

УДК 330.46

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СЦЕНАРНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ЭКОНОМИКИ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ

© 2015 г. О.Ю. Патракеева<sup>1</sup>

В статье представлена практическая технология сценарного моделирования развития экономики приграничных регионов, включающая постановку задачи, построение имитационной модели и на ее основе модуля системы поддержки принятия решений (СППР), выполнение необходимых расчетов. При разработке представленного инструментария использованы статистические данные за максимально доступный период (2000–2013 гг.). Гипотеза исследования опиралась на положения, согласно которым применение адекватного информационно-аналитического инструментария, основанного на применении экономико-математического моделирования и информационных технологий, делает возможным предварительную разработку вариантов решений по управлению региональной социально-экономической системой и оценку их потенциальных негативных последствий.

Получена модель экономической системы в виде сетевой структуры, отражающей связи переменных и информационные потоки. Модель разработана с помощью среды iThink и представлена на трех уровнях: концептуальный, или верхний; уровень потоковых моделей; уровень уравнений системной динамики и спецификаций параметров. Модель включает шесть структурных блоков: малый бизнес, средний и крупный бизнес, население, цены и налоги, консолидированный региональный бюджет, социально-экономические индикаторы, внешнеэкономические связи.

В работе особое внимание уделено анализу взаимодействия приграничных регионов России и Украины, поскольку экономика Юга России тесно связана с Украиной общими инвесторами, товарами и технологическими цепочками. Полученные сценарии описаны с использованием основных экономических показателей: индекс физического объема инвестиций, индекс валового регионального продукта (индекс ВРП), ВРП на душу населения, уровень безработицы, реальные денежные доходы населения, производительность труда, товарооборот между приграничными территориями.

Разработанный инструментарий не выдает готовые, единственно возможные решения, но предоставляет возможность аналитику, эксперту использовать данные и результаты экспериментов для разработки вариантов и проверки последствий принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** приграничный регион, системная динамика, имитационная модель, система поддержки принятия решений, региональная экономика, пакет iThink, сценарное моделирование, Ростовская область, Украина.

### ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономическое развитие регионов во многом зависит от объективных факторов (географическое положение, природные ресурсы, человеческие ресурсы), но в большей степени – от эффективности действий органов регионального управления. Все органы государственной власти на региональном уровне нацелены на решение важнейших задач по содействию росту экономики и, как следствие, росту доходов населения.

Прогнозирование будущего, отступающего за пределы двух-трех кварталов, превращается в многовариантную сценарную конструкцию. Понимание содержательных сценариев, осмысление вероятных “развилки”, альтернатив и причин их возникновения позволяет принимать эффективные решения. Кроме того, вовремя сформированное представление о вариантах будущего может предопределить сегодняшний стратегический выбор государства. Сценарии и соответствующая им политика являются функцией стратегических целей развития или таргетируемого в данном сценарии образа будущего [1].

В настоящее время разработка и применение перечисленных выше инструментов государственного управления на региональном уровне невозможны

<sup>1</sup> Институт социально-экономических и гуманитарных исследований Южного научного центра РАН (Institute for Social and Economic Research and Humanities, Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Russian Federation), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41; e-mail: olgapatrakeyeva@yandex.ru

без использования современных систем поддержки принятия управленческих решений (СППР). В последние годы все чаще основой СППР по управлению регионом становятся имитационные модели региональных социально-экономических систем. Имитационное моделирование позволяет создать научную основу для СППР.

СППР на основе компьютерной имитационной модели региона позволяет достаточно быстро разрабатывать различные сценарии развития региона и в режиме реального времени оценивать последствия их внедрения, появляется также возможность рассматривать стохастические процессы и проверять последствия принимаемых решений в условиях риска и неопределенности.

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### *Системная динамика в региональных исследованиях*

Системная динамика – один из методов имитационного моделирования, отличительной особенностью которого является рассмотрение социально-экономических объектов в качестве динамических управляемых систем с обратной связью [2]. Системная динамика успешно применяется для создания адекватных компьютерных моделей сложных социально-экономических систем с целью проектирования эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой [3; 4].

В системах поддержки принятия решений применение системно-динамического подхода позволяет объединить несколько функциональных пространств изучаемого объекта (в том числе региона) в систему и обеспечить организационную и количественную основу для выработки эффективных управленческих решений.

### *Сценарный анализ в региональных исследованиях*

Идеи сценарного прогнозирования начали активно использовать с 1993 года. Одним из этапов разработки прогноза стало определение сценарных условий функционирования экономики, то есть взаимоувязанная и сбалансированная проработка возможных сценариев развития внешних и внутренних условий, факторов, ограничений, рисков и т.п. В сценарных условиях просматривались и альтернативные варианты экономической политики [5; 6].

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 [7; 8]. Варианты

условий, в которых осуществляется предполагаемое развитие анализируемой, оцениваемой или проектируемой системы, в сущности представляют собой гипотетическую последовательность событий, конструируемую в целях фокусирования внимания на причинных процессах и решениях [9].

Таким образом, главная задача сценарного метода заключается в обосновании стратегических управленческих решений. Принципиальное значение в методе сценариев имеет возможность гибкой пошаговой коррекции решений и планов действий, осознанное управление ходом трансформации систем и их отдельных процессов [7].

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

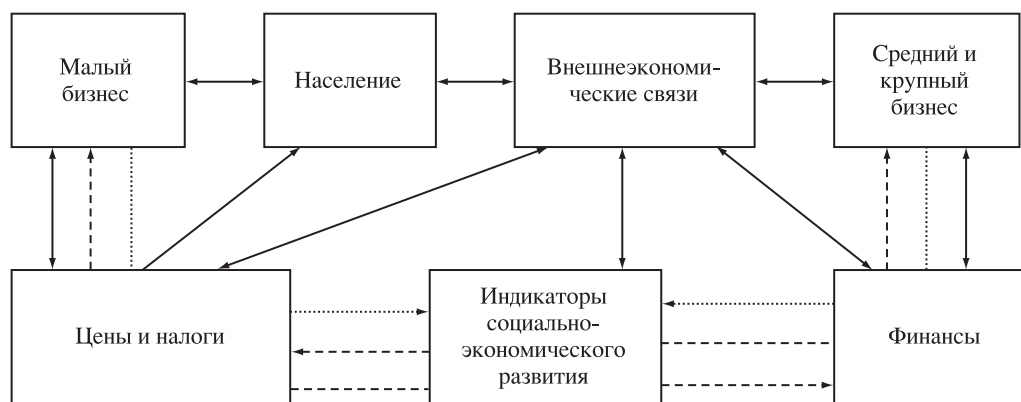
В статье представлена авторская имитационная модель приграничного региона, основанная на принципах системной динамики. Для разработки имитационной модели и “дружеского” интерфейса для СППР использовался пакет структурного динамического моделирования iThink.

Разработанная имитационная модель позволяет проводить многомерное сценарное стресс-тестирование региональной экономики на устойчивость к воздействию кризисных факторов. Компьютерная имитация поведения региональной социально-экономической системы позволяет отслеживать изменение выбранных характеристик системы. При этом, изменяя руководящие принципы внутри системы, исследователь (лицо, принимающее решение, ЛПР) получает возможность наблюдать вероятные модификации поведения реальной системы (рассматриваемого региона).

Предлагаемый подход к построению модели позволяет соединить в едином комплексе систему балансовых и функциональных соотношений, набор результирующих индикаторов, алгоритмы сценарного моделирования, позволяющие осуществлять моделирование 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 следующих агентов: производителей, инвесторов, потребителей и регионального управляющего центра, зарубежных партнеров.

Модель составлена из структурных блоков (секторов), представленных на рисунке 1 (основное внимание уделено экономическому взаимодействию Ростовской области и Украины). Модель включает набор факторов, выбранных из множе-



**Рис. 1.** Структурная схема динамической модели региона (концептуальная модель)

**Fig. 1.** The block diagram of regional dynamic model (conceptual model)

ства переменных, имеющих прямое отношение к вопросам социально-экономического развития приграничного региона как системы.

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 по выбранным показателям.

В качестве основных конечных индикаторов, определяющих социально-экономическое положение региона в результате реализации моделируемых стратегий развития, выделены индекс физического объема инвестиций; индекс валового регионального продукта и его величина на душу населения; уровень безработицы; реальные денежные доходы населения; индекс товарооборота между Ростовской областью и Украиной.

Все выявленные взаимосвязи параметров модели отображаются в виде 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, могут влиять на расчетный процесс всего комплекса задач посредством оперативного задания сценарных параметров и управляющих воздействий.

В обозначенных блоках моделируются следующие основные процессы с учетом обратных связей [10; 11]:

1. Увеличение инвестиций (и как следствие – совершенствование технических параметров оборудования) позволяет увеличить производство и ка-

чество продукции, соответственно увеличивается и валовая выручка. Кроме того, рост инвестиций может стать причиной снижения издержек, а значит, цены на продукцию могут понизиться. 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 понижением цен), приводит к более интенсивному использованию производственных мощностей, получению большей прибыли и дает возможность увеличить инвестиции.

2. Уменьшение капиталовложений снижает качество выпускаемой продукции, что приводит к падению спроса на нее. Падение спроса влечет за собой сокращение производства и, следовательно, падение валового регионального продукта. 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. Увеличение 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.

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 значит, и проценты по нему, достаточно высоки по сравнению с получаемой прибылью, то возможности инвестирования сокращаются, что влечет за собой сокращение производства, падение 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, что 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.

Кроме того, неэффективность монетарной и налоговой политики (т.е. невозможность достижения поставленных целей с помощью выбранных экономических инструментов) отрицательно влияет на производственную активность предприятий.

7. В связи с напряженными отношениями между Россией и Украиной экономика Юга России, тесно связанная с Украиной общими инвесторами, товарными и технологическими цепочками, несет значительные потери [12]. Снижение инвестиционной активности, товарооборота между сопредельными территориями негативно отражается на функционировании ряда донских предприятий, для которых экспорт на Украину стал антикризисной мерой поддержки производства (в частности, для производителей стекольной продукции).

Важным последствием украинского кризиса становится многократно увеличившийся миграционный поток. В нашей модели сектор “Движение населения” отображает естественное и механическое движение населения. Результирующими показателями являются среднегодовая численность и численность экономически активного населения, естественный прирост (убыль) и миграционный прирост (убыль) населения.

Сектор “Цены и налоги” содержит основные управляющие параметры модели: ставки налогов, прогнозы инфляции (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, соответственно падает спрос населения на продукцию, уменьшается прибыль предприятий, сокращаются их инвестиционные возможности. Таким образом, падают доходы бюджета региона.

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. Одновременно с этим падение налоговых поступлений (например, в случае уменьшения налоговых ставок) уменьшает доходы регионального бюджета. В случае сохранения прежнего уровня бюджетных расходов возникает дефицит. Безвозмездные поступления 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. Важно отметить, что региональный бюджет является инструментом прямого активного вмешательства государственных органов региона в процесс социально-экономического развития региона, а именно его производственной и социальной сфер.

В блоке “Внешнеэкономические связи” показаны основные направления хозяйственного взаимодействия Ростовской области и Украины (структура экспорта и импорта, совокупный товарооборот), учтено влияние снижения инвестиционной привлекательности, валютной волатильности, оттока капитала.

В условиях современного политического кризиса моделирование и сценарное прогнозирование развития ситуации приобретает особую сложность. Для Ростовской области актуальность последствий кризиса на Украине объясняется ее географическим положением, сотрудничеством не только с Донецкой и Луганской областями (в рамках еврорегиона “Донбасс”), но и с другими регионами (Украина – один из крупнейших внешнеэкономических партнеров Ростовской области) [13].

При моделировании и построении сценариев были учтены следующие особенности взаимодействия рассматриваемых территорий:

- экономика Ростовской области в большей степени зависит от экспорта на Украину, чем от украинского импорта;
- ухудшение внешнеэкономической ситуации в наибольшей степени влияет на обрабатывающие

производства Ростовской области (производство кокса и нефтепродуктов, машин и оборудования, химическое производство);

– украинский кризис значительно увеличивает риски совместных инвестиционных проектов (в частности, создание производственных площадок “Глория Джинс”, проекты в металлургии, топливно-энергетическом комплексе), создает неопределенность в перспективах приграничного сотрудничества в рамках еврорегионов [14].

Далее представим сценарии развития приграничных территорий с учетом описанных выше взаимосвязей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### *Формирование сценариев*

В работе [15] показано, что в современных условиях именно крупные предприятия в решающей степени определяют рост экономики Ростовской области. Динамика изменения валового регионального продукта зависит от индекса физического объема инвестиций. Однако чем в большей степени происходит падение капитальных вложений средних и крупных предприятий, тем в большей степени сокращается ВРП. Зависимость между объемом инвестиций и ВРП выражается опосредованно, т.е. через цепочку уравнений связи. Так, инвестиционная активность хозяйствующего субъекта влияет на выпуск продукции и, следовательно, на выручку предприятия. В свою очередь совокупный выпуск секторов экономики определяет ВРП.

Учитывая высокий уровень физического износа основных фондов (по итогам 2013 г. это 41%), их моральное устаревание, не позволяющее предприятиям успешно конкурировать в условиях ВТО, ухудшение экономической ситуации в стране, возрастание экономических, политических рисков, 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 в новых условиях зависит в конечном счете и общая экономическая динамика. Таким образом, стимулирование динамики инвестиций должно стать основным стержнем экономической политики. С учетом долгосрочной перспективы ускорение динамики инвестиций еще более значимо, поскольку именно модернизация производственного аппарата способна обеспечить повышение конкурентоспособности российского производства, которое в

новых условиях становится ключевым условием поддержания стабильной экономической динамики [16].

Таким образом, особое внимание при построении сценариев было уделено их инвестиционной составляющей и ее влиянию на остальные сферы экономического развития приграничных регионов.

### *Анализ сценариев*

Построение экономического прогноза на основе экономико-математических методов не обходится без предварительного задания экзогенных переменных или сценарных условий прогноза.

Рассмотрим три сценария различной степени оптимистичности, разработанные с учетом предположений, изложенных в Стратегии социально-экономического развития Ростовской области до 2020 года, а также возможности проявления кризисных явлений.

Для целей анализа чувствительности экономики Ростовской области к негативным макроэкономическим воздействиям представляется целесообразным рассмотреть три сценария изменения входных параметров, основанных на допущениях различной степени оптимистичности относительно ретроспективных данных. Отметим, что сценарии в рамках модели предполагают изменение одного входящего параметра – индекса физического объема инвестиций в основной капитал.

Представим сценарные значения результирующих переменных.

I сценарий – *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 года этот индекс составит порядка 90%. Однако с учетом того, что Ростовская область вовлечена в процесс подготовки к чемпионату мира по футболу 2018 года, 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”, среди промышленных – заявленные 100 проектов губернатора. 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:

**Таблица 1.** Показатели экономического роста при реализации кризисного, консервативного и инвестиционного сценариев (среднегодовые значения, 2015–2020 гг.)

**Table 1.** The economic indicators for crisis, conservative, and investment scenarios (average annual values, 2015–2020)

Показатели	Варианты сценария		
	Кризисный	Консервативный	Инвестиционный
Индекс физического объема инвестиций, %	90	100	108
Индекс ВРП, %	96	98	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	98	102
Индекс товарооборота между Ростовской областью и Украиной, %	90–93	92–96	103–105

– высокая зависимость экономической динамики от внешней конъюнктуры;

– увеличение федеральных и региональных инвестиций в развитие инфраструктуры и растущая нагрузка на бюджет Ростовской области;

– сворачивание совместных российско-украинских инвестиционных проектов, прекращение взаимодействия в рамках еврорегионов по причине разрыва трансграничных хозяйственных связей.

В случае реализации кризисного сценария средний индекс ВРП в 2015–2020 гг. составит 96%, ВРП на душу населения 143,3 тыс. руб. Прогнозируется также ежегодное снижение товарооборота между Ростовской областью и Украиной, снижение украинского ВРП.

II сценарий – *консервативный*. Инвестиционная активность установится на уровне 2014 г. и 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 развитие транспортной инфраструктуры, строительной сферы и связанных с ней секторов промышленности.

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

III сценарий – *инвестиционный*. Предполагает использование потенциала экономического роста в максимальной степени за счет успешного проведения мер в области экономической политики:

– роста инвестиций в основной капитал до 2020 г. (как частных, так и государственных);

– реализации модели роста, ориентированной на развитие обрабатывающих производств, инфраструктурного и дорожного строительства, индустриальных парков;

– стабилизации экономических и политических отношений с приграничными территориями, усиления производственной кооперации российско-укра-

инских предприятий, увеличения инвестиционной активности.

Реализация перечисленных мероприятий позволит обеспечить среднегодовые темпы роста ВРП на уровне 4,8%, увеличение внешнеторгового оборота на 3–5% ежегодно.

Оценки основных социально-экономических показателей, характеризующие рассматриваемые сценарии, представлены в таблице 1.

Полагаем, что наиболее вероятным является I сценарий, кризисный. Основанием для данного утверждения является отсутствие признаков конструктивного подхода к разрешению текущего кризиса со стороны украинской стороны, в частности ее заявления о выходе из состава СНГ, о сворачивании совместных программ и проектов, о прекращении сотрудничества в военно-технической сфере.

В качестве меры условной статистической метрики, применяемой для шага экспертной оценки сценариев, применим стандартный показатель группировки распределений – квантиль (25%). Для наиболее вероятного сценария (кризисного) представляется возможным принять оценку вероятности на уровне двух квантилей (50%), а для альтернативных сценариев (консервативного и инвестиционного) – на уровне одного квантиля, т.е. 25% для каждого.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель служит основой авторской системы поддержки принятия решений, которая может быть использована для управления такой сложной социально-экономической системой, как регион. СППР позволяет экспериментировать со стратегиями и сценариями, которые в действительности могут приводить к нежелательным результатам, оценивать последствия управленческих реше-

ний на региональном уровне до того, как они будут реализованы на практике.

Основное внимание в статье уделено сценарному моделированию внешнеэкономических связей и их влиянию на экономическое развитие Ростовской области.

Анализ разработанных сценариев показал, что на ситуацию в регионе оказывает значительное влияние падение экономического роста в России, которое связано с украинским кризисом. Основными негативными последствиями эскалации напряженности для Ростовской области (как и в целом для России) становятся ухудшение инвестиционного климата, снижение темпов экономического роста в результате комплексного негативного мультипликативного эффекта. Кроме того, существует высокая степень неопределенности в отношении дальнейшего наращивания экспорта продуктов нефтепереработки, металлургии и других несырьевых отраслей Ростовской области на Украину. Указанные факторы в краткосрочной перспективе приведут к падению темпов роста валового регионального продукта, но в то же время станут стимулом к переориентации внешнеэкономических связей региона (по причине ослабления сотрудничества с Украиной), усилению кооперационных связей на евразийском пространстве.

Таким образом, перед регионом стоит важная задача, связанная с диверсификацией внешнеэкономических связей, – минимизация влияния негативных факторов, связанных с возможным дальнейшим ухудшением российско-украинских отношений на международной арене, а также с украинскими товаропроизводителями в условиях экономической и политической неопределенности.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта 14-18-01442 “Украинский кризис и проблемы социально-экономической интеграции в Азово-Черноморском регионе”.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Узяков М.Н. 2008. О качестве научного предвидения. *Проблемы прогнозирования*. (1): 3–17.
2. Quaddus M., Intrapairot A. 2001. Management policies and the diffusion of data warehouse: a case study using system dynamics-based decision support system. *Decision support systems*. 31: 223–240.
3. Sterman J.D. 2001. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*. 43(4): 8–25.
4. Цисарь И.Ф. 2009. *Моделирование экономики в iThink STELLA. Кризисы, налоги, инфляция, банки*. М., изд-во ДИАЛОГ-МИФИ: 224 с.
5. Клепач А.Н., Куранов Г.О. 2013. Развитие социально-экономического прогнозирования и идеи А.И. Анчишкина. *Вопросы экономики*. (8): 143–155.
6. Greiner R. 2004. Systems framework for regional-scale integrated modeling and assessment. *Mathematics and Computers in Simulation*. 64(1): 41–51.
7. Феофанов К.А. 2009. Сценарные возможности современного прогнозирования и управления. *Вестник МГТУ “СТАНКИН”*. (4): 126–132.
8. Шориков А.Ф. 2012. Динамическая модель минимаксного управления состоянием экономической безопасности региона при наличии рисков. *Экономика региона*. (2): 258–266.
9. Hogwood B., Gunn L. 1984. *Policy analysis for the real world*. Oxford: 289 p.
10. Yuan H., Chini A.R., Lu Y., Shen L. 2012. A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. *Waste Management*. 32: 521–531.
11. Клейнер Г.Б. 2001. Предпринимательский сектор в экономике и обществе: миссия и проблемы ее реализации. *Экономическая наука современной России*. 2(7): 46–59.
12. Проценко Н., Кисин С. 2014. Первые потери. *Эксперт Юг*. (10–12): 15.
13. Елецкий А.Н. 2014. Неопределенность траекторий трансграничного взаимодействия Ростовской области и Украины в контексте современных глобальных геоэкономических рисков. *Управление экономическими системами. Электронный научный журнал*. URL: <http://www.uecs.ru/uecs67-672014/item/2977-2014-07-07-07-41-49>.
14. Патракеева О.Ю. 2014. Международная социально-экономическая интеграция Украины: опыт и перспективы. В кн.: *Украинский кризис: предпосылки, формы и проявления*. Под ред. Г.Г. Матишова. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 96–114.
15. Селютина О.Ю. 2011. Концепция имитационной модели социально-экономического развития Ростовской области. *Вестник Южного научного центра*. 7(4): 90–95.
16. Мишарин А.С., Клепач А.Н., Белоусов Д.Р. 2011. *Посткризисное развитие России: модернизация, инновации и социальное государство. Перспективы до 2025 года*. Екатеринбург, “Уральский рабочий”: 160 с.

## APPLICATION OF SIMULATION MODELING AND SCENARIO APPROACH TO ANALYSIS OF BORDER REGIONS' ECONOMY

**O.Yu. Patrakeeva**

The article presents a practical technology of scenario analysis of the regional economic development of border regions, including the statement of problem, the construction of simulation model and the module-based decision support system (DSS), and the necessary estimations. The statistics for the maximum available period of 2000–2013 was used for the construction of the tool. The hypothesis of the study was based on the provisions that suppose that the use of adequate information and analytical tools based on the application of economic and mathematical modeling and information technologies makes it possible to pre-development solutions on the management of regional social and economic system and the evaluation of their potential adverse effects.

As a result the model of regional economy was made in the form of a network structure, reflecting communication variables and information flows. The model of socio-economic system was developed by using the iThink and presented at three levels: conceptual, or upper, the level of flow models, the level of the equations of system dynamics and parameters' specifications. The model includes six building blocks: Small, Medium, and Large Businesses, Population, Prices and Taxes, Consolidated Regional Budget, Socio-economic Indicators, and External Economic Relations.

The paper focuses on the analysis of the interactions between the border regions of Russia and Ukraine, as the economy of Southern Russia is closely connected with Ukraine by common investors, trade and production-technological chains and links. The resulting scenarios are described by the major economic indicators for the region: the index of investment, index of GPR, GPR per capita, unemployment rate, factual incomes, labour productivity, and the turnover of commodities between border regions.

Elaborated tool does not provide exact ready-made decisions but allows the analysts or experts using the data and the results of experiments for the development of versions and verification of the effects of management decisions.

**Key words:** border region, system dynamics, simulation model, decision support system, regional economy, iThink, scenario modeling, Rostov Region, Ukraine.



## REFERENCES

1. Uzyakov M.N. 2008. [On the quality of scientific prediction]. *Problemy prognozirovaniya*. (1): 3–17. (In Russian).
2. Quaddus M., Intrapairot A. 2001. Management policies and the diffusion of data warehouse: a case study using system dynamics-based decision support system. *Decision support systems*. 31: 223–240. (In English).
3. Sterman J.D. 2001. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*. 43(4): 8–25. (In English).
4. Tsisar' I.F. 2009. *Modelirovanie ekonomiki v iThink\_STELLA. Krizisy, nalogi, inflyatsiya, banki*. [Economy modelling in iThink\_STELLA. Crises, taxes, inflation, banks]. Moscow, "Dialog-MIFI": 224 p. (In Russian).
5. Klepach A.N., Kuranov G.O. 2013. [Development of socio-economic forecasting and A.I. Anchishkin's ideas]. *Voprosy ekonomiki*. (8): 143–155. (In Russian).
6. Greiner R. 2004. Systems framework for regional-scale integrated modeling and assessment. *Mathematics and Computers in Simulation*. 64(1): 41–51.
7. Feofanov K.A. 2009. [Scenario capabilities of modern forecasting and management]. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. (4): 126–132. (In Russian).
8. Shorikov A.F. 2012. [Dynamic model of minimax control over economic security state of the region in the presence of risks]. *Ekonomika regiona*. (2): 258–266. (In Russian).
9. Hogwood B., Gunn L. 1984. *Policy analysis for the real world*. Oxford: 289 p.
10. Yuan H., Chini A.R., Lu Y., Shen L. 2012. A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. *Waste Management*. 32: 521–531.
11. Kleiner G.B. 2001. [Entrepreneurship in economy and society: mission and problems of its realization]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii*. 2(7): 46–59. (In Russian).
12. Protsenko N., Kisin S. 2014. [First losses]. *Ekspert Yug*. 10–12): 15. (In Russian).
13. Yeletskiy A.N. 2014. [Uncertainty of trajectories of cross-border interaction of Rostov Region and Ukraine in the context of modern global geo-economic risks]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami. Elektronnyy nauchnyy zhurnal*. Available at: <http://www.uecs.ru/uecs67-672014/item/2977-2014-07-07-07-41-49>. (In Russian).
14. Patrakeeva O.Yu. 2014. [International social and economic integration of Ukraine: practices and prospects]. In: *Ukrainskiy krizis: predposylki, formy i proyavleniya*. [Ukrainian crisis: preconditions, forms, and manifestations]. (Ed. G.G. Matishov). Rostov-on-Don, SSC RAS Publ.: 96–114. (In Russian).
15. Selyutina O.Yu. 2011. [Simulation model's concept of socio-economic development of the Rostov Region]. *Vestnik Yuzhnovo Nauchnogo Tsentra*. 7(4): 90–95. (In Russian).
16. Misharin A.S., Klepach A.N., Belousov D.R. 2011. *Postkrizisnoe razvitie Rossii: modernizatsiya, innovatsii i sotsial'noe gosudarstvo. Perspektivy do 2025 goda*. [Russia's post-crisis development: modernization, innovations and social state. Prospects to 2025]. Ekaterinburg, "Ural'skiy rabochiy" Publ.: 160 p. (In Russian).