of business processes]. Available at: www.tora-centre.ru/library/reing/ta.htm (In Russian).
8. Putilov V.A., Gokhov A.V. 2002. *Sistemnaja dinamika regional'nogo razvitija*. [The system dynamics of regional development]. Murmansk: 304 p. (In Russian).
9. Lychkina N.N. 2001. [Modeling of regional socio-economic development]. *Materialy nauchno-prakticheskogo seminara kafedry informacionnykh sistem*: 32–39. (In Russian).
10. Lopatnikov L.I. 2003. *Jekonomiko-matematicheskij slovar': Slovar' sovremennoj jekonomicheskoy nauki*. [Economics and Mathematics Dictionary: Dictionary of modern economics]. M., "Delo": 520 p. (In Russian).
11. Inshakov O.V., Mitrofanova I.V. 2009. [About the concept of an inter-regional megaproject "The South of Russia"]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 5(3): 133–140. (In Russian).