

О ВОЗМОЖНОСТЯХ СИНТЕЗА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

Г.В. Горелова

Южный федеральный университет
Россия, 347924, Таганрог, Чехова ул., 22
E-mail: gorelova-37@mail.ru

А.В. Масленникова

Центр исследования устойчивости и нелинейной динамики при ИМАШ РАН
Россия, 125430, Москва, ул. Митинская, 40-1
E-mail: annuchka15@gmail.com

Ключевые слова: закономерности сложных систем, социально-экономическая система, когнитивная методология, системная динамика, композиция, стратегия развития, регион.

Аннотация: Наличие ряда общих закономерностей, присущих в той или иной мере сложным системам (социальным, экономическим, экологическим, политическим и др.) позволяет предложить идею разработки подходов к их исследованию, синтезирующих различные как общетеоретические, так и специфические для каждой предметной области модели и методы. В качестве «системообразующего фактора» для этой цели предложено использовать когнитивный подход. Возможность практической реализации такой идеи проиллюстрирована в данной работе результатами композиции когнитивного моделирования сложных систем и системной динамики, позволившей исследовать региональные социально-экономические системы. Данный текст в большой степени носит обзорный характер.

1. Введение

Исследование сложных систем может иметь ряд целей, основными из которых можно считать следующие. Во-первых, это стремление понять и объяснить сложную систему, ее структуру, механизм, поведение, системы. Во-вторых, это прогнозирование возможного развития событий в системе и, на основании этого, в-третьих, разработка и принятие решений либо об управлении системой, либо об адаптации к ней. К настоящему времени для этих целей существует огромное количество подходов, методов, способов как общетеоретических, так и специфических для конкретных предметных областей. И хотя неизбежны и необходимы споры на тему, какой подход, метод и т.п. «лучше» или «хуже» то, если поставить конечной целью исследования сложной системы достижение последовательно всех этих целей, можно подумать о композиции различных методов. Т.е. реализовать методологически и программно часто провозглашаемую идею междисциплинарного подхода. Это в особенности актуально в исследованиях социально-экономических, политических, экологических и других сложных систем, состоящих из разнородных подсистем и элементов, изучаемых разными методами. За-

дача усложняется тем, что важнейшим элементом (объектом и субъектом) таких систем является человек. Кроме того, для сложных систем для достижения названных целей реальный «эксперимент» на них недопустим и опасен. Необходимо имитационное моделирование.

Принципиальная возможность разработки некоторого обобщающего подхода к исследованию сложных систем и их имитационному моделированию базируется теоретически, с нашей точки зрения, на том, что сложным системам разной природы присущ ряд общих взаимосвязанных закономерностей. В работе [1] выделены следующие закономерности, если кратко: *взаимодействия частей и целого* (целостность – эмерджентность и интегративность), существует закономерность, двойственная к целостности – физическая аддитивность (суммативность), особенность, независимость; *иерархической упорядоченности* систем (коммуникативность, иерархичность); *функционирования и развития* систем (историчность, самоорганизация); *осуществимости* систем (эквивифициальность, закон необходимого разнообразия, потенциальная эффективность); *целобразования*. Понимание этих закономерностей и их обязательный учет позволяет рационально обосновывать выбор соответствующих методов исследования, «синтезировать» их, достигая целей исследования и обеспечивая общеметодологическую базу исследований сложных систем.

В качестве систематизирующей базы организации исследования, программой, задающей последовательность исследовательских действий, принят «метанабор описания объекта (системы)» [2, с. 9, 34-36], как «метамодель исследования» (1), в которую введен «наблюдатель» M_n для учета факта влияния исследователя (наблюдателя) как на систему, так и на результаты ее исследования

$$(1) \quad M = \{M_O(Y, U, P), M_E(X), M_{OE}, M_D(Q), M_{MO}, M_{ME}, M_U, A, M_n\},$$

где M : $M_O(Y, U, P)$ – идентифицирующая модель системы (модель объекта), в которой вектор Y – эндогенные переменные, U – вектор управляемых переменных, P – вектор ресурсов; M_E – модель окружающей среды, X – экзогенные величины; $M_{OE} = \{M_{SX}, M_{SY}\}$ – модель взаимодействия объекта и среды (M_{SX}, M_{SY} – модели связи системы со средой на входе и выходе); $M_D(Q)$ – модель поведения системы, Q – возмущающие воздействия, M_{MO} и M_{ME} – модели измерения состояния системы и окружающей среды; M_U – модель управляющей системы; A – правило выбора процессов изменения объекта. Существенным в этой метамодели является учет не только самой системы, но и той среды, в которой она существует. Введение «наблюдателя» в метамодель позволяет строить методологию исследования и принятия решений с учетом развития процесса познания объекта в сознании исследователя. Это тем более важно, что и в процессе исследования, и в процессе принятия решений необходимо учитывать риск человеческого фактора [3].

В данной работе представлены теоретические основы и некоторые практические результаты когнитивного имитационного моделирования региональной социально-экономической системы, основанного на композиции методов когнитивного моделирования сложных систем [4-7] и имитационного моделирования [8-10]. В настоящее время к имитационному моделированию принято относить группы методов как классического имитационного моделирования [8,9], так и разрабатываемые в последнее время [10]. Это, главным образом, имитационное статистическое моделирование (метод Монте-Карло и др.), «классическая» системная динамика (модели мировой динамики и народонаселения, Дж. Форрестер, Доннела и Деннис Медоуз, В.М. Матросов), а также системная динамика, включающая качественные модели (графические диаграммы прямых и обратных причинно-следственных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени), количественные модели (потокосые – Resource-Based View, RBV, дискретно-событийные – Discrete event modeling, агентные – agents simulation) и

ситуационное моделирование (situational simulation). Сюда могут быть отнесены также когнитивный анализ и управление ситуациями (ИПУ РАН) и когнитивное моделирование сложных систем (ЮФУ, г. Таганрог).

2. Композиция методов когнитивного моделирования сложных систем и системной динамики

2.1. О методологии когнитивного моделирования сложных систем

Основное отличие разрабатываемой когнитивной методологии и когнитивного моделирования сложных систем [] от работ по когнитивному моделированию в других направлениях когнитивных наук можно указать в том, что в последних главным объектом исследования является субъект, в когнитивных же исследованиях сложных систем (социально-экономических и т.п.) объектом исследования является сама сложная система с учетом человеческого фактора, и исследовательские действия направлены на «совершенствование» объекта (сложной системы), а не субъекта. Отличие от работ по когнитивному анализу и управлению ситуациями, например, [12-14] и др. работ в этом направлении состоит в систематизации исследования моделью метанабора исследования (1), а также во взаимосвязанном решении набора задач системного анализа. А именно: идентификации объекта и окружающей среды в виде когнитивной модели (экспертные, статистические и др. методы идентификации); анализа путей и циклов когнитивной модели (методы теории графов); анализа наблюдаемости, управляемости, устойчивости, чувствительности, адаптируемости (методы теории управления); декомпозиции – композиции (методы общей теории систем); анализа различных аспектов сложности, анализа связности (методы теории графов, топологического анализа систем - q -связности); сценарный анализ (методы моделирования сценариев, ситуационного анализа, импульсного моделирования); принятия решений в условиях различного рода неопределенности, сопутствующей существованию и изучению сложной системы (методы теории принятия решений для задач в условиях вероятностной неопределенности – методы решения задач оптимума номинала [15], в условиях конфликта, кооперации – методы теории игр). Задачи разработки когнитивных моделей в виде когнитивных карт и импульсное моделирование (сценарный анализ) являются традиционными для когнитивного анализа. Идея объединения решений всех вышеназванных задач в единую методологическую систему базировалась на работах [16-20].

Заметим, что принятие решений исследователем происходит как по отношению к самому изучаемому объекту, так и по отношению к самому процессу исследования. В процессе исследования и последовательного принятия решений экспертом модели метанабора могут видоизменяться, естественно, как и уровень познания объекта исследователем. Когнитивное моделирование сложных систем поддерживается программной системой когнитивного моделирования ПС КМ [4]. На рис. 1 изображена укрупненная схема этапов когнитивного моделирования сложных систем [4-7].

Итак, в данном случае *когнитивная методология* исследования сложных систем определяется как организация познавательной деятельности исследователя, состоящая в определении цели, объекта и предмета исследования, реализации модели метанабора исследования, применении системы методов, способов, моделей, информационных технологий когнитивного моделирования.

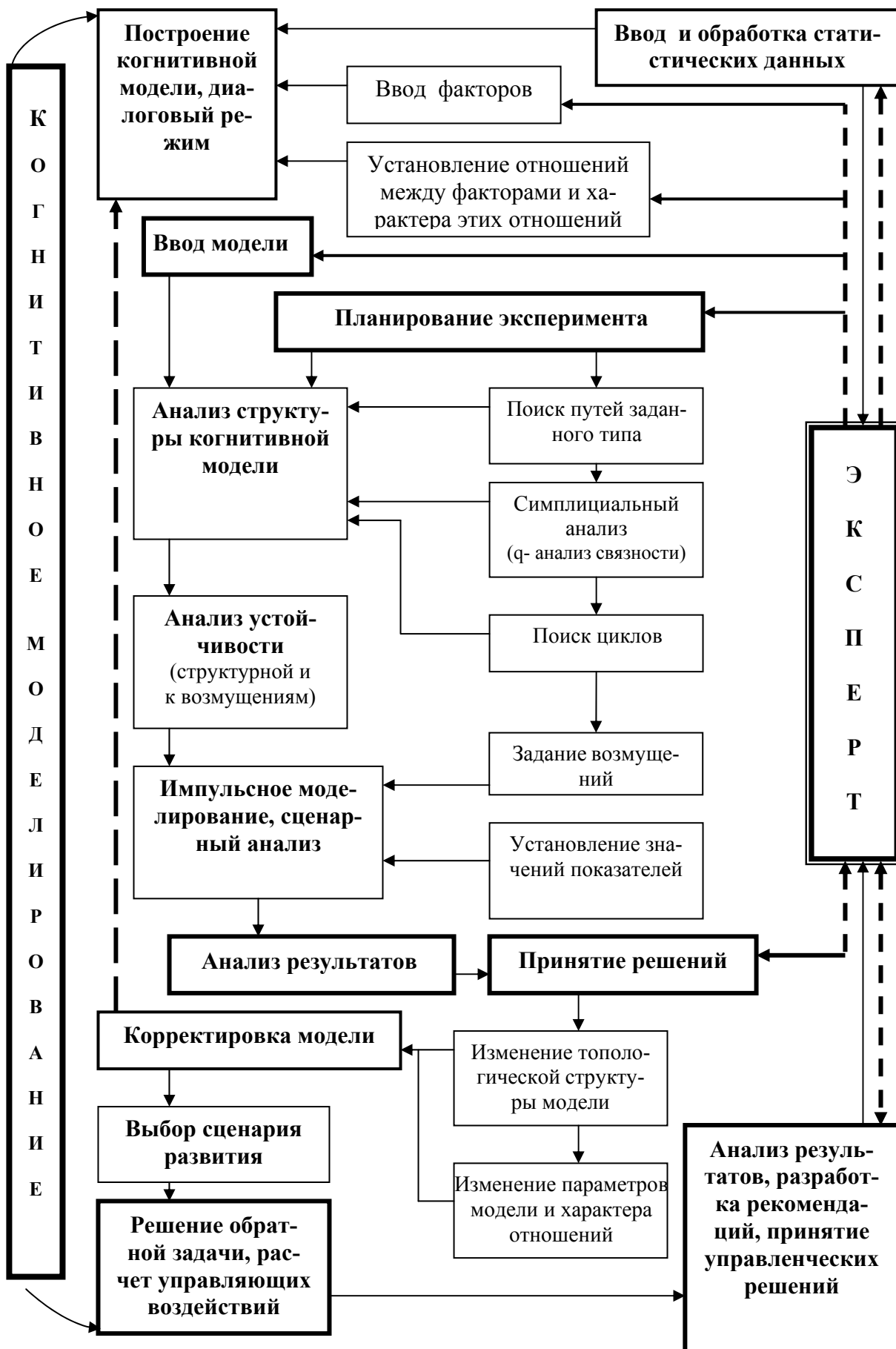


Рис. 1. Схема методологии когнитивного моделирования.

Использование когнитивной методологии позволяет понимать и объяснять механизм явлений и процессов в объекте, разрабатывать возможные сценарии его развития и выбирать лучший в качестве желаемой стратегии развития, обосновывать эффективные решения по управлению объектом или адаптироваться к окружающей среде. *Когнитивное моделирование* – это инструмент исследователя для решения набора системных задач, что позволяет не только анализировать различные аспекты сложной системы, но и уточнять когнитивные модели.

В процессе исследований сложной системы могут быть разработаны различные формы когнитивной модели, но идентификация сложного объекта начинается с разработки когнитивной карты, причем для социально-экономических, политических систем и пр. это чаще всего может быть только «неформальная» когнитивная карта в терминологии [21-23].

2.2. Композиция когнитивных моделей и моделей системной динамики

Композиция когнитивных моделей и моделей системной динамики дает возможность построить модель в виде параметрического векторного функционального графа. Как известно [2,4,11], параметрический векторный функциональный граф – это

$$(2) \quad \Phi_n \langle \langle V, E \rangle, X, F, \theta \rangle,$$

где: $G = \langle V, E \rangle$ – знаковый ориентированный граф (когнитивная карта), в котором V – множество вершин, вершины («концепты») $v_i \in V, i = 1, 2, \dots, k$ являются элементами изучаемой системы; E – множество дуг, дуги $e_{ij} \in E, i, j = 1, 2, \dots, n$ отражают взаимосвязь между вершинами v_i и v_j ; $X: V \rightarrow \theta, X$ – множество параметров вершин, $X = \{X^{(v_i)} \mid X^{(v_i)} \in X, i = 1, 2, \dots, k\}, X^{(v_i)} = \{x^{(i)}_g\}, g = 1, 2, \dots, l, x^{(i)}_g$ – g -параметр вершины v_i ; θ – пространство параметров вершин; $F = F(X, E) = f(x_i, x_j, e_{ij})$ – функционал преобразования дуг, где f_{ij} – это функциональная зависимость параметров вершин, которая ставится в соответствие каждой дуге. Зависимость f_{ij} может быть не только функциональной, но и стохастической. Кроме того, в более простом варианте она может существовать как весовой коэффициент w_{ij} . Т.е. в матрице функционального графа могут быть блоки (подграфы) в виде когнитивной карты (знаковый ориентированный граф), блоки типа «взвешенный граф» с отношениями w_{ij} , «функциональные» блоки, с отношениями типа функция $f(x_i, x_j, e_{ij})$. В общем случае матрица функционального графа может иметь вид

| | V_1 | V_2 | ... | V_{j-1} | V_j | V_{j+1} | ... | V_{k-1} | V_k |
|-----------|-------------|-------------|-----|---------------|-------------|-------------|-----|-----------|-------------|
| V_1 | 0 | +1 | ... | -1 | $w_{1,j}$ | 0 | ... | -1 | 0 |
| V_2 | 0 | 0 | ... | +1 | 0 | $w_{2,j+1}$ | ... | 0 | $w_{2,k}$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| V_{i-1} | +1 | +1 | ... | 0 | -1 | 0 | ... | +1 | $w_{i-1,k}$ |
| V_i | $f_{i,1}$ | $f_{i,2}$ | ... | 0 | f_{ij} | $w_{i,j+1}$ | ... | 0 | $w_{i,k}$ |
| V_{i+1} | $f_{i+1,1}$ | $f_{i+1,2}$ | ... | $f_{i+1,j-1}$ | 0 | 0 | ... | 0 | 0 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| V_{k-1} | $f_{k-1,2}$ | $f_{k-1,2}$ | ... | 0 | $f_{k-1,j}$ | +1 | ... | 0 | +1 |
| V_k | $f_{k,1}$ | 0 | ... | $f_{k,j-1}$ | $f_{k,j}$ | 0 | ... | 0 | 0 |

Подграф когнитивной модели Φ_n может быть моделью системной динамики, поскольку структура такой модели (диаграммы причинно-следственных связей) также

представима графом. Для этого необходимо уравнения системной динамики изобразить в виде определенной структуры G_S , отражающей факт взаимосвязи параметров модели.

Возможны две формы разработки такой общей модели: «сверху» и «снизу». «Сверху»: на начальном этапе разрабатывается когнитивная модель в виде «стартовой» когнитивной карты G_0 , которая в дальнейшем уточняется и достраивается до параметрического функционального графа (2), если в структуре общей модели имеются и качественные факторы (например, природная среда), и количественные (например, доходы населения, объем промышленного производства и т.п.). В этом случае ее подграфом G_S может стать модель системной динамики, которая уже существует или строится по соответствующим технологиям системной динамики.

При построении «снизу» разрабатываются сначала отдельные блоки когнитивной модели, а далее происходит синтез их в общую когнитивную модель. Рациональным представляется путь последовательного построения «сверху» - «снизу».

Таким образом, пусть имеются модели в виде графов типа G_0 и G_S . Общая модель определяется операцией композиции графов

$$(3) \quad \Phi_n = G_0 \circ G_S.$$

Этот принцип был применен при анализе системы «Юг России» и при проектировании стратегии развития Чусовского муниципального образования Пермской области [24-31].

3. Когнитивное имитационное моделирование региональной социально-экономической системы

При анализе социально-экономической системы «Юг России» и разработке возможных сценариев ее развития, а также при проектировании стратегии развития Чусовского муниципального района был применен принцип «сверху» - «снизу» для последовательного построения когнитивной модели соответствующего региона.

При этих исследованиях в качестве системообразующей базовой модели социально-экономического механизма региона была использована схема академика А.Г. Гранберга [32], адаптированная к современным региональным условиям изучаемых систем. На ее основе была разработана модель в виде модифицированного параметрического векторного функционального графа, включающая подграфы из элементов моделей системной динамики [33, 34]. Далее разработанные имитационные модели в виде композиции – формула (3) – были проанализированы в соответствии с требованиями когнитивной методологии – рис.1 (анализ устойчивости системы к возмущениям, анализ структурной устойчивости, анализ сложности и связности системы, анализ возможных сценариев развития системы).

Для математического моделирования процессов социально-экономического взаимодействия региональных систем Юга России между собой и с регионами РФ была адаптирована разработанная под руководством В.М. Матросова динамическая модель межрегионального развития РФ [34]. Разработка динамической модели межрегионального развития опиралась не только на опыт построения моделей региональной экономики [32,36,37], систему эколого-экономических моделей «Регион» [35], но и использовались методологии построения динамической модели, предложенные Дж. Форрестером в модели мировой динамики [8] и результаты последующих модификаций этой модели, полученные под руководством академика В.М. Матросова [34, 36]. В разработанной модели Российская Федерация представлена как сложная динамическая система, состоящая из взаимодействующих региональных подсистем.

Региональная социально-экономическая система в динамической модели межрегионального развития описывается уравнениями: качество жизни населения в регионе (4), динамика населения, динамика основных фондов, валовой региональный продукт, текущий средний уровень цен, уровень заработной платы и др.

$$(4) \quad Q_i = \text{sign}_s \left(\frac{2 F_i(t)}{q_F X(t)} \right) \text{sign}_s \left(\frac{2 S_i(t)}{q_S X(t)} \right) \text{sign}_s \left(\frac{2}{q_R R_i(t)} \right),$$

где q_F – коэффициент зависимости качества жизни от уровня обеспеченности основными фондами, q_S – коэффициент зависимости качества жизни от уровня обеспеченности зарплатой, q_R – коэффициент зависимости качества жизни от плотности населения, $F_i(t)/X(t)$ – количество основных фондов i – региона в соответствии с текущим уровнем цен $X(t)$, приходящихся на одного жителя региона, $S_i(t)/X(t)$ – количество товаров, которое может купить на заработную плату житель региона. Каждый из входящих в формулу (4) параметров определяется своим выражением. Так, например, уровень зарплаты $S_i(t) = v \cdot V_i(t) / P_i(t)$, где v – норма зарплаты, $V_i(t)$ – валовой региональный продукт, $P_i(t)$ – численность населения региона в момент времени t . И т.д.

Структура формулы (4) может быть представлена графом рис. 2. Его вершины разворачиваются в структуры, определяемые теми или иными формулами. Например, вершина $V10(1)$ – «уровень обеспеченности основными фондами» изображена на рис. 3.

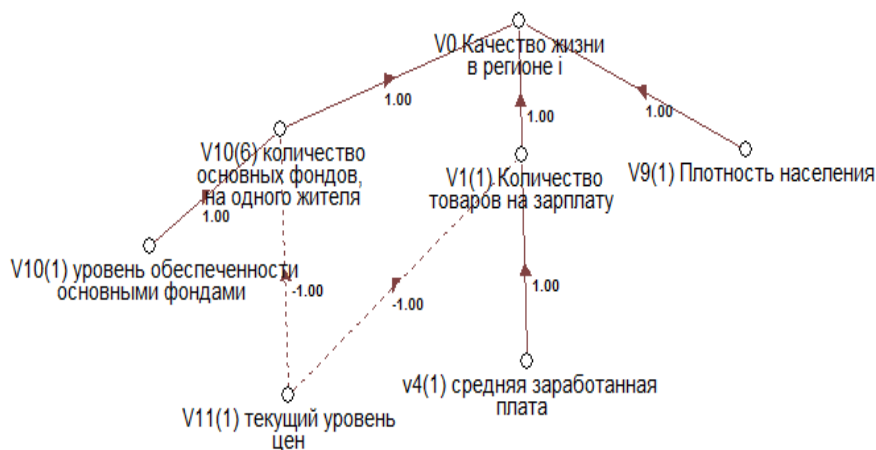


Рис. 2. Когнитивная карта «Качество жизни».



Рис. 3. Когнитивная карта «Уровень обеспеченности основными фондами».

Рисунки 2 и 3 выполнены с помощью программной системы когнитивного моделирования ПСКМ [4]. Объединение отдельных когнитивных карт, аналогичных рис. 2 и 3, в общую было произведено через одноименные вершины и в результате был получен блок когнитивной модели «Качество жизни» из имеющихся уравнений системной динамики. Композиция этого блока с картой регионального социально-экономического механизма, построенной на основе схемы Гранберга [32], позволила получить когнитивную модель социально-экономической системы региона с целевой вершиной V_0 - «Качество жизни населения», рис. 4.

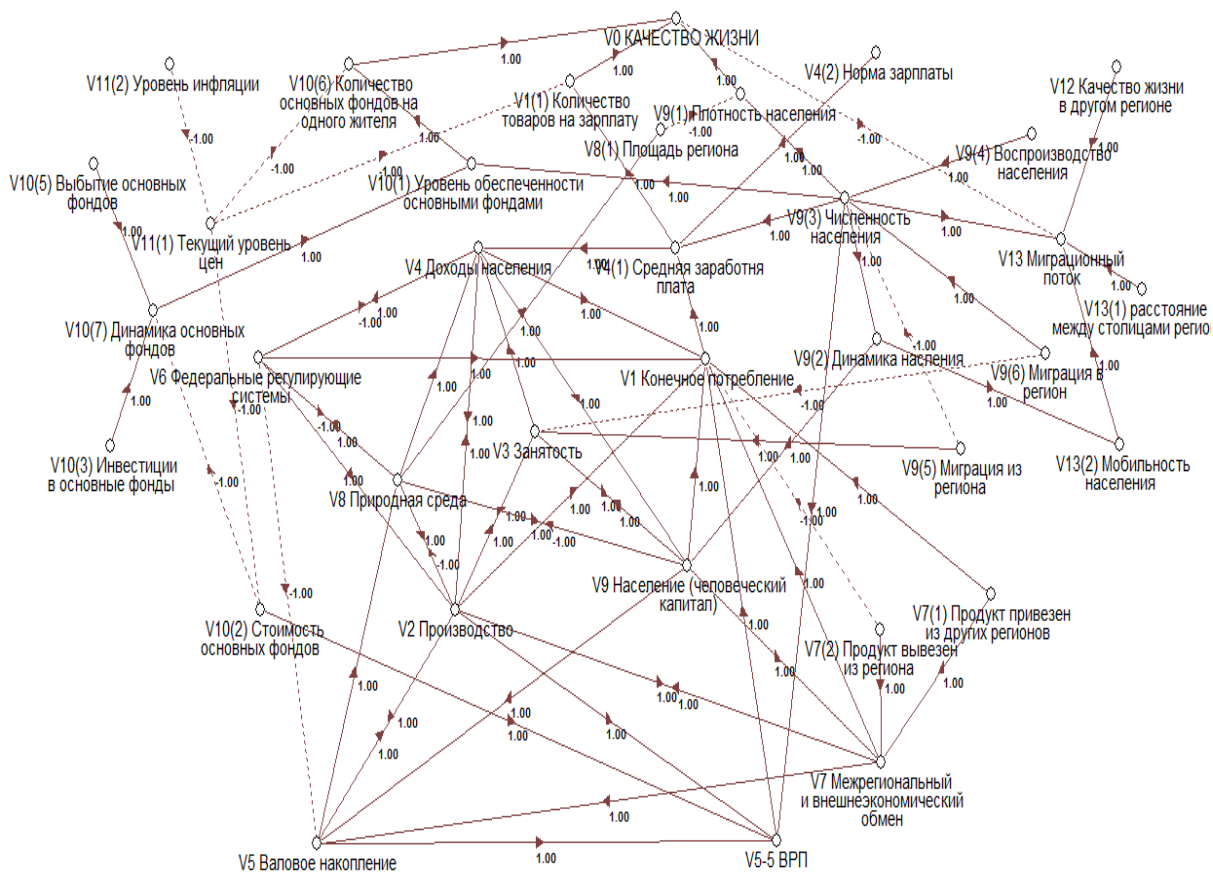


Рис. 4. Когнитивная модель G «Региональная система».

На модели G были проведены все исследования, предусмотренные когнитивным моделированием с помощью ПСКМ. Были получены сценарии возможного развития ситуаций (научное предвидение, качественный анализ) в исследуемых регионах. Кроме того, было проведено моделирование по блоку «Качество жизни» [25-31,33], давшее количественные прогнозы развития ситуаций в исследуемой системе Юга России и Чусовского муниципального образования.

4. Заключение

Объединение существующих технологий когнитивного моделирования и технологий системной динамики существенно расширяет возможности исследования таких сложных систем, как социально-экономические, политические, экологические. Имитационное моделирование систем «Чусовское муниципальное образование», «Юг Рос-

сии» с помощью предложенного инструментария позволило выявить механизм явлений и тенденций развития ситуаций в этих сложных системах при инерционном развитии и при модельных сценариях и предложить обоснованные стратегии их развития. Разработанный инструментарий предназначен для применения в интеллектуальных системах поддержки принятия решений.

Исследования выполнялись в течении ряда лет при поддержке РГНФ, РФФИ: проект №05-02-02199а Российского научного гуманитарного фонда (РГНФ) в 2005 г. «Исследование уровня жизни населения и разработка статистических когнитивных моделей прогнозирования и устойчивого развития», проект № 05-08-33501-а Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в 2007 г. Также выполнялся проект по гранту ЮФУ 2007-2008 гг., К-07-Т-68: «Адаптация народов Юга России к трансформационным изменениям», проект по гранту ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры», 08-07-00319-а (GRID) и 08-08-009-а, грант № 2009-1.1-306-077-004 «Моделирование процессов социального взаимодействия и проблем национальной безопасности Юга России». Был выполнен муниципальный контракт № 01/05.2 на разработку научно-исследовательской работы: «Стратегия социально-экономического развития Чусовского муниципального района Пермского края на 2013-2027 годы». Стратегия утверждена в 2013 году.

Список литературы

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: уч. СПб.: Изд. СПГГТУ, 2005. 520 с.
2. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.С. Ковалевский, С.А. Косяченко, Р.М. Нижегородцев, И.В. Чернов (Научное издание). М.: ИПУ РАН, 2002. 122 с.
3. Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. М.: КомКнига, 2006. 496 с.
4. Горелова Г.В., Захарова Е.Н, Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2006. 332 с.
5. Горелова Г.В. О когнитивном моделировании сложных систем, инструментарий исследования // Известия ТТИ ЮФУ. 2012. Вып. 6. С. 236-240.
6. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 3. С. 239-250.
7. Горелова Г.В. Инструментарий исследований социально-экономических систем на основе имитационного когнитивного моделирования // Международн. научно-практ. конф. «Проблемы обеспечения экономической безопасности и качественной социохозяйственной динамики: экономико-правовые аспекты». ОАЭ, Дубай, 01-07.02.2013: сб. материалов / Под. ред. О.Н. Иншакова, Г.Б. Клейнера, В.В. Сорокожердьева. Краснодар, 2013. С. 109-114.
8. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978. 167 с.
9. Хемди А. Таха. Глава 18. Имитационное моделирование // Введение в исследование операций. Operations Research: An Introduction. 7-е изд. М.: Вильямс, 2007. С. 697-737.
10. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: уч. пособие. М.: Изд-во МГУ, 2011. 304 с.
11. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, 1986.
12. Прангишвили И.В., Абрамова Н.А., Спиридонов В.Ф., Коврига С.В., Разбегин В.П. Поиск подходов к решению проблем. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». М.: СИНТЕГ, 1999.
13. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию // Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» CASC '2001. М.: ИПУ РАН, 2001. Т. 1. С. 4-18.
14. Абрамова Н.А. Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. 2008. № 3. С. 85-87.
15. Горелова Г.В., Здор В.В., Свечарник Д.В. Метод оптимума номинала и его применения. М.: Энергия, 1997. 200 с.

16. Касти Дж. Большие системы: связность, сложность и катастрофы. М.: Мир, 1982. 216 с.
17. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton: University Press, 1976.
18. Eden C. Cognitive mapping// European Journal of Operational Research. 1998. Vol. 36. P. 1- 13.
19. Atkin R. H., Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations. Interdisciplinary Systems Research, 1997.
20. Atkin R. H., Casti J. Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems. RR-77-International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria. March, 1977.
21. Абрамова Н.А. Экспертная верификация при использовании формальных когнитивных карт. Подходы и практика // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 371-410.
22. Авдеева З.К. Сравнительный анализ выборочных когнитивных карт по степени формализации // Труды VIII Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». М.: ИПУ РАН, 2009. С. 11-22.
23. Абрамова Н.А., Коврига С.В. О проблеме верификации при моделировании слабоструктурированных ситуаций на основе когнитивных карт // Труды Международной мультikonференции «Актуальные проблемы информационно-компьютерных технологий, мехатроники и робототехники» ИКТМР-2009. Таганрог: НИИ МВС ЮФУ, 2009. С. 115-117.
24. Горелова Г.В., Розин М.Д., Рябцев В.Н., С.Я. Суций. Когнитивные исследования проблем Юга России // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления». 2011. № 3. С. 78-93.
25. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной // Международная научно-техническая конференция «Системный анализ и информационные технологии: материалы» SAIT '2013: сб. трудов. Киев: УНК ««ИПСА» НТУУ КПИ», 2011. С. 20-21.
26. Горелова Г.В. Моделирование сценариев развития социально-экономических систем на когнитивных картах регионов Юга России // Международная научно-практическая конференция «Научно-правовое обеспечение развития инновационной экономики и модернизации промышленной политики России», Израиль, февраль 2012: сб. статей, часть 1. Краснодар: Изд-во ЮИМ, 2012. С. 76-86.
27. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проблемы развития юга России: результаты моделирования // 5-я Российская мультikonференция по проблемам управления. Конференция «Управление в технических, эргатических и сетевых системах» УТЭОСС-2012: сб. трудов. СПб., 2012. С. 1152-1155.
28. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Реализация стратегии регионального развития (на примере Прикамья) // 2-я Междунситдная научно-практическая конференция «Свободные экономические зоны и кластеры на международных транспортных коридорах – центры интенсивного регионального и отраслевого развития»: сб. трудов. М.: Институт востоковедения РАН, 2012.
29. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Моделирование развития регионов РФ на основе когнитивной методологии и системной динамики // XIII Международной научной конференции «Модернизация России: ключевые проблемы и решения»: сб. трудов. М.: ИНИОН РАН, 2012.
30. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // Научно-практ. конф. «Системный анализ в экономике»: материалы. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С. 33-45.
31. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Композиция когнитивного моделирования и системной динамики для решения задач управления развитием региональных систем // 6-я Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2013, УИнтЭргОС-2013: сб. трудов в 4-х т. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2013. Т. 3. С. 94-97.
32. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. Гос. Ун-т – Высшая школа экономики. 5-е изд. [стер.]. М. Изд.дом ГУ ВШЭ, 2006. 495 с.
33. Масленникова А.В. Исследование социально-эколого-экономического потенциала региональной системы для реализации стратегии устойчивого развития // «Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения». Ростов-на-Дону: Изд-во РГУПС, 2008. № 4. С. 95-101.
34. Матросов В.М., Измоденова-Матросова К.В. Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчивое развитие. Курс лекций. М.: Academia, 2005. 68 с.
35. Моделирование и управление процессами регионального развития / Под ред. С.Н. Васильева. М.: Физматлит, 2001. 432 с.
36. Новая парадигма развития России (Комплексные исследования проблем устойчивого развития) / Под ред. В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.К. Левашова. Второе издание. М.: Академия, Иркутск: РИЦ ГП «Облформпечать», 2000. 460 с.
37. Сиразетдинов Т.К., Родионов В.В., Сиразетдинов Р.Т.. Динамическое моделирование экономики региона. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. 320 с.