

УДК 330.3

DOI: 10.12737/article_58f9c4d946e321.73553244

С.В. Андриянов

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ

Статья посвящена проблемам моделирования социально-экономических систем как эффективно-го инструмента повышения эффективности их функционирования и развития. В статье отражены результаты анализа значимых отличительных особенностей систем исследуемого класса, представлены преимущества и недостатки существующих технологий моделирования, систематизированы и

уточнены теоретико-практические положения по разработке комбинированных моделей региональных социально-экономических систем.

Ключевые слова: социально-экономическая система, имитационное моделирование, управление развитием, агентный подход, системная динамика, региональная экономика.

S.V. Andriyanov

METHODOLOGICAL BASES DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS MODELING IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT MANAGEMENT

Complexity of economic systems modeling for efficiency assessment of their functioning and elaboration of development forecasts can be explained by a number of factors. One of them is heterogeneity of economic systems, significant dependence of their structure and principles of key elements interaction on the management level, industry membership, the scope of system work. Vector and development dynamics of socio-economic system are determined, on the one hand, by internal potential of its elements, each implements its own development trajectory on the micro-level, and on the other hand – by opportunities of the external environment which is characterized by a complex mix of macroeconomic, political, social, technological and natural factors.

Analysis of the existing development

methods of economic systems models at different levels allows marking out several modeling technologies among which the most promising from the point of view of application in real management practice can be considered the technology of imitation modeling based, in turn, on three methodological approaches.

For the solution of a modeling problem of regional socio-economic system combined approach application appears to be the most effective within which external macroprocesses are modeled by means of system dynamics, and internal – socio-economic processes are formalized by agent-based modeling methods.

Keywords: socio-economic system, imitation modeling, development management, agent-based approach, system dynamics, regional economy.

Введение

Процессы управления экономическими системами на современном этапе характеризуются сменой акцентов с исключительно управления функционированием на управление развитием, что приводит к расширению функционала и категорий решаемых задач и, как следствие, к необходимости разработки инновационных аналитических инструментов, обеспечивающих обоснованность принимаемых управленческих решений. В частности, функции анализа, прогнозирования и планирования предполагают активное внедрение методологии и методического инстру-

ментария моделирования экономических процессов.

К настоящему моменту разработано множество методических подходов к моделированию процессов функционирования экономических систем, однако, пока еще сложно говорить о единстве научных взглядов и общепризнанности технологий решения практических задач в рассматриваемой предметной области [4, 7].

Целью исследования является разработка и совершенствование методологических положений, применяемых в области моделирования социально-экономических систем. В процессе достижения поставленной цели необходимо решение таких

задач, как исследование сущности рассматриваемого класса систем как объекта моделирования, анализ актуальных методов и технологий моделирования, а также систематизация и уточнение методологических и методических основ моделирования, применимых в рамках управления социально-экономической системой выбранного уровня.

Сущность социально-экономической системы как объекта моделирования

Сложность моделирования экономических систем для оценки эффективности их функционирования и разработки прогнозов развития обусловлена рядом факторов. Одним из них является неоднородность экономических систем, существенная зависимость их структуры и принципов взаимодействия ключевых элементов от уровня управления, отраслевой принадлежности, масштабов работы системы.

Существенной проблемой, требующей разрешения на методическом уровне, можно считать и тесное переплетение экономических и социальных процессов. То есть, с точки зрения объекта исследования, задача моделирования экономической системы трансформируется в моделирование социально-экономических процессов, которые характеризуются значительной степенью неопределенности и сложно формализуемыми законами развития и алгоритмами функционирования [1, 6].

К немаловажным факторам стоит отнести и проблему определения границ исследуемой системы, ее соотношение с внешней средой. Экономические системы в своем большинстве относятся к категории открытых, находясь в процессе функционирования в активном информационном, финансовом и прочим ресурсном взаимодействии с внешними субъектами.

Отметим, что вектор и динамика развития социально-экономической системы определяются, с одной стороны, внутренним потенциалом входящих в нее элементов, каждый из которых на микроуровне реализует свою собственную траекторию развития, а с другой – возможностями внешней среды, которая характеризуется сложным переплетением комплекса мак-

роэкономических, политических, социальных, технологических и природных факторов [10]. Таким образом, социально-экономическую систему вне зависимости от ее уровня можно отнести к одной из проблемных категорий объектов моделирования.

Анализ технологий моделирования социально-экономических систем

Характерной тенденцией настоящего времени становится активное использование в управленческой деятельности инструментов поддержки принятия стратегических решений. Современные информационные технологии, предоставляя технические возможности реализации научных принципов обоснования и оптимизации решения слабоструктурированных задач, становятся важным фактором повышения экономической и социальной эффективности функционирования и развития предприятий, организаций, государственных структур.

Научной основой проектирования систем поддержки принятия решений выступают теории математического моделирования социальных и экономических процессов, среди которых выделяются такие, как линейное и нелинейное программирование, стохастическое программирование, теория массового обслуживания, теория игр, имитационное моделирование.

Анализируя рынок инструментов моделирования социально-экономических процессов, целесообразно выделить три активно развивающихся направления, имеющих практическую реализацию в виде информационных систем и значительное количество работающих на их основе моделей [3, 8].

Одним из подобных направлений является нейросетевое программирование. Нейронные сети – новый способ структурирования и анализа данных, который в последнее время находит все более широкое применение в социологических и экономических исследованиях. Аппарат нечетких множеств и нечеткой логики с успехом применяется для решения задач, в которых исходные данные являются ненадежными и слабо формализованными.

Нейронные сети начинают все более активно использоваться и в социологии, и в экономике. Прежде всего, потому, что являются удобным конструктом-посредником перехода из научно-социологического языка в логико-математический диалект.

Использование нейросетевых технологий на стадиях анализа и мониторинга уровня развития экономической системы позволяет установить нелинейные связи между социальными и экономическими процессами, выявить тенденции функционирования экономической и социальной подсистем, использовать опыт прошлых лет при определении приоритетных направлений дальнейшего развития.

На наш взгляд, серьезной проблемой применения нейросетевого программирования в рамках стратегического и оперативного управления социально-экономической системой становится необходимость первоначального «обучения» спроектированной нейросети на основе значительного объема статистических данных за прошедшие периоды. Отсутствие значительных объемов накопленной информации о функционировании исследуемой системы, а зачастую, методических средств ее хранения и обработки, изменчивость среды социально-экономической системы, корректировка целей развития – все это в комплексе создает объективные проблемы использования нейросетевых технологий в практической деятельности. Более того, сам принцип работы нейросети «из прошлого в будущее» скорее соотносится с теорией долгосрочного, а не стратегического планирования.

Однако вышеуказанный недостаток не исключает возможности применения технологии нейросетевого программирования в рамках системы стратегического управления, прежде всего на этапе прогнозирования тенденций развития социально-экономических систем.

Во второй половине двадцатого столетия сформировалось и получило широкое распространение в мировой науке и практике новое направление в прикладной экономике, позволяющее найти подходы к решению широкого круга задач, относя-

щихся к оптимизации межотраслевых экономических структур, гармоничному сбалансированному развитию региональных и межрегиональных систем, а также к области государственного регулирования экономики. Основой этого направления является принципиально новый подход к моделированию экономических процессов, путем создания так называемых вычислимых моделей общего равновесия, известных в зарубежной литературе как *Computable General Equilibrium models (CGE models)*.

CGE-модели достаточно универсальны, но имеют ограничения по использованию математического и компьютерного аппарата. Стандартная схема состоит в том, чтобы построить систему нелинейных уравнений, решением которых является общее экономическое равновесие, в частности цены, уравнивающие спрос и предложение [2, 9].

В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин в своих работах отмечают, что *CGE* модели можно определить в трех ключевых аспектах. Во-первых, они включают в себя экономических агентов, результаты деятельности которых находят отражения во всей экономической системе. Именно поэтому *CGE* модели называются общими. Обычно в число агентов входят домашние хозяйства, максимизирующие полезность от приобретаемых ими товаров и услуг, и компании, максимизирующие свою прибыль. Также в качестве экономических агентов могут выступать правительства и торговые союзы. Во-вторых, *CGE* модели включают в себя систему нелинейных уравнений, посредством решения которой достигается равновесие на рынке каждого товара, услуги и фактора производства. Благодаря этому, модели становятся равновесными. В-третьих, модели выдают количественные результаты, что позволяет называть их вычислимыми.

Примерами качественного *CGE*-моделирования могут служить модель «затраты – выпуск» Леонтьева, модель Йохансена, включающая 20 отраслей промышленности и домохозяйства, модель Вельтенштейна и Шаха.

Ярким примером применения *CGE*-технологий является макромодель россий-

ской экономики Макарова (*RUSEC*), оперирующая такими показателями, как ВВП, инвестиции, бюджет, денежная масса, уровень цен по секторам экономики. В модели выделяются 12 экономических агентов, взаимодействующих между собой и реализующих макроэкономические функции.

Технология *CGE* ориентирована на построение математических моделей, позволяющих рассчитать параметры равновесия системы исходя из зависимостей между ее базовыми переменными. Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный механизм вполне применим в рамках решения задачи повышения эффективности управления сложной социально-экономической системой.

Не менее актуальным направлением совершенствования процессов стратегического планирования развития социально-экономических систем сегодня можно считать внедрение современных технологий имитационного моделирования. Методическая база имитационного моделирования способна обеспечить не только объективное прогнозирование динамики ключевых социально-экономических показателей и процессов, но и дать обоснованную оценку эффективности альтернативных вариантов программ стратегического развития, что подчас представляется важной и сложной задачей [5].

Основная идея имитационного моделирования заключается в симуляции, «проигрывании» имитационной модели на заданном временном отрезке с учетом влияния установленных параметров системы, а также значений расчетных показателей ее функционирования на каждый момент времени симуляции.

На сегодняшний день можно выделить три основные методологии имитационного моделирования: системная динамика, дискретно-событийное моделирование и агентное моделирование.

Выбор методологии определяется требуемым уровнем абстракции описания реальной системы или процесса, а также возможностями используемых инструментальных средств программного обеспечения. Однако следует отметить, что очень часто наиболее эффективным вариантом

является построение гибридных моделей, в которых реализуются преимущества двух или трех концепций имитационного моделирования.

Развитие методологических положений в области моделирования социально-экономических систем

Применение средств имитационного моделирования в управленческой деятельности позволяет визуализировать исследуемую социально-экономическую систему или процесс, наглядно отследить существующие тенденции, проанализировать динамику, используя возможности графического и анимированного представления получаемых в процессе симуляции данных.

Основываясь на результатах проведенного анализа, можно сформулировать ряд положений, дополняющих и уточняющих существующую методологическую базу моделирования социально-экономических систем в контексте обеспечения их эффективного функционирования и развития.

Первоочередной задачей разработки имитационной модели социально-экономической системы является определение границ исследуемых процессов и формализация ключевых элементов – субъектов системы. Выбор масштаба рассматриваемых процессов определяется целями и задачами исследования, однако, с точки зрения получения новых знаний и, как следствие, стратегического управленческого эффекта, наибольшим потенциалом обладает уровень региональной экономики, на котором возможно моделирование межотраслевых взаимодействий, развитие экономики во взаимосвязи с процессами социальной динамики.

Анализируя и формализуя региональную социально-экономическую систему с точки зрения внутренней и внешней среды, целесообразно применять методы многоподходного имитационного моделирования. Особенностью экономической системы, в том числе регионального уровня, является наличие значительного числа категорий элементов ее внутренней структуры – таких, как финансовый сектор,

производство, строительство и девелопмент, транспортно-логистический комплекс, инновации, торговая инфраструктура. Выделенные подсистемы находятся в непрерывном взаимодействии как друг с другом, так и с внешней средой, при этом в каждой области существует своя собственная многоэлементная структура.

Таким образом, рациональным вариантом становится моделирование внутренних процессов социально-экономической системы на основе агентного подхода, применение которого позволяет проанализировать взаимодействие отдельных категорий экономических субъектов, смоделировать их реакцию на изменение среды функционирования, а также обеспечить децентрализацию экономической модели – значения ее интегральных параметров синтезируются исходя из динамики показателей функционирования и потенциальных решений отдельных агентов (субъектов модели).

Внешняя среда региональной социально-экономической системы, в свою очередь, характеризуется большей степенью комплексности процессов и межсубъектных взаимодействий, что затрудняет использование агентного подхода. В качестве базового варианта возможно применение методов системной динамики, в основе которых лежит представление о социально-экономических процессах в терминах накопителей ресурсов различных видов, при этом параметры движения ресурсов описываются системой дифференциальных уравнений. Таким образом, экзогенные переменные, образующие ландшафт функционирования региональных и межотраслевых экономических систем, выступают не просто статичными параметрами, направляемыми на вход модели, а динамически рассчитываются на протяжении всего периода времени моделиро-

вания, формируя сигналы для агентов внутренних подсистем исследуемой системы.

Заключение

Обобщая полученные результаты проведенного исследования, отметим следующее. Социально-экономическая система как объект моделирования с целью обеспечения эффективного развития обладает рядом отличительных особенностей, в частности, зависимость структуры подсистем и состава образующих ее элементов от исследуемого уровня управления. Интеграция экономических и социальных процессов, а также влияние технологических, политических и макроэкономических факторов определяют вероятностный характер развития социально-экономической системы, что существенно затрудняет построение традиционных математических моделей.

Анализ существующих методик разработки моделей разноуровневых экономических систем позволяет выделить несколько технологий моделирования, среди которых наиболее перспективной с точки зрения применения в реальной практике управления можно считать технологию имитационного моделирования, которая, в свою очередь, базируется на трёх методологических подходах.

Для решения задачи моделирования региональной социально-экономической системы эффективным представляется применение комбинированного подхода, в рамках которого внешние макропроцессы моделируются средствами системной динамики, а внутренние – социально-экономические процессы формализуются методами агентного моделирования, что позволяет обеспечить децентрализованность ключевых субъектов экономической системы и оценить их влияние на динамику и параметры развития системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков, О.Д. Стратегическое управление промышленным предприятием на основе формирования многоуровневой системы оценки эффективности деятельности: Автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05 - Орел, 2008.
1. Kazakov, O.D. Strategic management of the industrial enterprise on the basis of forming the multilevel system of activity efficiency assessment: Thesis for Can. Ec. Degree: 08.00.05 - Orel, 2008.
2. Панасюгина, Е.В. Синергетический бенчмаркинг
2. Panasyugina, E.V. Synergetic benchmarking as the me-

- как метод обеспечения экономической безопасности / Е.В. Панасюгина, О.Д. Казаков // Инновационно-промышленный потенциал развития экономики регионов / под ред: О.Н. Федонина, В.М. Сканцева, Н.В. Грачевой, А.В. Таранова – Брянск: БГТУ, 2016. - С. 352-355.
3. Сидоренко, А. С. Системы мониторинга экономической безопасности на промышленном предприятии / А.С. Сидоренко // Инновационно-промышленный потенциал развития экономики регионов / под ред: О.Н. Федонина, В.М. Сканцева, Н.В. Грачевой, А.В. Таранова – Брянск: БГТУ, 2016. - С. 415-418.
4. Кулагина, Н.А. Направления обеспечения устойчивого развития промышленного производства в системе экономической безопасности региона / Н.А. Кулагина // Современные тенденции развития менеджмента и государственного управления: материалы межрегиональной науч.-практ. конф. / под ред: А.В. Полянина. – Орёл: Изд-во ОФ РАН-ХиГС., 2016. - С. 153-156.
5. Козлова, Е.М. Методика исследования инновационного потенциала при разработке региональных программ социально-экономического развития / Н.А. Кулагина, Е.М. Козлова // ВУЗ XXI век. - 2015. - №1(47). - С.31-40.
6. Сидоренко, А. С. Конкурентоспособность и экономическая безопасность: региональный аспект / А.С. Сидоренко // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении: материалы III Международной науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, магистров и студентов факультета экономики и управления / под ред. Е.И. Сорокиной, Е.А. Дергачевой: в 2 т. – Брянск: БГТУ, 2017.– Т.1. – С. 124-127.
7. Козлова, Е.М. Инновационная деятельность как стратегический фактор успеха современной организации в условиях современных реалий бизнеса / Е.М. Козлова // Поколение будущего. Взгляд молодых ученых: материалы 2-й межд. молодежной науч. конф. – Брянск: БГТУ, 2013. - С.53-55.
8. Дадькина, О. В. Формирование системы мониторинга минерально-сырьевой базы строительного кластера с целью обеспечения экономической безопасности региона / О. В. Дадькина, В. С. Дадькин // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении: материалы II межд. науч.-практ. конф. профессорско- преподавательского состава, магистров и студентов факультета экономики и управления. – Брянск: БГТУ, 2015. – С. 114-121.
9. Атаманова, О. В. Оценка уровня экономической безопасности молокоперерабатывающей промышленности Брянской области: Дис.... канд. экон. наук: 08.00.05 / Атаманова Ольга Викторовна, Московская академия экономики и права. – Брянск, 2012.
10. Дадькина, О. В. Модель геолого-экономического
- thod of maintenance of economic safety / E.V. Panasyugina, O.D. Kazakov // Innovative and industrial development potential of regions economy / under the editorship of: O.N. Fedonin, V.M. Skantsev, N.V. Gracheva, A.V. Taranov – Bryansk: BSTU, 2016. - P. 352-355.
3. Sidorenko, A.S. Monitoring systems of economic safety at the industrial enterprise /A.S. Sidorenko // Innovative and industrial development potential of regions economy / under the editorship of: O.N. Fedonin, V.M. Skantsev, N.V. Gracheva, A.V. Taranov – Bryansk: BSTU, 2016. - P. 415-418.
4. Kulagina, N.A. Towards sustainable development of industrial production in the region's economic security / N.A. Kulagina // Modern trends in the development of management and public administration: Proceedings of Interregional Science-Pract. Conf. / under the editorship of: A.V. Polyagina. – Orel: Publishing House of RANEPА, 2016. - P. 153-156.
5. Kozlova, E.M. Method of research innovation potential in the development of regional programs for socioeconomic development / N.A. Kulagina, E. M. Kozlova // COLLEGE the XXI century. - 2015. - №1(47). - P. 31-40.
6. Sidorenko, A.S. Competitiveness and economic safety: regional aspect / A.S. Sidorenko // Actual problems of socio-humanitarian research in economy and management: Proceedings of the III International Science-Pract. Conf. of the academic staff, masters and students of Economics and Management faculty / under the editorship of E.I. Sorokina, E.A. Dergacheva: in 2 Vol. – Bryansk: BSTU, 2017. – Vol.1. – P. 124-127.
7. Kozlova, E.M. Innovative activity as a strategic success factor of modern organization in the conditions of modern business realities / E.M. Kozlova // Future generation. Views of young scientists: Proceedings of the 2nd Inter. Youth Science Conf. - Bryansk: BSTU, 2013. - P. 53-55.
8. Dadykina, O.V. Monitoring system formation of raw material sources of construction cluster for maintenance of economic safety of region / O.V. Dadykina, V.S. Dadykin // Actual problems of socio-humanitarian research in economy and management: Proceedings of the II International Science-Pract. Conf. of the academic staff, masters and students of Economics and Management faculty. – Bryansk: BGTU, 2015. – P. 114-121.
9. Atamanova, O. V. Assessment of the level of economic security of the milk production industry in the Bryansk region: Thesis for Can. Ec. Degree: 08.00.05 / Atamanova Olga Viktorovna, Moscow Academy of Economics and Law. – Bryansk, 2012.
10. Dadykina, O. V. Model of geological and economic

мониторинга в системе экономической безопасности региона / О. В. Дадыкина, В. С. Дадыкин // Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право: сб. науч. трудов. – Брянск: БГТУ, 2016. – С. 106-108.

monitoring in the system of economic security of the region / O.V. Dadykina, V S. Dadykin // Management in the conditions of global world transformations: economy, policy, law: Proceedings. – Bryansk: BSTU, 2016. – P. 106-108.

Статья поступила в редколлегию 27.07.2016.

*Рецензент: д-р экон. наук, профессор
зав. кафедрой «Экономика, таможенное дело,
информационные технологии и дисциплины
естественнонаучного цикла»*

*Брянского филиала ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»
Дриго Михаил Федорович*

Сведения об авторах:

Андрьянов Сергей Викторович

канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», доцент
Тел.: +7 (920) 604-57-52
E-mail: s.v.andriyanov@yandex.ru

Andriyanov Sergey Viktorovich

Can. Ec., Assistant Prof.
of FSBEI HE Bryansk State Technical University