

Раздел 2. РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

УДК 005.521:303.094.7

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ
В СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ РЕГИОНА***Бабина Ольга Ивановна (babina62@yandex.ru)**Владимирова Ольга Николаевна**ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»*

Своевременное принятие правильных решений при изменении экономической ситуации и выработка рациональных вариантов экономической политики является одним из главных условий эффективного управления регионом. Эффективное управление, в свою очередь, невозможно представить без стратегического планирования на основе метода имитационного моделирования.

В статье приведён обзор возможностей применения имитационных моделей для регионального стратегического планирования с указанием основных достоинств и недостатков. Выявлены основные задачи стратегического планирования, которые решаются с помощью технологии имитационного моделирования, а также описаны методы и программные средства, с помощью которых имитационные модели реализованы.

Ключевые слова: имитационное моделирование, модель, регион, стратегическое планирование, методы имитационного моделирования, программное обеспечение.

Введение

В современных условиях рынка, характеризующихся усилением конкуренции, возрастает роль рационального управления социально-экономической деятельностью региона. Одним из факторов успеха работы в таких условиях – эффективность организации процессов стратегического планирования на мезоуровне. Стратегическое планирование является необходимым элементом обеспечения эффективного развития региона, поскольку оно позволяет заблаговременно учесть факторы и обстоятельства, оказывающие влияние на социально-экономические показатели и обеспечить необходимые условия для развития.

Имитационное моделирование представляет собой эффективный метод решения задач, который может быть использован в рамках стратегического планирования. В стратегическом планировании под имитационным моделированием будем понимать разработку программы, позволяющей исследовать процессы социально-экономического развития региона путём проведения серии компьютерных экспериментов с помощью метода имитационного моделирования, и выбрать из совокупности допустимых решений оптимальный вариант дальнейшего развития региона.

Необходимость применения метода имитационного моделирования в решении задач стратегического планирования на региональном уровне обусловлена тем, что материальные, информационные, финансовые потоки бизнес-процессов имеют характеристики, изменяющиеся во времени по случайным законам, в силу чего ресурсы могут использоваться неравномерно. Имитационное моделирование процессов стратегического планирования с максимальным приближением к действительности позволяет проверить выбранный вариант без

необходимости проведения реальных экспериментов, а также обеспечивает многовариантный анализ альтернативных стратегий управления. Это облегчает процесс принятия управленческих решений и улучшает их качество [1, с. 85-87; 2, с. 205-207].

Нормативно-правовая база государственного регулирования стратегического планирования региона опирается на Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации», принятый в 2014 г. и призванный упорядочить процедуры разработки стратегий [3]. В нем представлены общие требования к содержанию и краткое описание порядка разработки. Этот закон создает законодательную основу реализации долговременной экономической политики России на всех уровнях управления.

Методы. Обзор имитационных моделей региона

В научной литературе существует описание достаточно широкого набора имитационных моделей, которые возможно применять для решения практических задач стратегического планирования. Приведем краткую характеристику основных и обобщим их.

Модель 1. В работе [4, с. 1-26] представлена имитационная модель прогнозирования социально-экономического развития региона, ядро которой составляет комплекс имитационных моделей, реализуемый на основе методов системной динамики и современных технологий компьютерного моделирования. Рассматриваемая имитационная модель имеет сложную внутреннюю структуру, в составе которой декомпозированы подсистемы: население, производство, непродовольственная сфера, экология, пространство, финансы, внешняя экономическая сфера. Имитационная модель региона позволяет прогнозировать основные показатели

социально-экономического развития региона, финансовые и экономические показатели, проводить комплексный анализ уровня и качества жизни в территориальном разрезе в долгосрочной и краткосрочной перспективе, а также прогнозировать доходы и планировать расходы местного бюджета, прогнозировать состояние отраслевых (производственных) и региональных комплексов и др. Модель разработана средствами новейшего инструментального средства имитационного моделирования Vensim 5.0. Разработанный комплекс имитационных моделей позволяет органам власти различных уровней решать конкретные стратегические задачи социально-экономического развития народно-хозяйственных комплексов и регионов в целом, обеспечивая их взаимодействие с задачами оперативного управления, и может быть интегрирован в контур СППР соответствующего назначения.

Модель 2 применяется для аналитических и прогнозных расчетов основных показателей экономического развития Кировской области. Модель производит расчет при заданных значениях входных данных и выдает значения выходных переменных в сравнении с исходными данными. Изменяя значения параметров модели, можно обыгрывать различные сценарии развития и оценивать ее экономический потенциал. Модель описывает региональную экономику в терминах одного продукта (ВРП – валового регионального продукта). В имитационной модели рассматривается взаимодействие 7 типов экономических агентов: 1. Производители (нефинансовые коммерческие организации), 2. Банки (финансовые коммерческие организации), 3. Домашние хозяйства (физические лица как потребители и трудящиеся), 4. Собственники (физические и юридические лица, как управляющие движением капитала между секторами и за пределы области), 5. Область (некоммерческие организации), 6. Центральный банк, 7. Внешняя торговля. Модель разработана в среде системы аналитических преобразований Maple 10. Так, проведенные расчёты с Моделью 2 для экономики Кировской области показали, что темп инфляции в 2005-2006 гг. останется на том же уровне, что и в 2002-2004 гг., а к концу 2007 года возрастет. Значения ВРП, рассчитанные моделью, слегка завышены по сравнению со статистическими данными, но отражают характер колебаний данного показателя в пределах года. Из прогноза было получено, что валовое накопление в 2005-2006 гг. будет возрастать высокими темпами, а в 2007 году произойдет резкий спад реальных инвестиций [5, с. 259-271].

В модели 3 обосновывается экономика региона с высоким уровнем выделения базовых видов экономической деятельности, в которой присутствуют четыре группы взаимодействия:

инновационный, экологический, инвестиционный и финансовый. При этом в рамках каждой группы закреплены определенные показатели, характеризующие уровень социально-экономического развития региона. Имитационная модель представляет собой структурные диаграммы системной динамики социально-экономических процессов и состоит из следующих блоков: «Производственные показатели», «Трудовые показатели», «Финансовые показатели», «Демографические показатели». В качестве основного средства моделирования выбран системный подход с обоснованием динамических процессов. С помощью разработанной имитационной модели можно строить краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы социально-экономической динамики региона в зависимости от той или иной стратегии управления региональным развитием и входящих в его структуру различных секторов, а также сравнивать различные экономические стратегии развития. Результаты исследования нашли практическое применение в процессе разработки стратегии социально-экономического развития Алтайского края [6, с. 207-213].

Модель 4. Рассматриваемая в работе [7, с. 354-360], имитационная модель представляет собой нормативную балансовую динамическую математическую модель, состоящую из трёх различных секторов экономики: инновационного, сырьевого и промышленного. Динамика материальных и финансовых балансов в модели задана изменением запасов продуктов, факторов производства и денег. С помощью модели можно, задавая начальные значения по валовому и конечному продукту, рассчитывать матрицу производственных затрат, а уже далее находить прогнозные значения валового продукта по каждой отрасли. В результате исследования с использованием имитационной модели была получена агрегированная матрица производственных затрат рассматриваемых секторов экономики. Расчеты по имитационной модели дают количественную оценку динамики макропоказателей экономики страны и региона в целом. Для идентификации параметров были проведены сравнения полученных при расчетах на модели временных рядов макропоказателей экономики с соответствующими статистическими временными рядами. Имитационная модель разработана с использованием функций MPI в C++.

Модель 5. В работе [8, с. 72-78] представлена комплексная имитационная модель социально-экономического развития Российской Федерации в региональном разрезе на основе программно-инструментального комплекса «Прогноз». Она представляет собой конструктор динамических моделей социально-экономических процессов, который позволяет

как формировать новые модели, так и задействовать уже готовые модели экономической динамики, финансового планирования. Имитационная модель включает блок сценарных условий и четыре основных блока расчета прогнозных параметров («Производство», «Население», «Занятость», «Финансы»), а также блок комплексной оценки развития регионов, предназначенный для диагностики их состояния. При разработке имитационной модели использовались подходы, базирующиеся на эконометрических принципах, моделях межотраслевого и межрегионального балансов, спроса и предложения. Модель реализуется в работе департаментов Минэкономки России при расчёте системы показателей социального и экономического регионального развития.

Модель 6 используется для синтеза и рационального отбора стратегий регионального развития Мурманской области. Модель 6 реализована с помощью аппарата интервальной нечеткой логики и позволяет оценивать разрабатываемые стратегии с точки зрения «допустимости» их реализации для социально-экономической системы путем исследования траекторий «движения» динамической модели данной системы в пространстве её внутренних состояний. Определяющими для экономического потенциала Мурманской области являются экономические, финансовые и «материальные» состояния, под которыми подразумевается технологический и технический уровень производственной базы области. Для построения системно-динамической модели социально-экономической системы региона используется программный пакет имитационного моделирования Powersim [9, с. 370-375].

С помощью Модели 7 можно строить долгосрочные и краткосрочные прогнозы основных социально-экономических и финансовых показателей региона, формировать и исследовать различные стратегии регионального развития. Имитационная модель представлена в виде модельного комплекса Сирена-2. Модельный комплекс СИРЕНА-2 представляет собой синтез региональных народнохозяйственных решений, разработанный Институтом экономики и организации промышленного производства СО РАН. Отличительной особенностью программного комплекса СИРЕНА-2 является возможность проведения межрегиональных сравнений, выявление тенденций развития нескольких регионов. Структура региональной имитационной модели включает следующие подсистемы: трудовые ресурсы и население, капитальные вложения, локальные ресурсы (земельные, водные), транспорт, межрегиональные связи, социальные факторы. Для построения имитационной модели используются специализированные программные комплексы. В качестве мето-

да имитационного моделирования используется системно-динамический подход [10, с. 1-52].

Модель 8. Имитационная модель, представленная в работе [11, с. 4-200], является иерархически структурированной и логически связанной композицией моделей трех типов: комплекса моделей поведения экономических агентов («Совокупный производитель», «Домохозяйства», «Государство (региональный уровень)», «Финансовый сектор», «Внешний мир» и т.д.), системы динамических балансовых моделей («Баланс доходов», «Баланс расходов», «Баланс темпа входных финансовых потоков», «Баланс темпа выходных финансовых потоков», «Запасы») и интегрирующих их в единую среду модели управления («Государство»). Практическая реализация имитационной модели позволит проводить различные вычислительные эксперименты для оценки степени взаимного влияния изменений экономических условий на макроуровне на функционирование экономических субъектов на микроуровне, вырабатывать рыночные механизмы воздействия на микросреду, обеспечивающие достижение целевых параметров экономического развития региона в средне и долгосрочной перспективе.

Модель 9. В работе [12, с. 52-63] описывается агент-ориентированная модель, имитирующая социально-экономическое состояние региона на основе реконструкции его внутренней структуры, а также структуры и поведения действующих на его территории самостоятельных экономических агентов. Главной целью построения модели является имитация поведения субъекта Российской Федерации (региона) и правил его функционирования как сложной социально-экономической системы на основе реконструкции его внутренней структуры. Создаваемая модель предназначена для апробации различных вариантов управляющих воздействий на уровне региона, а также для проведения экспериментов, варьируя множество параметров внешней для региона среды и различные сценарии развития экономики страны в целом. Имитационная модель нашла своё практическое применение в работе Волгоградской области. В качестве инструментария моделирования выбран программный продукт AnyLogic и назван «Агент-ориентированная Региональная Модель (АРМ) «Губернатор».

Результаты

Приведенный обзор имитационных моделей прогнозирования социально-экономического развития региона показал, что регион рассматривается как сложная динамическая система, учитывающая разнообразные информационные, финансовые, материальные и энергетические потоки. Моделирование такой системы предполагает выявление большого количества сложных взаимосвязанных причинно-следственных связей между факторами,

имеющих, в свою очередь, стохастический характер. Кроме того, следует заметить, что описания большей части рассмотренных имитационных моделей имеет теоретический характер. В моделях описываются общие принципы функционирования моделируемой системы и её краткая характеристика. Описание внутренней структуры модели, её основных блоков и взаимодействий внутри системы опускается, не ука-

зываются какие именно показатели рассчитываются по модели, отсутствует также интерпретация полученных с помощью модели результатов, не раскрываются вопросы валидации и верификации модели.

Изложенное позволяет систематизировать основные преимущества и недостатки рассмотренных имитационных моделей (табл. 1).

Таблица 1

Преимущества и недостатки рассматриваемых имитационных моделей региона

№ модели	Регион реализации	Структура имитационной модели	Преимущества	Недостатки
1	Московская область	Подсистемы: Население, Производство, Непроизводственная сфера, Экология, Пространство, Финансы, Внешняя экономическая сфера	<ul style="list-style-type: none"> - Подробное описание концептуальной модели - Представлена общая схема показателей социально-экономического развития региона - Детальное описание имитационной модели и её основных блоков 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие алгоритма построения имитационной модели - Явно не прописаны проводимые эксперименты с моделью - Нет пошаговой отладки модели - Не представлена валидация и верификация модели
2	Кировская область	Экономические агенты: Производители (нефинансовые коммерческие организации), Банки (финансовые коммерческие организации), Домашние хозяйства (физические лица как потребители и трудящиеся), Собственники (физические и юридические лица, как управляющие движением капитала между секторами и за пределы области), Область (некоммерческие организации), Центральный банк, Внешняя торговля	<ul style="list-style-type: none"> - Подробная интерпретация результатов моделирования - Проведение серии экспериментов с моделью 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие алгоритма построения имитационной модели - Нет точной проверки правильности модели - Отсутствие возможности анимировать процесс моделирования
3	Алтайский край	Блоки: Производственные показатели, Трудовые показатели, Финансовые показатели, Демографические показатели	<ul style="list-style-type: none"> - Точная постановка задачи моделирования - Наличие алгоритма построения имитационной модели - Детальное описание расчетных показателей в каждом блоке модели 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие возможности корректировать начальные данные модели - Отсутствие точной постановки задачи моделирования - Нет описания имитационной модели - Не представлены результаты моделирования и проводимые эксперименты с моделью
4	Кировская область	Сектора экономики: Инновационный, Сырьевой, Промышленный	<ul style="list-style-type: none"> - Детальное описание математической модели - Анализ результатов моделирования - Представлен программный код имитационной модели 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие компьютерной анимации в модели - Нет интеграции с внешними программами - Отсутствие валидации и верификации модели

Продолжение таблицы 1

№ модели	Регион реализации	Структура имитационной модели	Преимущества	Недостатки
5	Департамент Минэкономки России	Сценарные условия, Основные блоки расчета прогнозных параметров («Производство», «Население», «Занятость», «Финансы»), Блок комплексной оценки развития регионов	<ul style="list-style-type: none"> - Точная постановка задачи моделирования - Детальная формализация модели - Наличие в модели сценарных условий 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие точного алгоритма построения имитационной модели - Отсутствие подробного описания результатов эксперимента
6	Мурманская область	Экономические, финансовые и «материальные» состояния	<ul style="list-style-type: none"> - Точная постановка задачи моделирования - Детальная проработка концептуальной модели - Подробная обработка статистических данных моделирования - Детальное описание имитационной модели - Проведение верификации и валидации модели 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие алгоритма построения имитационной модели - Недостаточная интерпретация результатов моделирования
7	Вологодская область	Подсистемы: Трудовые ресурсы и население, Капитальные вложения, Локальные ресурсы (земельные, водные), Транспорт, Межрегиональные связи, Социальные факторы	<ul style="list-style-type: none"> - Точная постановка задачи моделирования - Детальная проработка концептуальной и имитационной моделей 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие алгоритма построения имитационной модели - Нет детальной интерпретации результатов моделирования
8	Новосибирская область	Экономические агенты («Совокупный производитель», «Домохозяйства», «Государство (региональный уровень)», «Финансовый сектор», «Внешний мир» и т.д.), Системы динамических балансовых моделей («Баланс доходов», «Баланс расходов», «Баланс темпа входных финансовых потоков», «Баланс темпа выходных финансовых потоков», «Запасы») и модели управления («Государство»)	<ul style="list-style-type: none"> - Детальное описание математической модели - Подробное описание блоков модели - Детальное описание моделей поведения экономических агентов, таких как «Совокупный производитель», «Домохозяйства», «Государство (региональный уровень)», «Финансовый сектор», «Внешний мир» - Представлены результаты моделирования 	<ul style="list-style-type: none"> - Нет точной постановки задачи моделирования - Отсутствие верификации модели - Отсутствие валидации и верификации модели
9	Волгоградская область	Внутренняя структура региона, Внешняя среда региона, Экономические агенты	<ul style="list-style-type: none"> - Детальная верификация и валидация модели - Детальная характеристика агентов и их действий - Представлены эксперименты с моделью - Представлена общая схема работы мультиагентной модели региона - Модель снабжена наглядным графическим интерфейсом 	<ul style="list-style-type: none"> - Не совсем ясно, какие стратегические задачи регионального планирования можно решать с помощью модели - Нет пошаговой отладки модели

Сопоставление имитационных моделей, применяемых в стратегическом планировании на уровне региона, показало отсутствие единой методики применения метода имитационного моделирования для поддержки процессов пла-

нирования, которая отличалась бы возможностью учёта специфики развития региона в современных условиях и ориентированностью на процессы стратегического планирования; детализированной проработкой каждого из этапов

создания имитационной модели с ориентацией на новые функциональные возможности, появившиеся в современных программных пакетах имитационного моделирования, а также позволяющая снизить трудоемкость создания имитационной модели.

Заключение

На основе проведенного анализа можно отметить, что при планировании деятельности таких сложных систем, как региональные, необходимо не только наличие эффективных методов и моделей принятия решений, но и использование современных информационных технологий. От этого во многом зависит качество принятия управленческих решений. В настоящее время во всем мире широко используются инструментальные средства, в основе которых лежит метод имитационного моделирования. Причина растущей популярности этой технологии связана с особой сложностью и высокой степенью неопределенности экономических процессов современного мира.

Кроме того, анализ применяемых имитационных моделей на уровне региона показал, что эти инструменты активно используются в настоящее время и обеспечивают высокую результативность в решении проблем управления регионом. В тоже время наблюдается недостаток отечественных модельных комплексов, доведенных до компьютерной реализации и апробированных на данных конкретного региона. В связи с этим следует широко распространять практику создания имитационных моделей для анализа и прогнозирования социально-экономического развития российских регионов и использовать их в качестве основной системы поддержки принятия решений для региональных органов власти.

Литература

1. Babina O.I., Mochkovich L.I. Application of simulation for process of planning and management at the industrial enterprise // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2013. Т. 6. № 1. С. 85-92.
2. Бабина О.И. Анализ современного состояния и перспектив развития имитационного моделирования // Статистика и Экономика. 2014. № 6. С. 205-210.
3. О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ [Электронный ресурс] /Режим доступа: Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», <http://www.consultant.ru> (дата обращения 12.01.2017).
4. Лычкина Н.Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений - Материалы III Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04, М., ИПУ РАН, 2004г. С. 1–26.
5. Шатров А.В. Моделирование развивающейся экономики Кировской области с помощью интеллектуальной системы ЭКОМОД/II Всероссийская научная конференция с молодежной научной школой» / Математическое моделирование развивающейся экономики ЭКОМОД-2007.Сборник трудов. Киров: изд-во ВятУ, 2007. С. 259–271.
6. Батейкин Д. В. Имитационная модель социально-экономического развития региона [Текст] / Д. В. Батейкин // Новое слово в науке: перспективы развития: материалы VII Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 15 янв. 2016 г.). В 2 т. Т. 2 / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. № 1 (7). С. 207–213.
7. Козлицкая А.В., Кощев А.В., Фетинина А.И. Идентификация параметров математической модели развивающейся экономики // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2008. №51. С. 354-360. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-parametrov-matematicheskoy-modeli-razvivayusheysya-ekonomiki> (дата обращения: 10.03.2017).
8. Ушаков А.К., Рязанова Л.А., Андрианов Д.Л. и др. Разработка прогнозов социально-экономического развития регионов с использованием комплексной имитационной модели // Российский экономический журнал. 2000. №2. С. 72–78.
9. Горохов А.В., Путилов В.А. Шестаков А.А. Системная динамика в управлении региональным развитием (на примере Мурманской области) // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. 6-й Международной конференции, Самара: СНЦ РАН, 2004. С. 370–375.
10. Сушко Е.Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация // Препринт #WP/2012/292. М.: ЦЭМИ РАН. 2012. 54 с.
11. Проект СИРЕНА: методология и инструментарий / А.Г. Гранберг, В.Е. Селиверстов, С.А. Суспицын и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 256 с.
12. Низамутдинов М.М., Ямилова Л.С. К вопросу о подходах к построению модели экономики регионов // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2010. Т. 3, №4. С. 52–63.