О.Ю. Патракеева, С.В. Крюков

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА (на примере Ростовской области)*

В статье приведен метод имитационного моделирования, широко используемый в целях изучения региональных процессов. На основе имитационной модели авторами разработана система поддержки принятия решений (СППР), направленных на развитие региона. Используя статистические данные по Ростовской области, разработаны возможные сценарии развития региона.

Введение. Социально-экономическое развитие региона во многом зависит не только от объективных факторов (географическое положение, природные ресурсы, человеческий потенциал), но и от субъективных факторов, в первую очередь от эффективности действий органов регионального управления, которые нацелены на решение важнейших задач содействия росту экономики и как следствие росту доходов населения.

Сценарии социально-экономического развития и соответствующая им государственная и региональная политика являются функцией стратегических целей развития или таргетируемого в данном сценарии образа будущего [1].

В настоящее время разработка инструментов государственного управления на региональном уровне требует применения современных систем поддержки принятия решений (СППР), позволяющих на основе компьютерной имитационной модели региона достаточно быстро разрабатывать различные сценарии развития региона и в режиме реального времени оценивать последствия их внедрения. Также появляется возможность проверять последствия принимаемых решений в условиях риска и неопределенности.

Специфика сценарного моделирования заключается в одновременном рассмотрении нескольких вариантов развития будущего с присущими каждому из них возможностями и рисками, субъективными и объективными, внутренними и внешними факторами, критериями и индикаторами [2]. Главная задача сценарного метода заключается в обосновании стратегических управленческих решений. Принципиальное значение данного метода состоит в возможности гибкой пошаговой коррекции решений и планов действий, осознанного управления ходом трансформации систем и их отдельных процессов [2].

Система поддержки принятия решений о развитии региональной экономической системы. На примере Ростовской области авторами предложена имитационная модель региона, основанная на принципах системной динамики. Для разработки данной модели и СППР использовался пакет структурного динамического моделирования iThink [3; 4].

С помощью разработанной имитационной модели возможно многомерное сценарное стресс-тестирование региональной экономики к воздействию кризисных факторов. Компьютерная имитация поведения региональной социально-экономической системы позволяет отслеживать изменение выбранных характеристик сис-

** Работа выполнена в ЮНЦ РАН в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 гг.» проекта «Разработка методов и создание экспериментального образца биотехнической системы мониторинга шельфовых зон морей западной Арктики и Юга России, в том числе в районе Крымского полуострова на основе спутниковых и контактных данных» (Уникальный идентификатор прикладных научных исследований проекта) RFMEFI60714X0059, Соглашение №14.607.21.0059).*

темы. При этом исследователь получает возможность наблюдать вероятные модификации поведения реальной системы (рассматриваемого региона).

Основные задачи, которые решались в рамках системы, были:

– систематизация располагаемой статистической информации и выделение целевых показателей, отражающих социально-экономическое положение Ростовской области;

– моделирование и анализ социально-экономической деятельности региона;

– получение многовариантных сценарных расчетов показателей дальнейшего социально-экономического развития Ростовской области (кроме того, существует возможность проведения ретроспективного анализа, иными словами, «проигрывание» с помощью модели вариантов развития региона в прошедшем периоде с рассмотрением вариантов решений, которые могли быть приняты, но не были реализованы).

Предлагаемый подход к построению модели позволяет соединить в едином комплексе систему балансовых и функциональных соотношений, набор результирующих индикаторов, алгоритмы сценарного моделирования и системное представление его результатов. Одновременно с этим разработанный инструментарий адаптирован для применения в практике регионального управления.

В модели региональная экономическая система рассматривается как результат взаимодействия трех институциональных агентов: обобщенного производителя, обобщенного потребителя и регионального управляющего центра. В составе «обобщенного производителя» выделены производители, осуществляющие деятельность в сфере малого, среднего и крупного бизнеса. Таким образом, модель составлена из следующих структурных блоков (секторов): 1. Малый бизнес. 2. Средний и крупный бизнес. 3. Население. 4. Цены и налоги. 5. Консолидированный бюджет региона. 6. Социально-экономического индикаторы (рисунок). Модель включает набор факторов (описаны ниже), выбранных из множества переменных, имеющих прямое отношение к вопросам социально-экономического развития региона как системы.

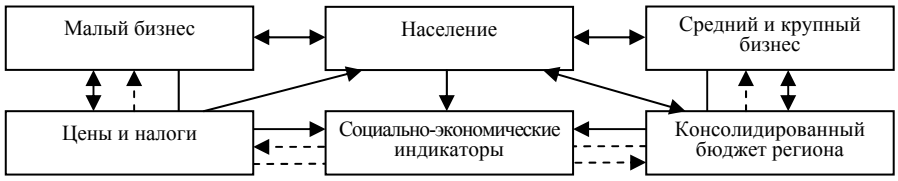

Рисунок. Структурная схема динамической имитационной модели региона (концептуальная модель)

В рамках каждого модельного блока (сектора) на основе эконометрического моделирования выявлены функциональные зависимости параметров, соблюдены важнейшие балансовые соотношения. Отбор результирующих индикаторов для модели осуществлялся, с одной стороны, в соответствии со структурой модели, а с другой – исходя из требований системности представления выходной информации об экономике региона, доступности необходимых статистических данных.

В качестве основных конечных индикаторов, определяющих социально-экономическое положение региона в результате реализации моделируемых стратегий развития, выделены: валовой региональный продукт (ВРП); уровень безработицы (занятости); реальные денежные доходы населения; совокупный спрос населения; производительность труда; доходы и расходы консолидированного бюджета; сальдо консолидированного бюджета.

Все выявленные взаимосвязи параметров модели отображаются в виде сетевого графа. Таким образом, сетевая структура отражает связи переменных и информационные потоки внутри модели. Ретроспективная информация для моделирования

может вводиться через диалоговые окна. Лица, принимающие решения, имеют возможность влиять на расчетный процесс всего комплекса задач посредством оперативного задания сценарных параметров и управляющих воздействий.

Пакет iThink позволяет работать с имитационной моделью на трех уровнях: концептуальном (рисунок), уровне потоковых моделей, уровне уравнений системной динамики и спецификаций параметров модели.

В блоках *«Малый», «Средний и крупный бизнес»* отражены выручка, себестоимость и прибыль организаций, численность занятых, параметры инвестиционной и налоговой политики, источники инвестиционных средств (собственные средства предприятий, государственная поддержка, заемные средства).

В данных блоках моделируются следующие основные процессы с учетом обратных связей [5; 6]:

1. Рост инвестиций (и как следствие совершенствование технических условий оборудования) позволяет увеличить объем производства и улучшить качество продукции, соответственно и валовую выручку. Кроме того, рост инвестиций может стать причиной снижения издержек, а значит, цены на продукцию могут снизиться. Однако стоит учитывать, что поскольку существует временной разрыв между осуществлением инвестиций и их окупаемостью, то непосредственно в момент инвестирования издержки все же увеличиваются. Возможный рост спроса, вызванный повышением качества продукции (или снижением цен), приводит к более интенсивному использованию производственных мощностей, получению большей прибыли и увеличению инвестиций.

2. Уменьшение капиталовложений снижает качество выпускаемой продукции, что приводит к сокращению спроса на нее, уменьшению объема производства и как следствие ВРП. Сокращение выпуска становится причиной сокращения рабочих мест (падение занятости) и соответственно причиной снижения благосостояния. Власти (региональные, федеральные) могут препятствовать развитию негативных тенденций, увеличивая капиталовложения из собственных источников.

3. Сокращение инвестиций и снижение производства (см. п. 2) в свою очередь вызывают уменьшение прибыли и соответственно сокращение налоговых поступлений. Уменьшение поступлений в бюджет усиливает давление на власти, заставляя их направлять дополнительные инвестиции в развитие производства.

4. Рост цен (инфляция) вызывает сокращение спроса, что в свою очередь приводит к уменьшению объема выпуска. Последнее требует более высоких издержек производства, что вызывает дальнейшее повышение цен.

5. Увеличение капиталовложений посредством кредита приводит к росту долговых издержек предприятий (рост кредиторской задолженности). Выплата процентов по кредитам становится причиной сокращения величины собственных инвестиций. Таким образом, если объем кредита, а следовательно и проценты по нему, достаточно высоки по сравнению с получаемой прибылью, то возможности инвестирования сокращаются, что влечет за собой падение производства и занятости. В этом случае органы власти могут взять на себя часть долговых обязательств с целью поддержки предприятий малого, а также среднего и крупного бизнеса.

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

Сектор *«Население»* отображает естественное и механическое движение населения. Результирующими показателями являются: среднегодовая численность и

численность экономически активного населения, естественный прирост (убыль) и миграционный прирост (убыль) населения.

На основании статистических данных была выявлена прямая зависимость между величиной ВРП и среднемесячной начисленной заработной платой. Рост производства стимулирует увеличение заработной платы и соответственно доходы населения (при прочих равных условиях). Повышение доходов ведет к увеличению совокупного спроса. В случае, если рост цен опережает рост доходов, происходит сокращение спроса, затем падение производства, прибыли и инвестиций.

Результирующие показатели – уровень занятости (безработицы), среднемесячная начисленная заработная плата, реальная заработная плата, среднедушевые денежные доходы населения, реальные доходы населения, ВРП на душу населения, спрос – позволяют оценить уровень жизни в зависимости от выбранной социально-экономической политики управления регионом.

Сектор *«Цены и Налоги»* содержит основные управляющие параметры модели: ставки налогов, прогнозы инфляции (инфляцию потребительских цен – ИПЦ), возможные варианты налогообложения субъектов бизнеса (например, упрощенная система налогообложения для малого бизнеса), а также варианты мер воздействия, направленных на уменьшение загрязнения окружающей среды (штрафы и прочие меры). Высокий уровень инфляции приводит к падению реальных денежных доходов населения и соответственно спроса, уменьшается прибыль предприятий, их инвестиционные возможности. Таким образом, падают доходы бюджета региона. Увеличение налогов и прочих сборов влечет за собой рост издержек производства, который приводит к снижению объемов выпуска. Последнее сопровождается падением занятости населения. Во избежание роста безработицы государство вынуждено пересматривать установленные ставки налогов, тарифов и прочих сборов. Одновременно с этим сокращение налоговых поступлений (например, в случае снижения налоговых ставок) уменьшает доходы регионального бюджета. Тогда, если сохраняется прежний уровень бюджетных расходов, возникает дефицит. Безвозмездные поступления в бюджет могут покрыть дефицит, но одновременно с этим увеличивается уровень дотационности региона, что отрицательно влияет на эффективность регионального управления.

В секторе *«Консолидированный бюджет региона»* отражены источники формирования доходной и расходной частей бюджета. Региональный бюджет является инструментом прямого активного воздействия государственных органов региона на процесс социально-экономического развития региона, его производственную и социальную сферы.

На третьем уровне автоматически генерируются задаваемые на предшествующем уровне зависимости, балансовые уравнения, распределения значений переменных.

Описанная имитационная модель служит основой СППР по управлению социально-экономическим развитием региона.

Сценарии развития региона. В работе [7] показано, что в современных условиях именно крупные предприятия в решающей степени определяют экономический рост региональной экономики. Динамика изменения ВРП зависит от индекса физического объема инвестиций: чем интенсивнее падение капитальных вложений средних и крупных предприятий, тем больше сокращается ВРП. Учитывая высокий уровень физического износа основных фондов в Ростовской области (по итогам 2013 г. – 42,2% [8]), а также их моральный износ, не позволяющие предприятиям успешно конкурировать в условиях вхождения в ВТО, ключевым фактором экономического роста становится в ближайшие годы расширение инвестиций, что предусматривает и соответствующие требования к экономической политике, и необходимость адекватной поддержки инновационной деятельности, обеспечивающей

качественное наполнение инвестиций. Именно от масштабов расширения инвестиций зависит в конечном счете общая экономическая динамика. Поэтому стимулирование динамики инвестиций должно стать основным стержнем экономической политики в регионе. С учетом долгосрочной перспективы ускорение динамики инвестиций еще более значимо, поскольку именно модернизация производственного аппарата способна обеспечить повышение конкурентоспособности российского производства, следовательно, и поддержание стабильной экономической динамики [9].

Построение экономического прогноза включает предварительное задание экзогенных переменных или сценарных условий прогноза [10].

Исходя из положений «Стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2020 г.» [11], возможны следующие три сценария развития, предполагающие изменение одного входящего параметра – *индекса физического объема инвестиций в основной капитал*.

Представим сценарные значения результирующих переменных.

Сценарий I – «кризисный». Согласно официальной статистике, индекс физического объема инвестиций в основной капитал в Ростовской области за январь-июль 2014 г. составил 93,7% к соответствующему периоду 2013 г. В связи со сложной экономической ситуацией предполагается, что к концу 2015 г. он составит примерно 90%. Однако с учетом того, что Ростовская область вовлечена в процесс подготовки к чемпионату мира по футболу 2018 г., а также реализует ряд программ содействия инвесторам, резкого снижения объема инвестиций не произойдет (спад составит 5-7%): среди крупных инфраструктурных проектов – международный аэропортовый комплекс «Южный» (Южный хаб), среди промышленных – заявленные 100 Губернаторских инвестиционных проектов. Даже при кризисном сценарии отдельные заявленные проекты могут быть реализованы и соответственно внесут определенный корректирующий эффект в условиях общего спада.

Отметим определяющие факторы, воздействующие на экономическую динамику, в кризисном сценарии: во-первых, это высокая зависимость экономической динамики от внешней конъюнктуры; во-вторых, увеличение федеральных и региональных инвестиций в развитие инфраструктуры и растущая нагрузка на бюджет Ростовской области; в-третьих, сокращение численности населения в трудоспособном возрасте в 2014-2020 гг. (по данным [12]).

В случае реализации кризисного сценария средний индекс ВРП Ростовской области в 2015-2020 гг. составит 96%, ВРП на душу населения – 143,3 тыс. руб.

Сценарий II – «консервативный»: инвестиционная активность, стабильная на уровне 2014 г., сохранится до 2020 г.: индекс физического объема инвестиций составит 100%. Таким образом, в рамках обозначенных сценариев доступные ресурсы сконцентрированы на решении определенных задач, а именно развитии транспортной инфраструктуры, строительной сферы и связанных с ней секторов промышленности.

В рамках консервативного сценария средний индекс ВРП Ростовской области в 2015-2020 гг. составит 98%, ВРП на душу населения – 165,5 тыс. руб.

Сценарий III – «инвестиционный», предполагает использование потенциала экономического роста в максимальной степени за счет успешного проведения активных мер в области экономической политики: во-первых, роста инвестиций в основной капитал до 2020 г. (как частных, так и государственных); во-вторых, реализации модели роста, ориентированной на развитие обрабатывающих производств, инфраструктурного и дорожного строительства, индустриальных парков.

Реализация перечисленных мероприятий позволит обеспечить среднегодовые темпы роста ВРП Ростовской области на уровне 4,8%. В рамках данного сценария для поддержания высокого темпа роста экономики Ростовской области требуется

обеспечить повышение внутреннего спроса посредством проведения эффективной политики импортозамещения.

Оценки основных социально-экономических показателей, характеризующие рассматриваемые сценарии, приведены в таблице.

Таблица

Показатели роста экономики Ростовской области при реализации кризисного, консервативного и инвестиционного сценариев (среднегодовые значения, 2015-2020 гг.)*

Показатель	Сценарий		
	кризисный	консервативный	инвестиционный
Индекс физического объема инвестиций, %	90,0	100,0	108,0
Индекс ВРП, %	96,0	98,0	104,8
ВРП на душу населения, тыс. руб.	143,3	165,5	264,7
Уровень безработицы, %	8,7	7,5	6,7
Реальные денежные доходы населения, %	93,0	98,0	102,0
Производительность труда, раз	0,91	0,95	1,24

** Составлено авторами по результатам исследования.*

Представленная модель предназначена для управления такой сложной социально-экономической системой, как регион. СППР позволяет экспериментировать со стратегиями, оценивать последствия управленческих решений на региональном уровне до того, как они будут реализованы на практике.

Построенные модель и СППР являются открытыми и адаптивными. Они могут быть расширены дополнительными структурными блоками (например, «Внешнеэкономическая деятельность»). Кроме того, существующие блоки можно детализировать (например, путем включения новых взаимосвязей, переменных). Описанный инструментарий может быть адаптирован для целей изучения других регионов РФ.

Литература

1. *Узяков М.Н. о качестве научного предвидения // Проблемы прогнозирования. 2008. № 1. С. 3-17.*
2. *Феофанов К.А. Сценарные возможности современного прогнозирования и управления // Вестник МГТУ «Станкин». 2009. № 4. С. 126-132.*
3. *iThink. Systems Thinking for Business, [cited 2012 5 May]; Available from: / http://www.iseesystems.com/Softwares/Business/ithinkSoftware.aspx*
4. *Yuan H., Chini A. R., Lu Y., Shen L. A Dynamic Model for Assessing the Effects of Management Strategies on the Reduction of Construction and Demolition Waste. Waste Management 32. 2012, pp. 521-531.*
5. *Клейнер Г.Б. Предпринимательский сектор в экономике и обществе: миссия и проблемы ее реализации // Экономическая наука современной России. Экспресс-выпуск №2(7). 2001. С. 46-59.*
6. *Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. Мурманск: НИЦ «Пазори», 2002. С. 306.*
7. *Патракеева О.Ю. Деловая активность предприятий России: проблема межрегиональной неоднородности // Экономика и предпринимательство. 2012. №2. С. 163-170.*
8. *Регионы России. Социально-экономические показатели – 2014 г. ФСГС (Росстат). Официальный сайт. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b14_14p/lsswww.exe/stg/d02/11-06.htm*
9. *Мишарин А.С., Клепач А.Н., Белоусов Д.Р. Посткризисное развитие России: модернизация, инновации и социальное государство. Перспективы до 2025 года. Екатеринбург: ОАО «ИПП «Уральский рабочий». 2011. С. 160.*
10. *Предположительная численность населения Российской Федерации. ФСГС (Росстат). Официальный сайт Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/ statistics/publications/catalog/doc_1140095525812 (12.11.2013).*
11. *Стратегия социально-экономического развития Ростовской области до 2020 г. Официальный портал Правительства Ростовской области. URL: http://www.donland.ru/default.aspx?pageid=85416*
12. *Широв А.А., Гусев М.С. Разработка сценарных условий как ключевой этап подготовки экономического прогноза // Проблемы прогнозирования. 2011. № 1. С. 17-29.*