

2. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. WMO-No. 168. Sixth edition. 2009.
3. Добронец Б.С., Попова О.А. Численные операции над случайными величинами и их приложения // Журн. СФУ. Сер. Матем. и физ. – 2011. – № 2. – С. 229-239.
4. Добронец Б.С., Попова О.А. Элементы численного вероятностного анализа // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. – 2012 – № 2 (42). – С. 19-23.
5. Попова О.А. Технология извлечения и визуализации знаний на основе численного вероятностного анализа неопределенных данных // Информатизация и связь. – 2013. – № 2. – С. 63-66.

Статью рекомендовал к публикации д.ф.-м.н., профессор В.Д. Кошур.

Добронец Борис Станиславович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ); e-mail: B Dobronets@sfu-kras.ru; 660041, г. Красноярск, Свободный, 79; тел.: +79130407752; кафедра информационных систем; д.ф.-м.н.; профессор.

Попова Ольга Аркадьевна – Саяно-Шушенский филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»; e-mail: olgaarc@yandex.ru; 660041, г. Красноярск, Свободный, 79; тел.: 89135985288; кафедра фундаментальной подготовки; к.т.н.; доцент.

Dobronets Boris Stanislavovich – Federal State-owner Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Educational “Siberian Federal University”; e-mail: B Dobronets@sfu-kras.ru; 79, Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia; phone: +79130407752; the department of information systems; dr. of phis.-math. sc.; professor.

Popova Olga Arkadevna – Sayano-Shushunsky Branch of Federal State-owner Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Educational “Siberian Federal University”; e-mail: olgaarc@yandex.ru; 79, Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia; phone: +79135985288; the department of basic training; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 30, 34, 519.7 и 519.8

Г.В. Горелова, В.Н. Рябцев

РАЗРАБОТКА КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКИЙ РЕГИОН)*

Рассматриваются возможности и результаты когнитивного моделирования таких сложных систем, как нестабильные геополитические регионы. Разработанная когнитивная методология дает возможность объединения подходов, приемов, методов различных дисциплин в систему методов, необходимых для решения комплекса задач: идентификации объекта в виде когнитивной модели (карты), анализа путей и циклов когнитивной модели, сценарного анализа и разработки возможных стратегий развития системы, решения обратной задачи (поиска управляющих решений, обеспечивающих желаемую стратегию развития), решения задач реализации, наблюдаемости, управляемости, оптимизации, прогнозирования, анализа связности и сложности системы, задачи композиции – декомпозиции, анализа устойчивости, анализа чувствительности, катастроф, адаптируемости, самоорганизации системы, принятия решений. Представлен разработанный инструментарий имитационного когнитивного моделирования геополитических регионов. Инструментарий является адаптацией разработанных ранее методов и моделей когнитивного моделирова-

* Работа выполнена по гранту ЮФУ № 213.01 24/2013 178.

ния к специфике лимитрофных зон, охватывающих совокупность различных территорий. Теоретические разработки были апробированы в исследованиях Черноморско-Каспийского региона (ЧКР). Были созданы когнитивные модели Кавказской, Каспийской, Черноморской площадок ЧКР и всего ЧКР. Проведено имитационное моделирование возможных сценариев развития региона.

Геополитический регион; лимитроф; когнитивное моделирование; когнитивная модель; сценарий развития; безопасность.

G.V. Gorelova, V.N. Ryabzev

DEVELOPMENT OF COGNITIVE MODELS GEOPOLITICAL SYSTEMS (BLACK SEA-CASPIAN REGION)

This article discusses the possibilities and results of cognitive modeling of complex systems such as unstable geopolitical regions. The worked out cognitive methodology gives an opportunity of combining the approaches, methods and techniques from different disciplines in a single system, necessary for the decision of complex of tasks: identification of the object in the form of cognitive models (maps), analysis of ways and cycles of cognitive models, scenario analysis and development of possible strategies of the system, decision of reverse task (search of managing decisions providing the desired strategy of development), decision of tasks of realization, observability, controllability, optimization, prognostication, analysis connectedness and complexity of the system, tasks of composition and decomposition, analysis of stability, analysis sensitiveness, catastrophe, adapting, self-organization, decision making. The developed simulation tools cognitive modeling geopolitical regions. Instrumentation is an adaptation of previously developed methods and models of cognitive modeling to the specifics limitrophe zones covering a set of different areas. Theoretical developments have been tested in studies of the Black Sea-Caspian region (BSR). Cognitive models were created Caucasian, Caspian, Black Sea and all areas BSR. Conducted simulations of possible scenarios for the region.

Geopolitical region; limitrophe; cognitive modeling; cognitive model; scenario development; security.

Введение. Наука геополитика в современном ее содержании начала складываться сравнительно недавно. Сейчас речь уже должна идти о геополитологии, о теории геополитики, как более формализованной науке. В настоящее время в геополитике (геополитологии) используется достаточно широкий набор подходов и методов, в том числе начинают находить более широкое применение методы математического моделирования. Дело в том, что исследование таких сложных систем, как геополитические, не допускают проведение экспериментов на реальных системах (речь не идет о геополитической практике); необходимо проводить исследования на моделях этих систем, особенно в целях безопасности развития территорий и их социумов. Набор методов геополитического моделирования, в том числе математического, пока не слишком велик. Используются, в основном, методы математической статистики, позволяющие работать с количественными, численными данными. А в геополитике преобладают вербальные, качественные данные, находящиеся под заметным влиянием представляющего информацию, что накладывает существенный отпечаток на применяемые методы исследования, объяснения событий и их взаимосвязей, прогнозирования развития систем и принятие управленческих решений. Геополитические системы, как относящиеся к классу сложных (больших) систем, обладают всеми свойствами таких систем и подчиняются их закономерностям, обозначенным в общей теории систем [1, 2, 3]. Поэтому в исследованиях геополитических объектов необходимо учитывать общие положения теории систем, использовать все виды и формы информации как качественной, вербальной, так и количественной, а также серьезно учитывать роль «человеческого фактора» и возможное последующее использование теоретических выводов (или их части) в «своих» интересах. Все это требует применения новых сис-

темных подходов и методов к исследованию геополитических систем помимо методов, традиционно присущих геополитике, и которые, как правило, разрабатывались в других науках (политологии, социологии, политической географии и др.; это также общенаучные подходы, приемы и методы, такие, как системный, деятельностный, сравнительный, исторический, нормативно-ценностный, функциональный, структурно-функциональный анализ, институциональный, антропологический, методы эмпирических исследований и др.) [3]. В данной работе для геополитических исследований было предложено применять методологию когнитивного моделирования [4–14], разрабатываемую для исследований таких сложных систем, как социально-экономические, экологические, политические. Данная методология дает возможность объединения подходов, приемов, методов различных дисциплин в систему методов, необходимых для решения комплекса задач: идентификации объекта в виде когнитивной модели (карты), анализа путей и циклов когнитивной модели, сценарного анализа и разработки возможных стратегий развития системы, решения обратной задачи (поиска управляющих решений, обеспечивающих желаемую стратегию развития), решения задач реализации, наблюдаемости, управляемости, оптимизации, прогнозирования, анализа связности и сложности системы, задачи композиции – декомпозиции, анализа устойчивости, анализа чувствительности, катастроф, адаптируемости, самоорганизации системы, принятия решений. Заметим, что задачи когнитивного анализа (построения когнитивных карт) и управления ситуациями (импульсное моделирование) являются традиционными в когнитивных исследованиях, например [15–17]; разрабатываемая когнитивная методология исследования сложных систем может быть отнесена к классу «имитационное моделирование» и в настоящее время предложена и апробирована на практике композиция когнитивных моделей и моделей системной динамики [8].

Одной из специфических особенностей геополитических исследований, обусловленных их гуманитарной составляющей, является необходимость первоочередного уточнения используемых разными авторами понятий и терминов для исключения разнозначности понимания смыслов терминов. В этих целях приведем определения ряда терминов, которые будут использованы в дальнейшем, прежде чем представить методологию когнитивного моделирования, адаптированную к специфике геополитических объектов, в том числе к объекту «геополитический регион».

Концепты «геополитический регион», «лимитроф». В геополитологии считается, что концепт «регион» является одним из самых труднообъяснимых и неоднозначно толкуемых понятий в социальных науках; диапазон определений колеблется от понимания региона как некоторой ментальной конструкции (конструируемой исследователем реальности) до утверждения, что регион – это объективная политико-географическая реальность. Не менее спорным является и понятие «геополитический регион». Примем нижеследующую трактовку понятия, необходимого в дальнейших исследованиях.

Геополитический регион – это та часть мирового пространства, которая отличается своим «лицом», т.е. специфическим набором свойств, которые, с одной стороны, выделяют ее среди других пространственно-территориальных систем, а с другой стороны, придают ей качество целостности. При этом, как особые части мирового пространства, геополитические регионы могут отличаться как *однородностью* образующих их акторов, т.е. наличием у них ряда общих черт (признаков), так и *разнородностью* (иногда значительной), когда у этих акторов больше различий между собой, чем сходств. Геополитический регион – это совокупность государств, это политически организованное пространство (территория), на котором происходит взаимодействие (положительное, отрицательное) как внутренних, так и внешних акторов («игроков»).

Лимитроф [18–20] буквально *limitrophus* – «граничащий с...» (в исторической интерпретации термина – обозначение граничных областей Римской империи). В данном исследовании это понятие рассматривалось в следующих смыслах:

- ◆ *лимитроф* как отдельное государство – локальный сегмент мирового геопространства, которое испытывает равное или примерно равное культурно-политическое влияние двух и более крупных соседних государств;
- ◆ *лимитроф* как обширная зона–сегмент мирового геопространства, которое характеризуется «вакуумом силы» и отсутствием комплиментарных (доброжелательных) отношений местных акторов; это промежуточное пространство, «междумирье», куда входят неустойчивые окраины имперских систем или периферийные зоны отдельных цивилизаций;
- ◆ *лимитроф* как периферийная зона отдельных государств в виде устойчивого «жесткого кластера» (ЖК) – это геополитический регион (субрегион), отмеченный доминированием комплиментарных отношений входящих в него государств (акторов, «игроков») полностью или в значительной мере замкнутых на одно стержневое государство – «Хозяина» региона;
- ◆ *лимитроф* как периферийная зона отдельных государств в виде неустойчивого «мягкого кластера» по словам Зб. Бзежинского – это может быть: а) нестабильная геополитическая среда, в которой отсутствует стержневое государство и доминируют конфликтные отношения между местными акторами, ориентированными вовне; б) нестабильная геополитическая среда, для которой характерно наличие нескольких «центров силы», конкурирующих между собой, но, в конечном счете, также ориентированных на внерегиональных игроков;
- ◆ *лимитроф* типа «*регион-ворота*» (или «коридоры») – это зоны/территории, которые, как правило, локализованы вдоль геостратегических сфер; для них характерны сравнительно небольшие размеры территории и небольшое по численности население, открытый доступ к внешним (в том числе морским/океаническим) пространствам; в социальном аспекте – это в основном самобытные культурно-исторические центры, особые этнолингвистические общности. Некоторые из таких зон/стран/территорий обладают давними традициями в сфере торговли и немалый опыт посреднической деятельности, имеют солидный предпринимательский потенциал. Не обладая богатыми природными ресурсами, эти зоны/территории, как правило, узко специализированы и потому зависят от внешних источников сырья и рынков сбыта готовой продукции. В настоящее время они формируют транснациональную и надгосударственную сеть глобального масштаба, которая обретает способность все больше влиять на систему международных отношений: как на нее в целом, так и на ее отдельные подсистемы. Полагают, что в качестве основной функции «регионов-ворот» (как транзитных «коридоров») выступает стабилизация мирового геополитического пространства, элементы которой теснее скрепляются, становятся все более и более взаимозависимыми. «Регионы-ворота» как бы призваны стимулировать глобальное экономическое и политическое взаимодействие, налаживать социокультурные контакты, крепить связи между странами и народами;
- ◆ *лимитроф* типа «*разъединительный пояс*» [19, 20] – это сравнительно большие, стратегически расположенные регионы мира, занятые некоторым числом конкурирующих между собой и находящиеся между сталки-

вающимися интересами примыкающих к ним великих держав. В зонах конфликтов, в изобилии представленных в «разъединительных поясах», возникает сложный комплекс («архитектура») взаимоотношений и межгосударственных, и внутригосударственных. Причем ситуация может «замораживаться» на достаточно длительный период времени. Тогда конкретный вариант разблокирования тупиков и «узлов противоречий» вокруг проблемных зон/территорий будет определяться *балансом сил всех вовлеченных в процесс акторов*, их соответствующими возможностями и ресурсами. Поэтому решающим фактором могут оказаться не усилия посредников и миротворцев, а втянутость в процесс заинтересованных сторон. Причем заинтересованностью тех и других в *не разрешении* проблем объясняются многочисленные примеры «замораживания» конфликтов, связанных с сепаратизмом отдельных территорий.

В условиях постбиполярного мира под определение «лимитроф» подпадает каждая из бывших союзных республик Советского Союза (кроме, естественно, России). Для «Запада» возник благоприятный шанс создать вокруг посткоммунистической России «санитарный кордон», новый буферный пояс из ряда новых пограничных с Россией государств. С этих позиций исследование лимитрофных зон вокруг России, исследование возможного развития ситуаций в этих геополитических регионах, имеет чрезвычайно важное значение. Такие исследования, связанные с регионами на юге России были проведены в ЮФУ в рамках ряда грантов. Часть результатов опубликовано в работах [9–14].

В результате проведенного анализа зона Черноморско-Каспийского региона (ЧКР) была классифицирована как часть Великого лимитрофа [20, 21], геополитические процессы в котором могут существенно влиять (и влияют) на появление «санитарного кордона», на безопасность и стабильность России. Для моделирования структуры («архитектуры») этого региона и возможного развития ситуаций в нем была применена адаптированная методология когнитивного моделирования сложных систем [4, 5].

Когнитивная методология исследования геополитических регионов.

Часть I. Разработка когнитивной модели геополитического региона.

Этап 1.1. Предварительная постановка цели исследования, формулировка гипотезы, формализация процесса исследования, разработка программы исследования геополитического региона.

Результат: «когнитивный эскиз» изучаемой проблемы, гипотеза, разработка конкретной метамоделю исследования, программа исследования.

Этап 1.2. Сбор, обработка, анализ информации. Ретроспекция. Диагноз состояния изучаемой геополитической системы (ситуации). Уточнение цели исследования. Когнитивная структуризация знаний эксперта.

1.2.1. Ретроспекция, систематизированное вербальное описание объекта, качественных и количественных его характеристик в виде различных схем визуализация первоначальных представлений об «архитектуре» (структуре) геополитического региона и его внешней среде (составе и «силе» региональных и внерегиональных игроков на той или иной площадке – «место-действии»), о характере и силе межгосударственных взаимодействий как местных, так и внерегиональных игроков.

1.2.2. Определение внутренних и внешних игроков исследуемого геополитического региона, определение проблемной ситуации; выделение факторов, характеризующих изучаемую геополитическую систему, ее развитие, выделение факторов, характеризующих влияние внешней среды на систему.

1.2.3. Определение характера (знака) влияния факторов (положительное, отрицательное, нейтральное в определенных условиях); построение когнитивной модели в виде когнитивной карты (или набора когнитивных карт) – знакового ориентированного графа

$$G = \langle V, E \rangle, \quad (1)$$

где G – 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 .

G_0 (стартовая, начальная модель) строится на основе визуализации первоначальных представлений о структуре системы, ее внешней среде, о характере и силе межгосударственных взаимодействиях местных и внерегиональных игроков. Верификация модели G_0 экспертными методами.

На этом этапе уже возможен переход ко второй части технологии – всестороннему анализу когнитивной карты путем решения последовательности системных задач.

Результат. Схемы (рисунки) «архитектуры» геополитического региона и его внешней среды, стартовая (стартовые) когнитивная карта G_0 (набор когнитивных карт), отражающая знания об объекте в начале исследования.

Этап 1.3. Разработка когнитивной модели Φ_0 (параметрический векторный функциональный граф) на основе когнитивной карты G_0 . Определение силы влияния и взаимовлияния факторов, их закономерности, выраженной коэффициентом, лингвистической переменной, математической формулой.

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

где $G = \langle V, E \rangle$ – когнитивная карта (1), $X: V \rightarrow \theta, X$ – 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} .

Верификация модели экспертными методами. Переход ко второй части технологии.

Результат. «Стартовая» (стартовые) когнитивная модель Φ_0 (набор когнитивных моделей) в виде параметрического векторного функционального графа.

Этап 1.4. Разработка иерархии когнитивных моделей $I\Phi_0$.

Результат. Иерархическая когнитивная модель $I\Phi_0$. Переход ко второй части технологии.

Часть II. Анализ когнитивной модели.

Этап 2.1. Анализ путей и циклов когнитивной модели, выбор цепочек связей, передающих воздействия между заданными (выбранными) вершинами когнитивной модели; выбор маршрутов интересующей исследователя длины; вычислительный эксперимент, верификация результатов.

Результат. Данные о длине маршрутов между заданными вершинами, маршруты максимальной/ минимальной длины. Принятие решения о корректировке модели G_0 или принятие решений о выборе маршрута воздействий на систему по испытываемой модели.

Этап 2.2. Вычислительный эксперимент: анализ устойчивости модельной системы в виде когнитивной карты G_0 к возмущающим и управляющим воздействиям; анализ структурной устойчивости модельной системы; вычислительный эксперимент, верификация результатов.

Результат. Численные значения критерия устойчивости к возмущениям; заключение о структурной устойчивости (неустойчивости) системы. Интерпретация результатов. Принятие решения о корректировке / не корректировке когнитивной модели или об использовании обнаруженных свойств устойчивости/неустойчивости в «своих интересах».

Этап 2.3. Вычислительный эксперимент: топологический анализ (симплициальный анализ) структуры модели, определение q -связности модели, верификация результатов.

Результат. Заключение о q -связности модели. Интерпретация результатов. Принятие решения о поиске и объяснении причин и последствий связности / несвязности исследуемой геополитической системы или о корректировке стартовой модели и проведение дальнейших исследований и принятия решений на модифицированной модели $G_k, k=1,2,3,\dots$

Этап 2.4. Анализ чувствительности решений к вариациям структуры и параметров когнитивной модели.

2.4.1. Анализ чувствительности решений об устойчивости и связности к вариациям вершин когнитивной модели и их параметров; вычислительный эксперимент. Верификация результатов.

2.4.2. Анализ чувствительности решений об устойчивости и связности к вариациям дуг когнитивной модели и их параметров; вычислительный эксперимент. Верификация результатов.

Результат. Заключение о чувствительности/нечувствительности решений к вариациям параметров и структуры модели. Интерпретация результатов.

Этап 2.5. Принятие решений о корректировке / не корректировке стартовой когнитивной модели, разработка новой модели G_k, k – номер новой (модифицированной) модели, $k = 1,2,3,\dots$; проведение повторных исследований на модифицированной модели.

Часть III. Сценарный анализ, импульсное моделирование, прогнозирование динамики развития геополитической системы (региона).

Этап 3.1. Моделирование и анализ результатов эволюционного развития системы, разработка плана импульсного моделирования, выбор вершин (факторов), в которые вносятся модельные возмущения.

Результат. План вычислительного эксперимента.

Этап 3.2. Реализация плана вычислительного эксперимента при однократном или многократном внесении единичных импульсов в намеченные вершины, анализ возможных при этом сценариев развития ситуаций, отражающих динамику моделируемой геополитической системы. Верификация результатов.

Результат. Набор графиков – результатов импульсного моделирования как вариантов прогнозирования/научного предвидения динамики системы (возможного развития ситуаций в системе).

Этап 3.3. Анализ чувствительности решений к вариациям возмущающих воздействий.

Результат. Заключение о чувствительности/нечувствительности решений к вариациям возмущающих воздействий. Верификация и интерпретация результатов. Принятие решений о корректировке / не корректировке когнитивной модели, проведение дальнейших исследований и принятие решений на основании стартовой G_0 или модифицированной модели $G_k, k = 1,2,3,\dots$

Этап 3.4. Выбор желаемого сценария развития ситуаций, разработка на его основе стратегии развития системы, если это входит в задачи исследования.

Результат: Обоснованный всеми этапами моделирования желаемый сценарий развития и на его основе – разработанная стратегия развития геополитической системы (региона).

В процессе данного исследования был апробирован способ систематизации и визуализации информации о геополитических регионах на первых этапах построения и обоснования когнитивных моделей. Предложен способ визуализации, представляющий собой:

- ◆ визуализацию-кодировку игроков (государств) на геополитическом поле кругами различного размера и цвета в зависимости от геополитического «веса» («силы», «значимости», влияния) соответствующего игрока (например, сверхдержава изображается кругом наибольшего диаметра и по мере убывания значимости государства, диаметр круга уменьшается);
- ◆ визуализацию-кодировку сферы и характера влияния страны, союза стран «потенциальным полем» разного размера, цвета, конфигурации;
- ◆ визуализацию-кодировку межгосударственных взаимодействий (отношений между игроками) линиями разной толщины (чем интенсивнее взаимодействие, тем толще линия) и разного цвета, в зависимости от характера взаимодействий – союз, стратегическое партнерство, экономические, культурные взаимодействия, военный конфликт и т.п.

Подобная визуализация существенно упрощает процесс структуризации знаний эксперта в предметной области (геополитолога) и, главное, упрощает и обобщает построение стартовой когнитивной карты G_0 .

В процессе исследования ЧКР были выделены следующие три площадки с внутренними игроками: *Черноморская* (Россия, Украина, Румыния, Албания, Болгария, Греция, Сербия, Македония, Черногория, Приднестровская молдавская республика, Южная Осетия, Абхазия, Грузия, Турция), *Кавказская* (Россия, Южная Осетия, Абхазия, Грузия, Турция, Армения, Иран, Азербайджан, Карабах), *Каспийская* (Россия, Иран, Азербайджан, Карабах, Туркменистан, Казахстан). Как видно из этого списка, Россия является в нем центральным игроком; кроме того, ряд стран входит в одновременно в разные площадки. Помимо внутренних игроков рассматривалась совокупности внешних игроков для каждой из площадок.

Когнитивное моделирование было проведено для всех площадок в отдельности и в совокупности для всего ЧКР при последовательном решении всех обозначенных в схеме методологии задач. Далее приведем небольшой фрагмент исследования в целях иллюстрации некоторых результатов.

На рис. 1 приведена одна из когнитивных карт, построенных и исследованных с помощью специально разработанной программной системы когнитивного моделирования ПСКМ.

Анализ устойчивости системы «Черноморская площадка» показал следующее: система не устойчива ни к возмущениям, ни по начальным значениям, кроме того, система и структурно не устойчива.

Динамика процессов на этой площадке высока, площадка «подвижна», процессы на ней идут весьма активно.

Импульсное моделирование развития ситуаций (сценарный анализ) на этой площадке позволил выделить наиболее интересные 12 сценариев, в которых исследовались последствия «единичных» воздействий 12 акторов (всех внешних и 9 основных внутренних стран) и 26 сценариев парных и тройных взаимодействий государств.

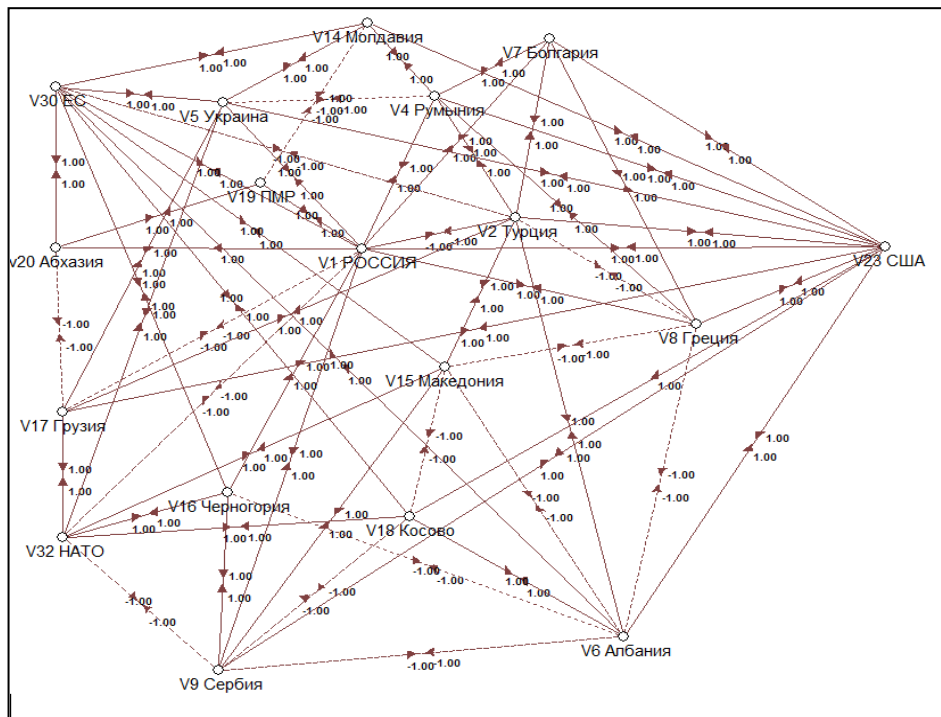


Рис. 1. Когнитивная карта G_{03} Черноморская площадка, межгосударственные взаимодействия внутренних и внешних акторов

Заключение. В процессе геополитического анализа ЧКР было исследование стратификации, «архитектуры», политико-географических параметров Черноморской, Кавказской, Каспийской «площадок» и всего Черноморско-Каспийского региона, а также их геополитические и (отчасти) геоэкономические и геочивилизационные особенности, но главное – анализ многообразия межгосударственных взаимодействий «местных» акторов между собой, их отношений с внерегиональными игроками и влияние этих отношений и предпринимаемых действий на Россию.

Проведенное исследование показало эффективность разработанной когнитивной методологии и инструментария исследования для анализа геополитических систем. Основное достоинство предложенной методологии нам видится в ее системности, инструментально реализуемой междисциплинарности и возможности в единой схеме исследовать различные аспекты такой сложной системы, как геополитическая. Данная когнитивная методология может быть предназначена для построения соответствующих интеллектуальных систем поддержки принятия решений, способствующих глубокому обоснованию разрабатываемых и принимаемых управленческих решений в такой непростой сфере, как геополитика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов А.А. Тектология – Всеобщая организационная наука – Берлин–Санкт-Петербург, 1922. В 2-х книгах. – М.: Экономика, 1989.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: Уч. – М.: Высш. шк., 2006. – 511 с.
3. Гаджиев К.С. Геополитика: Уч. – 4-е изд. – М.: Юрайт-Издат, 2011. – 479 с.
4. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2005. – 288 с.

5. 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.
6. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 3 (140). – С. 239-250.
7. Горелова Г.В. Анализ социально-экономических процессов на Юге России, когнитивное моделирование // В тр. XV Междун. научно-практ. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении». – СПб.: Изд-во СПб ГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 156-161.
8. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // В тр. науч.-практ. конф. «Системный анализ в экономике-2012», секц. 2. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – С. 50-65.
9. Горелова Г.В. Моделирование сценариев развития социально-экономических систем на когнитивных картах Юга России // В тр. Междун. конф. «Научно-правовое обеспечение развития инновационной экономики и модернизации промышленной политики России», Израиль, 5-9.02.2012.
10. Горелова Г.В., Розин М.Д., Рябцев В.Н., Суций С.Я. Когнитивные исследования проблем Юга России // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 78-93.
11. Горелова Г.В., Рябцев В.Н., Суций С.Я. Исследование проблем развития Юга России, математическое моделирование, некоторые результаты // Труды XIX Междун. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем»: Сб. трудов. – М.: Изд-во ИПУ РАН, 2010. – С. 405-409.
12. Горелова Г.В., Рябцев В.Н. Когнитивный подход к исследованию геополитических процессов в мировых регионах и когнитивное моделирование их развития (на примере Черноморско-Каспийского региона) // Инженерный Вестник Дона, 2012. – Т. 23, № 4-2 [Электронный ресурс].
13. Горелова Г.В., Рябцев В.Н. Когнитивное имитационное моделирование геополитических процессов в мировых регионах // Труды XX Междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем»: Сб. трудов / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. – М.: Изд-во РГГУ, 2012. – С. 39-43.
14. Горелова Г.В., Рябцев В.Н. Когнитивное моделирование как инновационный подход к исследованию проблем геополитических регионов // Труды XXI Междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем»: Сб. трудов / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. – М.: Изд-во РГГУ, 2013. – С. 320-324.
15. 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.
16. Кульба В.В., Кононов Д.А., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Нижегородцев Р.М., Чернов И.В. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем (Научное издание). – М.: ИПУ РАН, 2002. – 122 с.
17. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. – 2008. – № 3. – С. 85-87.
18. Цымбурский В.Л. Народы между цивилизациями // В кн.: Остров Россия. Геополитические и хронополитические работы, 1993–2006. – М.: РОССПЭН., 2007. – С. 212-238.
19. Хатунцев С.В. Лимитрофы-межцивилизационные пространства Старого и Нового света // ПОЛИС. – 2011. – № 2.
20. Харин А. Теория промежуточного пространства и теория Великого Лимитрофа. 13 августа 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pluriversum.org/blogs/Geocharin/18.php>.
21. Рябцев В.Н. Геополитические особенности Черноморско-Каспийского региона в условиях постбиполярного мира. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2007. – С. 171.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

Горелова Галина Викторовна – Южный федеральный университет; e-mail: gorelova-37@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 89281684458; кафедра государственного и муниципального управления; д.т.н.; профессор.

Рябцев Владимир Николаевич – e-mail: v_gyabtsev@mail.ru; тел.: 89281302064; к.ф.н.; доцент.

Gorelova Galina Viktorovna – Southern Federal University; e-mail: gorelova-37@mail.ru; 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79281684458; the department of state and municipal legislation and administration; dr. of eng. sc.; professor.

Ryabzev Vladimir Nikolaevich – e-mail: v_ryabtsev@mail.ru; phone: +79281302064; cand. of fil. sc.; associate professor.

УДК 681.513

Н.К. Полуянович

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ 4Q-S-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Дан анализ схемы силовой части преобразователя 4q-S с импульсным управлением при питании тягового привода от однофазной контактной сети переменного напряжения. Приведено математическое описание схемы и процессов 4q-S-преобразователя. Представлен алгоритм управления транзисторами при широтно-импульсном модулировании напряжения инвертора. Показано, что режим работы "потребление" или "возврат" активной мощности зависит только от угла сдвига ψ между модулирующим напряжением и напряжением на вторичной обмотке трансформатора. Описан алгоритм получения ШИМ-сигналов управления инвертора. Приведены уравнения, позволяющие определить все переменные как в цепи постоянного напряжения, так и в цепи переменного тока 4q-S-преобразователя. Выполнено моделирование и проанализированы полученные диаграммы токов и напряжений в режимах передачи энергии в цепь переменного тока и в режиме потребления энергии из цепи переменного тока. Использование 4q-S-преобразователя решает задачи: преобразования однофазного напряжения контактной сети в стабилизированное постоянное напряжение; поддержание синусоидальной формы тока контактной сети; обеспечение работы привода с заданным коэффициентом мощности сети; возврат энергии в сеть при торможении.

4q-S-преобразователь; тяговый электропривод; рекуперация энергии.

N.K. Poluyanovich

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF PROCESSES 4Q-S-CONVERTER

In work the analysis of the scheme of power part of the converter 4q-S with pulse management is given, at food traction drives from a single-phase contact network of an alternating voltage. The mathematical description of the scheme and processes 4q-S the converter is provided. The algorithm of management is presented by transistors, at widths-but-pulse modulation of tension of the inverter. It is shown that the operating mode "consumption" or "return" of active power depends only on a shift corner ψ between the modulating tension and tension on a secondary winding of the transformer. The algorithm of receiving ShIM of signals of management of the inverter is described. The equations allowing to define all variables, both in a chain of constant tension, and in a chain of alternating current 4q-S the converter are given. Modeling is executed and the received charts of currents and tension in modes of transmission of energy in a chain of alternating current and in a mode of consumption of energy from a chain of alternating current are analyzed. Use 4q-S the converter solves problems: transformations of single-phase tension of a contact network to the stabilized constant tension; maintenance of a sinusoidal form of current of a contact network; ensuring operation of the drive with the set power factor of a network; return of energy to a network when braking.

4q-S converter; traction electric drive; energy recovery.

Введение. Преобразователь 4q-S обеспечивает синусоидальную форму тока потребляемого из сети с регулированием фазового сдвига относительно сетевого напряжения и стабилизирует напряжение в звене постоянного тока. Преобразовате-