

ную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов. 2019. С. 289–291.

13. Семин В.Л. и др. Влияние колебаний солености на структуру сообществ зообентоса таганрогского залива // Дельты рек России: закономерности формирования, биоресурсный потенциал, рациональное хозяйствование и прогнозы развития. 2018. С. 195–200.

14. Остроумов А.А., Совинский В.К. Введение в изучение фауны Понто-Каспийско-Аральского морского бассейна // Учен. зап. Казан. ун-та. Критика и библиогр. 1903. Вып. 5. № 6. С. 21–35.

15. Orda-Zhigulina M.V., Melnik E.V., Ivanov D.Ya., Rodina A.A. Combined method of monitoring and predicting of hazardous phenomena // Adv. Intell. Syst. Comput. 2019. Vol. 984. P. 55–61.

16. Orda-Zhigulina M.V., Melnik E.V., Ivanov D.Ya. Combined Method of Monitoring and Predicting of Hazardous Phenomena // Computer Science On-line Conference. 2019. P. 55–61.

17. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня (Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.Н.). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506 от 07.09.2018.

УДК 004.891+303.732+005+519.81

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-194

Калиниченко Алексей Игоревич,
аспирант

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМАТ КОГНИТИВНОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Южный федеральный университет, Таганрог, Россия,
alecsy.k@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты разработки блока обмена данными с внешними источниками в формат когнитивной имитационной модели. В целях разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) для сложных систем (социальных, экономических, экологических и др.) была поставлена задача расширить возможности программной системы когнитивного моделирования сложных систем CMLS путем добавления в нее блока, позволяющего вводить данные мониторинга параметров сложной системы непосредственно в когнитивную модель системы. CMLS создана в Южном федеральном университете, позволяет разрабатывать различные математические типы когнитивных моделей проводить анализ их свойств, моделировать сценарии развития событий.

Ключевые слова: социально-экономическая система, когнитивное моделирование, сценарный анализ, мониторинг, блок обмена данными.

TRANSFORMATION OF MONITORING DATA OF COMPLEX SYSTEM TO FORMAT OF COGNITIVE SIMULATION MODEL

Southern Federal University, Taganrog, Russia,
alecsy.k@gmail.com

Abstract. The article presents the results of the development of a data exchange unit with external sources in the format of a cognitive simulation model. In order to develop an intelligent decision support system (DSS) for complex systems (social, economic, environmental, etc.), the task was to expand the capabilities of the software system for cognitive modeling of complex CMLS systems by adding a block to it that allows you to enter monitoring data of the parameters of a complex system directly into a cognitive system model. CMLS was created at Southern Federal University. It allows you to develop various mathematical types of cognitive models to analyze their properties, simulate scenarios.

Keywords: socio-economic system, cognitive modeling, scenario analysis, monitoring, data exchange unit.

Сложность принятия решений во многих сферах человеческой деятельности привели к созданию интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР), созданию различных информационных технологий, которые последние десятилетия достигли высокого уровня развития и формируют современный мир. Необходимость в создании ИСППР вызвана слабоструктурированностью управленческих проблем, с которыми не просто справляться естественному интеллекту лица, принимающего решения (ЛПР) [3, 12, 14, 17, 18]. Создание ИСППР требует проведения междисциплинарных исследований, включающих методы искусственного интеллекта, имитационного моделирования, ситуационного анализа, нейронных сетей, теории баз данных, интерактивных компьютерных систем и др. Строение ИСППР зависит от предметной области, задач их использования, доступных знаний, информации, данных. Как отмечено, например, в [3, с. 22]: «Во многих отечественных и зарубежных публикациях рассматриваются различные аспекты интеллектуальной деятельности человека, в частности, способность получать, использовать, анализировать и воспроизводить знания, целенаправленность деятельности, умение ставить задачи и находить пути их решения, возможность предвидеть исход события, обобщать накопленные знания, применять аналогичные методы решения подобных задач...» Названные аспекты человеческой деятельности составляют содержание активно развивающихся последние десятилетия когнитивных наук. При этом, принятие решений – это один из основных

когнитивных, интеллектуальных процессов поведения человека. К когнитивным функциям человека принято относить, как известно, восприятие, ассоциацию, интуицию, индукцию, дедукцию, творчество, способность прогнозировать, вычислять, сравнивать, принимать решения по выбору предпочтительного варианта или курса действий из ряда альтернатив.

В данной работе рассматривается применение когнитивного моделирования сложных систем, как одного из инструментов ИСППР, выполняющего соответствующие функции искусственного интеллекта. Методология когнитивного моделирования сложных систем разработана сотрудниками Южного федерального университета (г. Таганрог, Горелова Г.В. и др.) [5 – 9, 15] на базе работ Института Проблем Управления (г. Москва) [1, 2, 10, 13] и работ [4, 11, 16] и апробирована на исследованиях социально-экономических, экологических, геополитических систем. Программная система когнитивного моделирования сложных систем (CMLS – Cognitive Modeling Large System) [15] может быть использована как база знаний ИСППР для конкретной сложной системы.

Когнитивное моделирование сложных систем проводится поэтапно и в процессе моделирования решаются следующие задачи:

1) разработка модели исследуемой системы в виде когнитивной карты или более сложной когнитивной модели, например, параметрического векторного функционального графа [5];

2) анализ свойств модели (связности, сложности, устойчивости и др.) [5, 9];

3) сценарный анализ, предвидение возможных вариантов развития системы при различных изменениях внешней и внутренней среды и управляющих воздействиях [5, 9, 10].

В процессе принятия решений интерфейс аналитика позволяет исследователю подготавливать для ЛПР варианты решений на основе того, что рекомендует система когнитивного моделирования.

Разработка когнитивной модели с помощью CMLS происходит на основе теоретических и практических знаний о системе, экспертных и статистических данных. Дальнейшее ее использование в конкретных условиях, адаптация к этим условиям и последующая разработка возможных сценариев развития ситуаций в системе требуют обновления входных данных, использования данных мониторинга показателей сложной системы. Поэтому для имеющейся CMLS существует практически важная задача автоматизации ввода данных мониторинга показателей для конкретной сложной системы.

В данной работе иллюстрируется вариант решения этой задачи для сложной экосистемы природных явлений в прибрежных зонах. Рассмотрим работу программного модуля преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы. В процессе исследований по гранту РФФИ № 18-05-80092 «Разработка научных основ создания средств систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры на базе технологий цифровой экономики» была разработана когнитивная карта (знаковый ориентированный граф) гидроэкосистемы Понто-Каспийского региона, фрагмент которой изображен на рисунке 1. Система мониторинга (в когнитивной карте это вершина V8) фиксирует гидрологические, гидрохимические, гидрологические условия исследуемых водоемов и метеорологические условия (атмосферное давление, ветровая активность, осадки, температура).

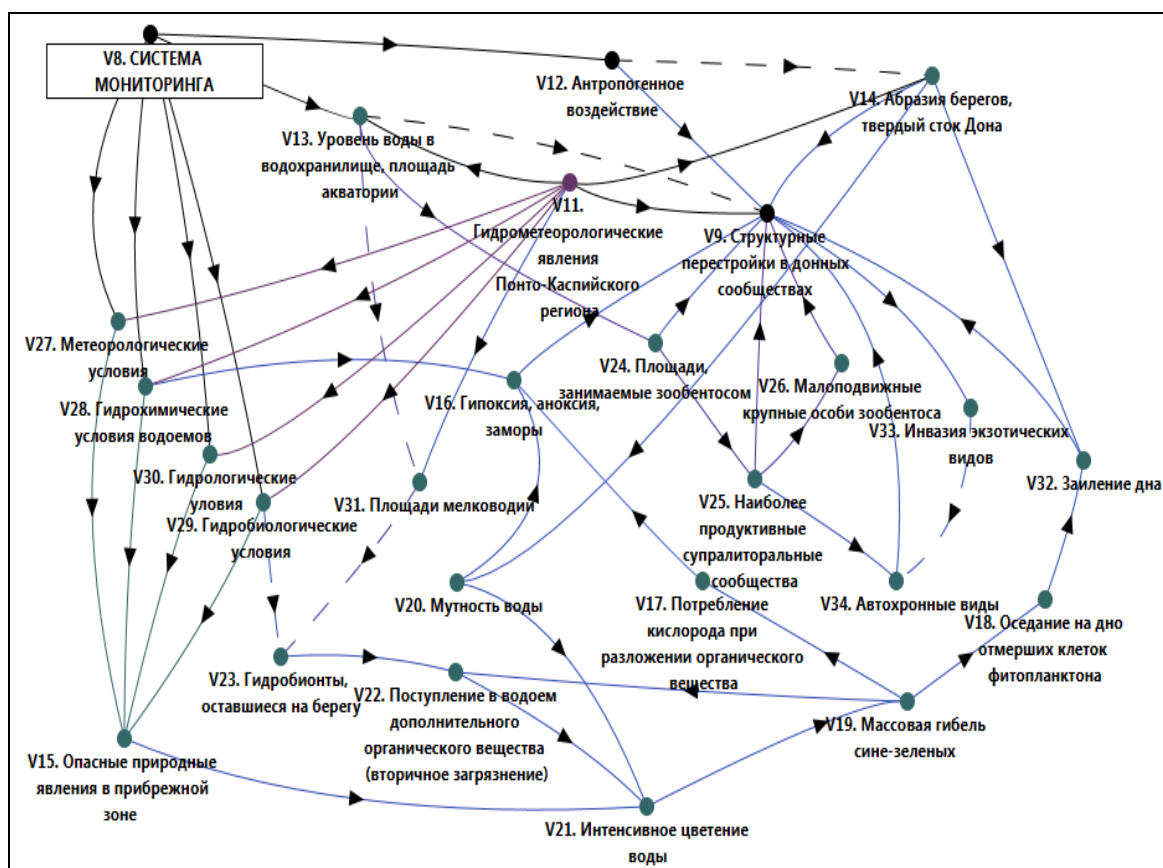


Рис. 1. Фрагмент когнитивной карты гидроэкосистемы Понто-Каспийского региона

Модуль обмена данными с внешними источниками выполнен в виде экспорта и импорта данных карты в/из текстового файла в формате CSV

определенной структуры в формат CMLS [15]. CSV (Comma-Separated Values – значения, разделённые запятыми или точка с запятой) – текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных. Строка таблицы соответствует строке текста, которая содержит одно или несколько полей, разделённых запятыми. Для создания файла необходимо открыть/составить необходимую карту и в меню “Файл” нажать “Экспорт CSV”. При этом откроется окно, в котором нужно выбрать место для сохранения файла на диске. Для загрузки данных из внешнего источника необходимо в меню “Файл” нажать “Импорт CSV” и в появившемся окне выбора файла выбрать нужный файл с локального диска. В результате этого данные текущей карты обновятся, или, для новой карты (пустой) будет построена карта в соответствии с данными из файла. На рисунках 2 и 3 изображены виды файлов в текстовом редакторе и в редакторе таблиц.

```
Vertices data
ID,X,Y,Short,Full name,Val,Growth,Color
1584447328774,231.0,112.0,V1,"Вершина 1",0.0,0.0,0x808080ff
1584447329395,351.0,43.0,V2,"Вершина 2",0.0,0.0,0x808080ff
1584447331292,472.0,96.0,V3,"Вершина 3",0.0,0.0,0x808080ff
1584447332043,420.0,238.0,V4,"Вершина 4",0.0,0.0,0x808080ff
1584447334051,276.0,224.0,V5,"Вершина 5",0.0,0.0,0x808080ff
Edges data
In/Out,V1,V2,V3,V4,V5
V1,,1.0,,,
V2,,,1.0,,
V3,,,,1.0,|
V4,,,,,1.0
V5,1.0,,,,
```

Рис. 2. Вид файла CSV в текстовом редакторе

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<u>Vertices data</u>							
2	ID	X	Y	Short	Full name	Val	Growth	Color
3	1584447328774	231	112	V1	<u>Вершина 1</u>	0	0	0x808080ff
4	1584447329395	351	43	V2	<u>Вершина 2</u>	0	0	0x808080ff
5	1584447331292	472	96	V3	<u>Вершина 3</u>	0	0	0x808080ff
6	1584447332043	420	238	V4	<u>Вершина 4</u>	0	0	0x808080ff
7	1584447334051	276	224	V5	<u>Вершина 5</u>	0	0	0x808080ff
8	<u>Edges data</u>							
9	In/Out	V1	V2	V3	V4	V5		
10	V1		1					
11	V2			1				
12	V3				1			
13	V4					1		
14	V5	1						

Рис. 3. Вид файла CSV в редакторе таблиц

Одним из источников данных для построения когнитивной имитационной модели гидроэкосистемы, как отмечено ранее, являются метеорологические данные. Эти данные собираются с использованием обширного набора сенсорных устройств соответствующими метеорологическими организациями. Среди отечественных организаций можно выделить такие как Интернет Гисметео, Яндекс.Погода, ООО «Расписание Погоды» (rp5.ru), freemeteo.ru, gridforecast.com, aisoru.meteo.ru, hmn.ru, а среди зарубежных – OpenWeather, Weatherbit, AccuWeather, worldweatheronline. Доступ к данным эти сервисы предоставляют по сети интернет с помощью собственных программных интерфейсов (API – application programming interface). Либо через сайт напрямую, указав необходимые параметры выборки.

Таким образом, могут быть получены и обработаны данные мониторинга для каждой вершины когнитивной карты. Эта информация позволяет перейти к следующей форме когнитивной модели – параметрическому векторному орграфу и проводить не только качественный, но и количественный анализ модели. На основании этих новых знаний можно переходить к имитационному моделированию, разрабатывая на модели различные сценарии развития ситуаций и предлагая ЛПР варианты решения проблем гидроэкосистемы.

Благодарности

Проект РФФИ № 18-05-80092 «Разработка научных основ создания средств систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры на базе технологий цифровой экономики».

Список литературы

1. Абрамова Н.А. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики / Н.А. Абрамова, З.К. Авдеева // Проблемы управления. 2008. № 3. С. 85–87.
2. Avdeeva Zinaida K., Kovriga Svetlana V. On Governance Decision Support in the Area of Political Stability Using Cognitive Maps // 18 th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability (TECIS2018) IFAC Papers OnLine 51–30. 2018. pp. 498–503.
3. Бояркина О.О., Шкаликова А.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/12/75361> (дата обращения: 02.02.2020).
4. Casti, J. Connectivity, Complexity, and Catastrophe in Large-scale Systems. A Wiley – Interscience Publication International Institute for Applied Systems Analysis. Chichester – New York – Brisbane –Toronto: JOHN WILEY and SONS, 1979.

5. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. 332 с.

6. Горелова Г. В., Калиниченко А. И. Инструментарий когнитивного моделирования сложных систем // Системный анализ в проектировании и управлении. Том 1. СПб., 2018. С. 399–412.

7. Gorelova G.V., Pankratova N.D. Scientific Foresight and Cognitive Modeling of Socio-Economic Systems // Proc. of the 18th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability (TECIS-2018), IFAC Papers OnLine. ELSEVIER, 2018. 51–30. P. 145–149.

8. Gorelova G.V., Kolodenkova A.E. Cognitive and simulation modeling of socio-economic systems // Advances in Computer Science Research (ACSR). Proceedings of IV International Research Conference “Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine”. 2017. Vol. 72. P. 50–54.

9. Инновационное развитие социо-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования. Коллективная монография / Под ред. Г.В.Гореловой, Н.Д. Панкратовой. Киев: Изд-во «Наукова Думка», 2015. 464 с.

10. 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.

11. Langley P., Laird J.E., Rogers S. Cognitive architectures: Research issues and challenges // Cognitive Systems Research. 2009. Vol.10. No. 2. P. 141–160.

12. Ltifi H., Trabelsi G., Ben Ayed M., Alimi A. Dynamic decision support system based on Bayesian networks // International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence 2012. Vol. 1. No. 1. Paper 5. P. 22-29. DOI: 10.14569/IJARAI.2012.010105.

13. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию. // Сб. трудов 1-й Межд. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2001). 2001. Т.1. С. 4–18.

14. Merkert J., Mueller M., Hubl M. A survey of the application of machine learning in decision support systems // ECIS 2015. University of Hoffenheim, 2015. DOI:10.18151/7217429.

15. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня (Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.Н.). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018661506 от 07.09.2018.

16. Roberts F. Graph Theory and its Applications to Problems of Society. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1978.

17. Sànchez-Marrè M., Gibert K. Intelligent decision support systems (Part II – Evolution of decision support systems / Intelligent decision support systems) [Presentation]. Barcelona, Spain: Universitat Politècnica de Catalunya, 2011–2012. URL: <https://www.cs.upc.edu/~miquel/idss/02-IDSS-EvolutionDSS&IDSS-MAI-1213.pdf> (access date: 12.04.2020).

18. Tariq A., Rafi Kh. Intelligent Decision Support Systems – A Framework // Information and Knowledge Management. 2012. Vol. 2. No. 6. P. 12–19.