Горелова Г.В., Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В.

Безопасность состояния водной экосистемы Азово-Черноморского региона, когнитивное исследование

Аннотация: Приведен ряд результатов когнитивного имитационного моделирования водной экосистемы, основанных на данных исследований природных явлений в Азово-Черноморском регионе. Представлен модуль когнитивного анализа в системе мониторинга и прогнозирования состояния водной экосистемы.

Ключевые слова: безопасность, водная экосистема, мониторинг, когнитивное моделирование, прогнозирование

В настоящее время, когда в мире происходят заметные климатические изменения, гидросфера земли подвержена множеству воздействий как природного, так и антропогенного характера, что серьезно влияет на безопасность населения. Это ставит перед государствами и их правительствами задачи либо противодействия этим изменениям, либо адаптации к новым условиям. ЮНЦ РАН проводит многолетние исследования изменений в Азовско-Черноморском регионе [1]. Целью настоящего исследования была разработка научных основ применения технологий цифровой экономики при построении новых методов и средств систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры [2,3]. В данной работе представлена информация о некоторых результатах этого исследования, связанная с когнитивным анализом и имитационным моделированием процессов в водной экосистеме Азовско-Черноморской территории и разработкой системы мониторинга опасных явлений и процессов. В эту систему входит подсистема поддержки принятия решений на основе когнитивного моделирования. Разработка такой системы вызвана необходимостью проводить многочисленные и непрерывные наблюдения за процессами изменений, обрабатывать огромное количество разнородных и разновременных данных, готовить и принимать решения по противостоянию опасным явлениям и снижению ущерба от негативных последствий. Важным при этом

является прогнозирование, научное предвидение возможного развития событий в природных системах, влияющих на жизнедеятельность населения. Часть необходимой информации для научного предвидения развития событий в водной экосистеме возможно получить с помощью имитационного когнитивного моделирования [4,5,6,7].

На рисунке 1 изображена разработанная с помощью авторской программной системы CMCS (Cognitive Modeling Complex Systems) [8,9,10] когнитивная карта G, названная «Состояние водной экосистемы территории». Получение изображения является завершением первого этапа когнитивного моделирования – разработки когнитивной модели.

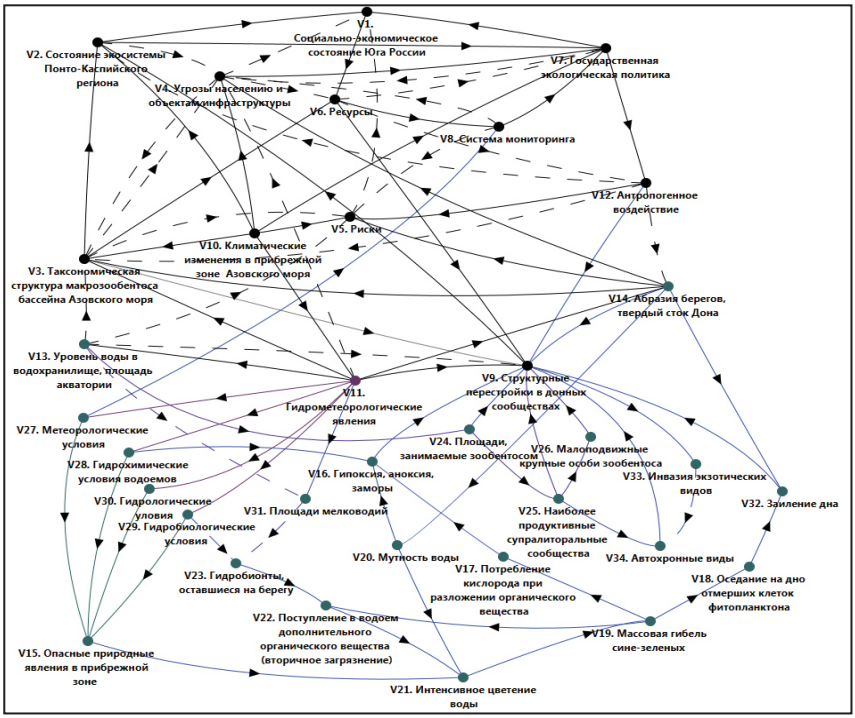

Рисунок 1 – Когнитивная карта *G* «Состояние водной экосистемы территории»

Для осуществления первого этапа когнитивного моделирования «Разработка когнитивной модели» были использованы теоретические, экспертные, статистические данные по Азово-Черноморскому региону.

Второй этап когнитивного моделирования посвящен анализу структурных свойств (вершин, путей, циклов, сложности, связности) и устойчивости модели (к возмущениям и структурной). Рисунок 2 представляет один из результатов второго этапа моделирования – определение циклов модели G; изображен один из 254 положительных циклов когнитивной карты, всего циклов 363, отрицательных циклов – 109. Нечетное число отрицательных циклов свидетельствует о структурной устойчивости такой системы [4,7].

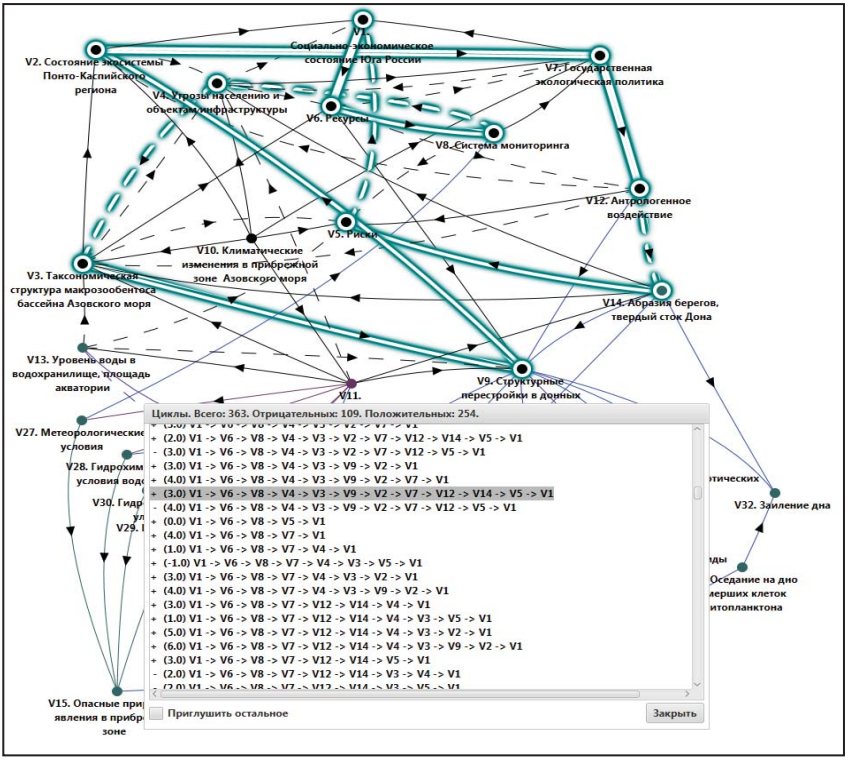

Рисунок 2 – Определение циклов когнитивной карты G

На рисунке 3 представлены результаты импульсного моделирования по одному из рассмотренных сценариев (3 этап когнитивного моделирования), в котором предполагалась возможность проявления опасных природных явлений в прибрежной зоне.

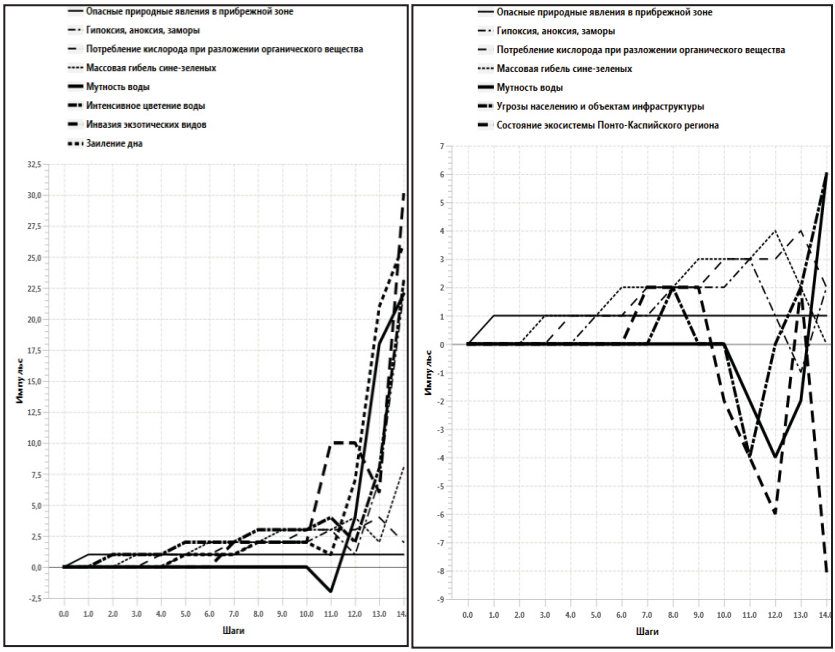

Рисунок 3 – Сценарий развития ситуаций в системе в предположении проявления опасных природных явлений в прибрежной зоне

На рисунке 4 изображена схема структуры распределенного хранилища данных, которая была реализована в процессе работы.

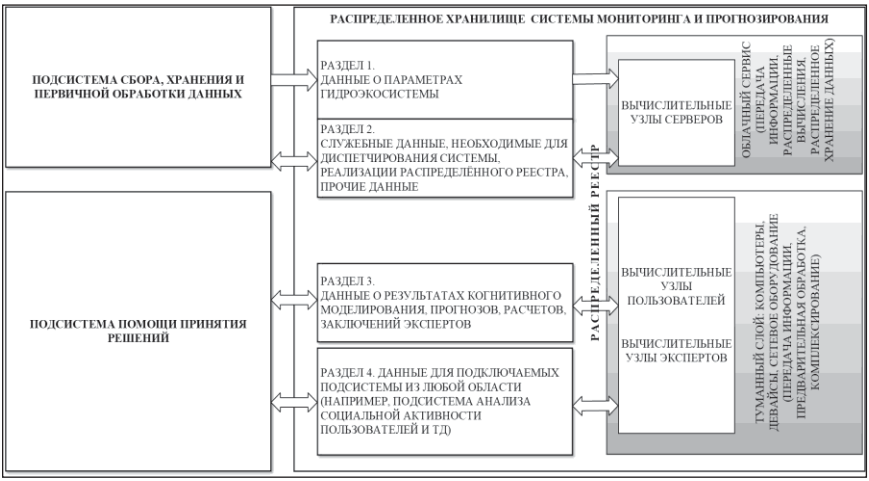

Рисунок 4 – Структура распределенного хранилища данных системы мониторинга опасных явлений и процессов

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ №18-05-80092

Литература:

1. *Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Яицкая Н.А.* Природные катастрофы в Азово-Черноморском бассейне в начале XXI века. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – 160 с.

2. *Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В., Иванов Д.Я., Родина А.А.* Применение технологий цифровой экономики при разработке средств мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры / Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. – Ростов-на-Дону: Южный научный центр РАН, 2019. – С. 289-291.

3. *Горелова Г.В., Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В.* Модуль когнитивного анализа в системе мониторинга и прогнозирования состояния водной экосистемы /

Труды XXV научн. и уч.-практ. конф. «Системный анализ в пректировании и управлении». – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 300-313.

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

5. *Калиниченко А.И.* Преобразование данных мониторинга сложной системы в формат когнитивной имитационной модели / Сборник научных трудов XXIV Международной научной и учебно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». В 3 ч. / Под общ. ред. В.Н. Волковой, Г.В. Гореловой, А.В. Логиновой. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 46-52.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня. Авторы: Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.Н. – 07.09.2018.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506. Программный модуль преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы. Авторы: Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Мельник Э.В. – 17.06.2020.

Lepeshkin O.M., Ostroumov O.A., Sinyuk A.D.

The communication system functional stability with critical objects

Annotation: One of the requirements for complex technical systems is stability, a probabilistic characteristic of the system that determines the system ability to fulfill its purpose. The article deals with the problem of ensuring the communication system functional system with critical objects, determined through the ability of the system to perform its functions. To ensure functional stability, it is proposed to consider the process of managing the system resources on the basis of monitoring and control data.