
РЕГИОНАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ
РЕГИОНАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ НА ОСНОВЕ
АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ***

© 2016 г. М.М. Низамутдинов, В.В. Орешников

(Уфа)

В статье рассматриваются вопросы разработки стратегии регионального развития на основе инструментария экономико-математического моделирования социально-экономических систем. Предварительный анализ подходов и программных решений в данной сфере показал, что в первую очередь требуют рассмотрения аспекты определения количественных характеристик целей развития и выработки регулирующего воздействия для их достижения. Разработан подход к формированию индикативного плана и параметров управления в рамках обоснования среднесрочных стратегий регионального развития, интегрирующий процедуры целеполагания и регулирования, отличающийся нечетким алгоритмом классификации ситуаций и корректировкой значений параметров управления в условиях взаимной адаптации интересов различных подсистем региона. Для использования методов нечеткой логики были разработаны критерии оценки ситуации, функции принадлежности и база нечетких правил. Кроме того, сформирован комплекс правил корректировки управляющих параметров. Предложенный подход позволяет связать модель функционирования экономических агентов и модель определения целей регионального развития в единую систему управления с обратными связями, а также обеспечить наиболее эффективное использование ресурсов при формировании среднесрочной стратегии регионального развития.

Ключевые слова: стратегия регионального развития, индикативный план, моделирование, нечеткая логика.

Классификация JEL: C69.

ВВЕДЕНИЕ

Региональная социально-экономическая система (РСЭС) представляет собой сложный комплекс взаимодействующих разнородных элементов. Управление подобными системами является задачей, требующей учета интересов всех сторон, влияния односторонних и разнонаправленных воздействий внутренних и внешних факторов, ограниченности ресурсов и множества иных аспектов. Частным случаем региональных систем является субъект Российской Федерации, в управлении которым, несмотря на обширный опыт, остаются трудности, обусловленные в том числе несогласованностью стратегических и тактических целей на разных уровнях управления, отсутствием четкой системы анализа и обоснования последствий принимаемых решений (Печаткин, 2013, с. 75). В связи с этим актуализируется вопрос о формировании и внедрении научно обоснованных методов, алгоритмов и инструментариев прогнозирования и планирования ключевых параметров социально-экономического развития регионов. В этих условиях руководители нуждаются в серьезной методической помощи при принятии управленческих решений, и прежде всего – при выборе стратегических направлений деятельности (Фаттахов, 2012, с. 88). Особый интерес представляют исследования, связанные с созданием экономико-математических моделей управления территориальным развитием. В настоящее время разработан ряд программных решений, позволяющих решать те или иные задачи прогнозирования территориального развития.

* Исследование выполнено в рамках государственного задания ИСЭИ УНЦ РАН по теме № 0253-2014-0001 “Стратегическое управление ключевыми потенциалами развития разноразмерных социально-экономических систем с позиций обеспечения национальной безопасности”.

Одной из наиболее известных отечественных прикладных разработок является созданный исследователями пермской научной школы и компанией ЗАО “Прогноз” (академик РАН Д.Л. Андрианов) прогнозно-аналитический комплекс “Прогноз”. Решением схожих задач занимаются в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН и ЦЭМИ РАН, где получили развитие модели роста в виде системы моделей экономических агентов, принимающих решения на основе теории игр, и CGE-моделирование (Бахтизин, 2008, с. 36). Другое направление связано с моделированием производства и потребления на основе межсекторных моделей и межотраслевого баланса. Центр исследований данного направления в России является ИНП РАН (Узяков, 2000, с. 21), который, в частности в рамках так называемой концепции макроструктурного моделирования, разработал систему RIM. Кроме того, следует отдельно отметить активно развивающееся в последние годы агент-ориентированное моделирование, и в частности модели, разработанные в ЦЭМИ РАН (Макаров, Бахтизин, 2009, с. 22). Большинство наиболее распространенных моделей базируется на интеграции различных подходов, в том числе с применением нейронных сетей (Ильясов и др., 2012, с. 217), недоопределенных вычислений, экспертных систем и т.д. (Атаева и др., 2011). Схожая ситуация наблюдается в зарубежной практике прогнозирования региональных процессов, опирающейся на различные подходы (Amisano et al., 2013). В частности, наряду с достаточно традиционными эконометрическими (Fromm et al., 1972, p. 201–310) и балансовыми (Robinson et al., 2006, p. 205–232) подходами используются и методы нечеткой логики (Andriantiatsaholainaina et al., 2004, p. 153). В то же время многие исследователи отмечают необходимость дальнейшего развития инструментария экономико-математического моделирования социально-экономических систем (Гайнанов и др., 2014, глава 1). В рамках данной статьи предлагается подход к формированию управляющей подсистемы модели региона, используемой при разработке стратегии его развития.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

В рамках исследования разработан подход к построению инструментария управления региональным развитием, базирующийся на формировании целевых индикаторов и выработке управляющих воздействий их достижения в условиях адаптивного поведения как управляемой, так и управляющей подсистем к изменению различных параметров РСЭС. Региональная социально-экономическая система моделируется как многоуровневая и многоаспектная система, важнейшие элементы которой, а также связывающие их экономические и хозяйственные механизмы характеризуются особыми математическими моделями. Разработанная логическая структура модели включает три ключевых уровня – экономических агентов, регионального управления и макросреды – агрегированная структура которых представлена на рис. 1. Разработка стратегии регионального развития осуществляется в рамках комплексной подмодели управления макроэкономической системы. Данный уровень иерархии формирует правила игры для региональных экономических агентов (Низамутдинов, 2009, с. 107), определяет глобальную стратегию развития социально-экономической системы региона, проводит мониторинг реализации данной стратегии.

В рамках работы рассматривается система из трех ключевых экономических агентов – “Производитель” (в том числе описывает процессы формирования инвестиций, основных фондов, производства и т.д.), “Домохозяйства” (включает блоки демографических процессов, формирования и использования финансовых ресурсов населения), “Государство” (формирование и использование консолидированного бюджета региона). Взаимодействие экономических агентов в рамках данного подхода представляет собой изменение значений параметров одних экономических агентов в ответ на изменение параметров других экономических агентов или внешней среды. Механизм адаптивного поведения экономического агента представляет собой замкнутый контур, увязывающий факторы поведения, стратегии экономических агентов и получаемые результаты. Выделены четыре группы факторов: сценарные условия (параметры, задаваемые макросредой и не формирующиеся в самой модели), регуляторы (параметры, задаваемые моделью управления и представляющие собой регулирующее воздействие), параметры других экономических агентов (существенные для данного экономического агента параметры других экономических агентов,

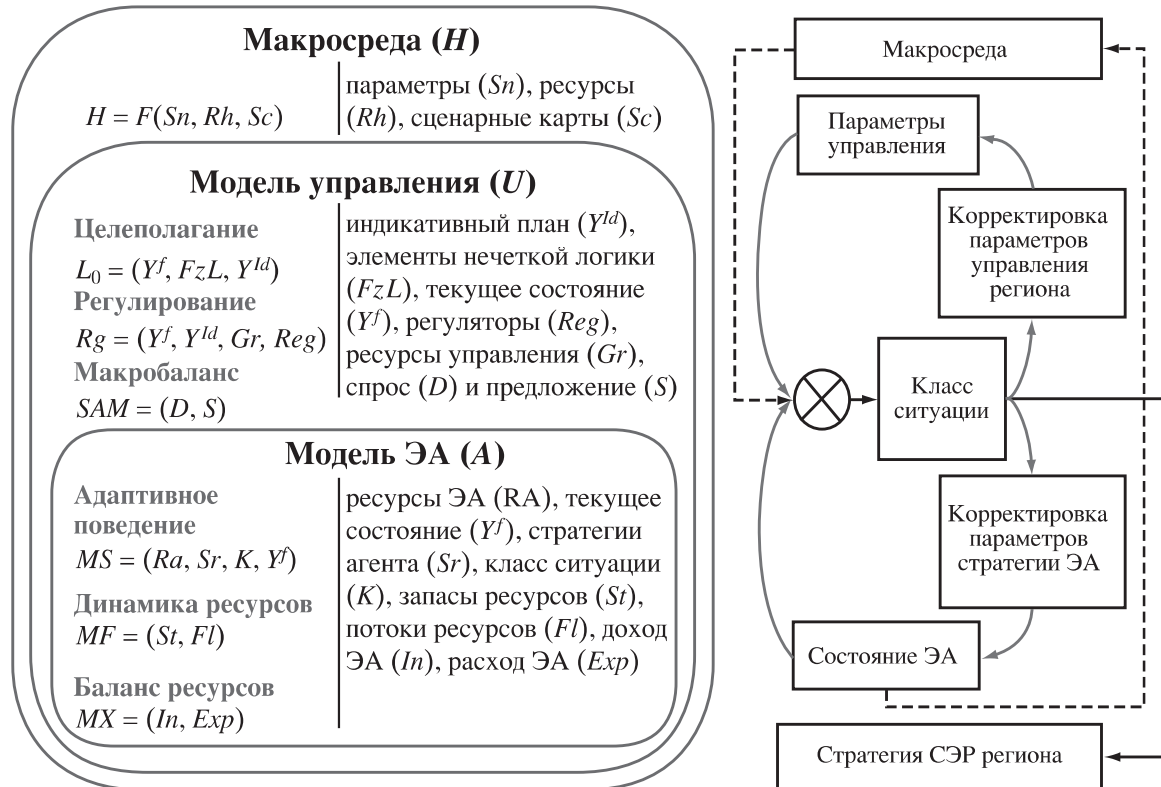


Рис. 1. Концептуальная схема адаптивно-имитационной модели региональной системы

входящих в данную систему), параметры экономического агента (существенные для принятия решений параметры данного экономического агента).

Как показано на рис. 1, управляющая подсистема представлена вторым уровнем иерархии и образует модель регионального управления U , включающую два взаимосвязанных блока – блок целеполагания (определение индикативного плана развития региона) и блок регулирования (формирование управляющих параметров, обеспечивающих достижение индикативного плана), что представлено на рис. 2. Особенность практики регионального управления состоит в описании данных процедур при помощи таких нечетких формулировок, как “немного”, “существенно” и т.д. Ряд исследователей отмечают, что часть сценарных условий может базироваться на экспертных оценках и быть сформулирована в терминах типа “хуже–лучше”, “больше–меньше”, “быстрее–медленнее”, перевод которых в количественные шкалы (согласно специальным методикам) создает основу для расчетов количественных индикаторов прогноза (Суспицын, 2009, с. 43). Для реализации данного подхода в рамках разрабатываемого инструментария предлагается использовать алгоритмы нечеткой логики, что является отличительной особенностью блока целеполагания Z_0 , обеспечивающего определение и корректировку индикативного плана $Y^{ld} = \{Y_t^{ld1}, \dots, Y_t^{ldn}\}$ во времени t ($t = 1, \dots, T$, где T – горизонт моделирования):

$$Z_0 = \langle Y^f, EzL, Y^{ld} \rangle. \quad (1)$$

Первоначальный вариант индикативного плана Y_t^{ld} формируется ЛПР с учетом текущего положения, тенденций развития как внутренней, так и внешней среды, а также принимая во внимание цели развития региональной системы. В рамках блока регулирования Rg происходит настройка регуляторов управляющей системы $Reg = \{Reg_t^1, \dots, Reg_t^n\}$ исходя из поставленных целей развития и имеющихся ресурсов при одновременном мониторинге ключевых макропоказателей Y_t^f в момент времени t :

$$Rg = \langle Y^f, Y^{ld}, Ru, Reg \rangle. \quad (2)$$



Предложенный подход может быть адаптирован к моделированию различных социально-экономических систем, однако в рамках данной работы на дальнейшую формализацию модели накладываются ограничения специфические особенности региона как объекта моделирования. К подобным особенностям следует отнести административно-территориальные границы, нормативно-правовое обеспечение, особенности статистического учета, особенности бюджетного финансирования, перечень функционирующих в системе экономических агентов и т.д. Все это определило структуру и состав использованных в работе индикативного плана, перечня регуляторов и прочих параметров системы управления.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА КОРРЕКТИРОВКИ ИНДИКАТИВНОГО ПЛАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Разработанный подход к моделированию процедуры корректировки индикативного плана развития РСЭС базируется на использовании аппарата нечеткой логики, что и определяет последовательность этапов, представленных ниже. Индикативный план в данном случае должен включать ключевые показатели социально-экономического развития региона – такие как валовой региональный продукт, объем инвестиций в основной капитал, величина доходов на душу населения, уровень бюджетной обеспеченности и т.д.

На этапе фазификации используемые условия выражаются в лингвистических термах. Сами решения формируются с использованием следующих критериев.

Критерий 1. Степень достижения индикативного плана $PD_i^i = \{PD_i^1, \dots, PD_i^n\}$, определяемая как соотношение

$$PD_i^i = Y_i^{f,i} / Y_i^{d,i}. \quad (3)$$

Лингвистическая переменная PD_i^i может принимать значения

$$PD_i^i = \{\text{перевыполнен (pd), достигнут (d), не достигнут (nd)}\}.$$

Критерий 2. Изменение темпа роста элемента i индикативного плана $TRP_i^i = \{TRP_i^1, \dots, TRP_i^n\}$, характеризующее его динамику:

$$RP_i^i = Y_i^{f,i} / Y_{i-1}^i, \quad (4)$$

$$TRP_i^i = RP_i^i / RP_{i-1}^i. \quad (5)$$

При этом данная лингвистическая переменная может принимать следующие значения

$$TRP_i^i = \{\text{значительно повысился (mv), повысился (v), сохранился (s), снизился (n),} \\ \text{значительно снизился (mn)}\}.$$

Критерий 3. Соотношение темпа роста элемента i индикативного плана с темпами роста других показателей $TRd_i^i = \{RPd_i^1, \dots, RPd_i^n\}$, расчет которого позволяет обеспечить первостепенное воздействие на отстающие компоненты $Y^{d,i}$:

$$RPd_i^i = RP_i^i / \sum_{i=1}^n RP_i^i. \quad (6)$$

По каждому из показателей индикативного плана лингвистическая переменная RPd_i^i может принимать значения

$$RPd_i^i = \{\text{существенно выше (mv), выше (v), сопоставимый (s),} \\ \text{ниже (n), существенно ниже (mn)}\}.$$

Критерий 4. Наличие других показателей с лучшими темпами роста (с целью определения возможности перераспределения ресурсов для улучшения ситуации по показателю, достигнутому в меньшей степени).

Для фазификации полученных четких значений были разработаны функции принадлежности. Необходимо отметить, что вид данных функций для различных региональных систем может отличаться. Для описания крайнего левого терма в рамках проведенного исследования была использована функция принадлежности класса $L(x; a, b)$, средних термов – функция принадлежности класса $t(x; a, b, c)$, крайнего правого терма – функция принадлежности класса $\gamma(x; a, b)$. Значения коэффициентов a, b, c определяются индивидуально для каждого исследуемого элемента.

Рассчитанные таким образом значения критериев определяют нечеткое решение $Resh_i^i = \{Resh_i^1, \dots, Resh_i^n\}$, описывающее изменение элемента i индикативного плана. Соответственно, лингвистическая переменная $Resh_i^i$ по каждому из показателей индикативного плана может принимать значения.

$$Resh_i^i = \{\text{существенно снизить (mn), снизить (n), оставить текущее значение (s),} \\ \text{повысить (v), существенно повысить (mv)}\}.$$

Следующим этапом является формирование нечеткой базы знаний. Система нечетких высказываний запишется в форме:

$$\bar{L} = \begin{cases} \bar{L}_1: < \text{если } \bar{A}_1, \text{ то } \bar{B}_1 >, \\ \dots \\ \bar{L}_m: < \text{если } \bar{A}_m, \text{ то } \bar{B}_m >. \end{cases} \quad (7)$$

Нечеткие высказывания соответствуют общей форме:

$$\bar{A}_j: < \beta_w \text{ есть } \alpha_{wj} > \text{ и } \bar{B}_j: < \beta_v \text{ есть } \alpha_{vj} >, \quad (8)$$

где α_{wj} , α_{vj} – значения термов входной и выходной лингвистической переменной; β_w , β_v – термы входной и выходной лингвистических переменных.

Исходя из выделенных критериев и анализа предметной области, сформирована база знаний, представленная в табл. 1, на которой основан логический вывод решения.

Таблица 1. База знаний нечетких правил алгоритма формирования целевых индикаторов развитием РСЭС

Изменение темпа роста показателя	Соотно- шение темпа роста	Степень достижения					
		nd		d		pd	
		Наличие других показателей с лучшими темпами роста					
		да	нет	да	нет	да	нет
mv	mv	n	mn	s	s	s	v
	v	n	mn	s	s	s	v
	s	n	n	v	s	s	v
	n	s	n	v	s	s	v
	mn	s	n	v	s	s	v
v	mv	n	n	s	s	s	v
	v	n	n	s	s	s	v
	s	n	n	s	s	s	v
	n	s	n	s	s	s	v
	mn	s	n	s	s	s	v
s	mv	s	n	s	s	v	v
	v	s	n	s	s	v	v
	s	s	n	s	s	v	v
	n	n	n	s	s	s	v
	mn	n	n	s	s	s	v
n	mv	s	n	v	s	s	v
	v	s	n	v	s	s	v
	s	s	n	s	s	v	v
	n	s	n	s	s	v	v
	mn	s	n	s	s	v	v
mn	mv	s	n	s	s	s	v
	v	s	n	s	s	s	v
	s	s	n	v	s	v	v
	n	s	n	v	s	mv	v
	mn	s	n	v	s	mv	v

На основе представленной нечеткой базы знаний осуществляется выбор нечеткого решения относительно изменения индикативного плана. Заключительным этапом является процедура дефазификации, необходимая для определения конкретного числового значения выходного параметра. Для этого могут быть применены различные методы (“центр тяжести”, “первый максимум”, “средний максимум” и др.). В рамках исследования был использован метод “первый максимум”. Далее вычисляется значение истинности каждого правила и формируется управленческое решение.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА КОРРЕКТИРОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ

Необходимо отметить, что корректировка индикативного плана с применением методов нечеткой логики осуществляется после выполнения алгоритмов регулирования социально-экономического развития региона и направлена на адаптацию самого индикативного плана. Если корректировки не требуется, то данный этап расчетов считается завершенным. Функционально в алгоритм расчета данного блока включен механизм перехода к следующему периоду моделирования и механизм завершения процедур прогнозирования и планирования при достижении горизонта планирования T .

Достижение индикативного плана Y_t^{ld} осуществляется посредством изменения значений управляемых параметров $Reg_t^j = \{\Delta I_t^{pr}, \Delta Wg_t, \Delta OutGr_t^{ec}, \Delta OutGr_t^{soc}\}$ в соответствии с выделенными правилами Ru_t^s , представляющими собой запись вида: “если $Ru_t^s = true$, то $reg_t^j = reg_t^j \pm \lambda^j$ ”. Представленные направления характеризуют бюджетную, инвестиционную и социальную политику в регионе. Ключевым принципом формирования значений управляющих параметров является выравнивание и максимизация степени достижения всех индикаторов ($\min(Y_t^{fi}/Y_t^{ldi}) \rightarrow \max$). На каждом шаге моделирования возможна одна из следующих ситуаций, определяющих правила Ru_t^s :

- 1) $(Y_t^{fi} \geq Y_t^{ldi}) \wedge \left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Cr_t^s > 0) \rightarrow Y_t^{ldi} = Y_t^{ldi} + \lambda^j$;
- 2) $\left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} \neq \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Gr_t^s > 0) \rightarrow \begin{cases} Reg_t^{ij} = Reg_t^{ij} + \lambda^j, Y_t^{fi}/Y_t^{ldi} = \min(Y_t^{fi}/Y_t^{ldi}), \\ Reg_t^{ij} = Reg_t^{ij}, Y_t^{fi}/Y_t^{ldi} \neq \min(Y_t^{fi}/Y_t^{ldi}); \end{cases}$
- 3) $(Y_t^{fi} < Y_t^{ldi}) \wedge \left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Cr_t^s > 0) \rightarrow Reg_t^{ij} = Reg_t^{ij} + \lambda^j$;
- 4) $(Y_t^{fi} \geq Y_t^{ldi}) \wedge \left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Cr_t^s = 0) \rightarrow \begin{cases} t = t + 1, t < T; \\ \text{завершение алгоритма, } t = T; \end{cases}$
- 5) $\left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} \neq \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Cr_t^s = 0) \rightarrow \begin{cases} Reg_t^{ij} = Reg_t^{ij} - \lambda^j, \frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \max \frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}}; \\ Reg_t^{ij} = Reg_t^{ij} + \lambda^j, \frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \min \frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}}; \end{cases}$
- 6) $(Y_t^{fi} < Y_t^{ldi}) \wedge \left(\frac{Y_t^{fi}}{Y_t^{ldi}} = \frac{Y_t^{fi+1}}{Y_t^{ldi+1}} \right) \wedge (Cr_t^s = 0) \rightarrow Y_t^{ldi} = Y_t^{ldi} - \lambda^j$.

Величина λ_j для корректировки значений регуляторов определяется ЛПР, а для корректировки параметров индикативного плана находится с применением описанного выше нечеткого алгоритма.

Таким образом, блок регулирования обеспечивает перевод РСЭС из текущего состояния в заданное в соответствии со сформированным индикативным планом. Настройка регуляторов управляющей системы осуществляется исходя из поставленных целей развития и имеющихся ресурсов при одновременном мониторинге ключевых показателей в момент времени t . Достижению необходимых параметров должна соответствовать бюджетная, социальная и инвестиционная политика органов управления. По итогам выполнения шага q итерационного алгоритма происходит либо перераспределение ресурса и подача нового управляющего воздействия, либо возврат на уровень целеполагания – варианты 1 и 6. Данный механизм позволяет связать модель функционирования экономических агентов и модель определения целей регионального развития в единую систему управления с обратными связями. Отличительной особенностью предлагаемой модели является наличие адаптивного свойства, позволяющего изменять значение целевых индикаторов в процессе моделирования с целью наиболее полного использования ресурсов и достижения заданных целей. Данный механизм позволяет связать модель функционирования экономических агентов и модель определения целей регионального развития в единую систему управления региональным развитием с обратными связями. Отличительной особенностью предлагаемого подхода является его адаптируемость, позволяющая изменять значение целевых индикаторов в процессе моделирования с целью наиболее полного использования ресурсов и достижения целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экономико-математическая модель, построенная на основе предлагаемого подхода, может быть использована в качестве ядра инструментария обоснования параметров стратегии регионального развития как в части прогнозирования, так и в части планирования изменения параметров системы. Кроме того, данная модель может быть применена для обоснования целесообразности осуществления программ социально-экономического развития региона, в процессе разработки и при экспертизе прогноза параметров социально-экономического развития региона и параметров бюджета региона, анализе последствий реализации управленческих решений и крупномасштабных проектов, выявлении основных направлений деятельности органов власти для достижения поставленных целей, обосновании инвестиционных проектов. Разработанный подход к формированию модели РСЭС обладает свойствами системности и комплексности в учете параметров и взаимосвязей как внутри системы, так и с внешним миром, предоставляет возможность проведения вычислительных экспериментов с учетом многокритериальности регионального развития посредством включения в индикативный план разноплановых показателей. Отличительной особенностью является возможность применения нечетких формулировок, свойственных ЛПР в данной сфере, и преобразования их в количественно измеримые параметры управляющих воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атаева А.Г., Исламова Д.В., Мустафин Э.Р., Орешников В.В.** (2011). Сравнительный анализ моделей регионального развития // *Управление экономическими системами (электронный журнал)*. [Электронный ресурс] № 10(34). УЭК. Кисловодск: НОУ ВПО "Кисловодский институт экономики и права". Режим доступа: <http://uecs.ru/component/flexicontent/items/item/737-2011-10-31-06-45-59?pop=1&tmpl=component&print=1>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: июль 2015 г.).
- Бахтизин А.Р.** (2008). Использование CGE-моделей для оценки эффективности управленческих решений // *Проблемы управления*. № 5. С. 36–42.
- Гайнанов Д.А., Атаева А.Г., Гафарова Е.А., Мигранова Л.И., Низамутдинов М.М., Нагимов Р.М., Орешников В.В., Ямилова Л.С.** (2014). Инструментарий и технологии моделирования развития территориальных систем регионального и муниципального уровней. Уфа: ИСЭИ УНЦ РАН.
- Ильясов Б.Г., Дегтярева И.В., Макарова Е.А., Валитов Р.Р.** (2012). Система интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении макроэкономическим воспроизводственным процессом на основе имитационного моделирования // *Вестник УГАТУ*. № 3. С. 217–229.

- Макаров В.Л., Бахтизин А.Р.** (2009). Новый инструментарий в общественных науках – агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // *Экономика и управление*. № 12. С. 13–25.
- Низамутдинов М.М.** (2009). Имитационное моделирование как инструмент обоснования среднесрочных стратегий регионального развития // *Экономика и управление: научно-практический журнал*. № 5. С. 104–110.
- Печаткин В.В.** (2013). Инвестиционно-инновационное развитие регионов России: ключевые проблемы и направления их решения // *Экономическое возрождение России*. № 3. С. 75–78.
- Суспицын С.А.** (2009). Концепт-модели стратегического прогнозирования и индикативного планирования регионального развития // *Регион: экономика и социология*. № 1. С. 40–63.
- Узяков М.Н.** (2000). Проблемы построения межотраслевой модели равновесия российской экономики // *Проблемы прогнозирования*. № 2. С. 18–33.
- Фаттахов Р.В.** (2012). Система моделей оценки крупномасштабных инвестиционных проектов в регионе // *Вестник Финансового университета*. № 2. С. 88–100.
- Amisano G., Geweke J.** (2013). Prediction Using Several Macroeconomic Models. Working paper series No. 1537.
- Andriantiatsaholiniaina L.A., Kouikoglou V.S., Phillis Y.A.** (2004). Evaluating Strategies for Sustainable Development: Fuzzy Logic Reasoning and Sensitivity Analysis // *Ecological Economics*. No. 48. P. 149–172.
- Fromm G., Klein L.R., Schink G.R.** (1972). Short- and Long-Term Simulations with the Brookings Model // *Econometric Models of Cyclical Behavior*. Vol. 1–2. P. 201–292.
- Robinson Sh.** (2006). Macro Models and Multipliers: Leontief, Stone, Keynes, and CGE-Models // *New York: Springer Science*. No. 11. P. 205–232.

REFERENCES (with English translation or transliteration)

- Amisano G., Geweke J.** (2013). Prediction Using Several Macroeconomic Models. Working paper series No. 1537.
- Andriantiatsaholiniaina L.A., Kouikoglou V.S., Phillis Y.A.** (2004). Evaluating Strategies for Sustainable Development: Fuzzy Logic Reasoning and Sensitivity Analysis. *Ecological Economics* 48, 149–172.
- Ataeva A.G., Islamova D.V., Mustafin E.R., Oreshnikov V.V.** (2011). Comparative Analysis of Regional Development Models. *Management of Economic Systems (Electronic Journal)*, 10(34) UEkS – Kislovodsk: NOU VPO “Kislovodsk Institute of Economics and Law”. Available at: <http://uecs.ru/component/flexicontent/items/item/737-2011-10-31-06-45-59?pop=1&tmpl=component&print=1> (accessed: July 2015, in Russian).
- Bakhtizin A.R.** (2008). Application of CGE Models for Estimating the Efficiency of Managerial Decisions. *Problemy Upravleniya* 5, 36–42 (in Russian).
- Fattakhov R.V.** (2012). The System Models the Evaluation of Large Investment Projects in the Region. *The Bulletin of the Financial University* 2, 88–100 (in Russian).
- Fromm G., Klein L.R., Schink G.R.** (1972). Short- and Long-Term Simulations with the Brookings Model. *Econometric Models of Cyclical Behavior* 1–2, 201–292.
- Gaynanov D.A., Ataeva A.G., Gafarova E.A., Migranova L.I., Nizamutdinov M.M., Nagimov R.M., Oreshnikov V.V., Yamilova L.S.** (2014). Tools and Modeling Techniques for the Development of Territorial Systems of the Regional and Municipal Levels. Ufa: ISEI UNTs RAN (in Russian).
- Il'yasov B.G., Degtyareva I.V., Makarova E.A., Valitov R.R.** (2012). The System of Intellectual Support of Decision Making in the Management of Macro-Economic Reproduction Process on the Basis of Simulation. *Vestnik UGATU* 3, 217–229 (in Russian).
- Makarov V.L., Bakhtizin A.R.** (2009). New Tools in the Social Sciences, Agent-Oriented Models: a General Description and Specific Examples. *Economics and Management: Research and Practice Journal* 12, 13–25 (in Russian).
- Nizamutdinov M.M.** (2009). Simulation Modeling as a Tool to Justify the Medium-Term Regional Development Strategies. *Economics and Management: Research and Practice Journal* 5, 104–110 (in Russian).
- Pechatkin V.V.** (2013). Investment and Innovative Development of the Russian Regions: the Key Issues and the Directions of their Solutions. *Economic Revival of Russia* 3, 75–78 (in Russian).

- Robinson Sh.** (2006). Macro Models and Multipliers: Leontief, Stone, Keynes, and CGE-Models. *New York: Springer Science* 11, 205–232.
- Suspitsyn S.A.** (2009). The Conceptual Model of Strategic Forecasting and Indicative Planning of Regional Development. *Region: Economics and Sociology* 1, 40–63 (in Russian).
- Uzyakov M.N.** (2000). The Problem of Constructing Inter-Sectoral Equilibrium Model of the Russian Economy. *Studies on Russian Economic Development* 2, 18–33 (in Russian).

Поступила в редакцию

27.04.2015 г.

Formation of the Target Indicators of Regional Development Strategy Using Fuzzy Logic Algorithms

M.M. Nizamutdinov, V.V. Oreshnikov

The article deals with the strategy of regional development on the basis tools of economic-mathematical modeling of social and economic systems. Preliminary analysis of approaches and software solutions in this sphere showed that in the first instance the aspects of definition of the quantitative characteristics require consideration of the purposes of development and elaboration of regulatory impact for their achievement. The approach to formation of the indicative plan and parameters of control within justification of medium-term strategy of regional development, integrating procedures of the goal-setting and regulation, characterized by the existence of indistinct algorithm of classification of situations and corrections the values of parameters of management in the conditions of mutual adaptation of interests of the various subsystems of the region. Criteria of assessment of the situation, function of accessory and base of indistinct rules were developed for use of methods of fuzzy logic. Besides, created the complex of adjustment rules of the control parameters. The proposed approach allows to associate a model of functioning of the economic agents with a model definition of the objectives of regional development into a unified system of feedback control, and ensure the most efficient use of resources at the formation of the medium-term strategy of regional development.

Keywords: regional development strategy, indicative plan, modeling, fuzzy logic.

JEL Classification: C69.