

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-141

*Горелова Галина Викторовна*¹,
научный руководитель ИУЭС ЮФУ, д-р техн. наук, профессор;
*Громакова Виктория Георгиевна*²,
доцент, канд. биол. наук, доцент

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И НЕЙРОНАУКИ

¹ Россия, Таганрог, Южный федеральный университет,
Институт управления в экономических, экологических
и социальных системах,
gorelova-37@mail.ru;

² Россия, Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет,
Институт социологии и регионоведения,
victoriagromakova@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрена постановка проблемы объединения ряда знаний нейронауки и когнитивных технологий в исследовании сложных систем - социально-экономических, экологических, политических. Дано краткое представление нейронаук и когнитивного моделирования. Выдвинуто предположение, что когнитивная карта, как структура причинно-следственных отношений между рассмотренными концептами изучаемой сложной системы, может возникать в мозгу лица, принимающего решения, как некоторая нейронная структура. Приведен пример когнитивного моделирования проблемы цивилизационной стратегии в геополитике.

Ключевые слова: нейронауки, нейрогормон, когнитивное моделирование, имитация, сложная система, социальный мозг.

*Galina V. Gorelova*¹,
Scientific Director, Doctor of Technical Sciences, Professor;
*Victoria G. Gromakova*²,
Associate Professor, Candidate of Biological Sciences

COGNITIVE MODELING AND NEUROSCIENCE

¹ Institute of Management in Economic, Environmental and Social Systems,
Southern Federal University, Taganrog, Russia, gorelova-37@mail.ru;

² Institute of Sociology and Regional Studies, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russia, victoriagromakova@yandex.ru

Abstract. The paper examines the formulation of the problem of combining a range of knowledge from neuroscience and cognitive technologies in the study of complex systems - socio-economic, environmental, political. A brief description of neuroscience and cognitive modeling is given. It is hypothesized that a cognitive map, as a structure of cause-and-effect relationships between the considered concepts of the complex system being studied, can exist in the brain of the decision maker as some kind of neural structure. An example of cognitive modeling of the problem of civilizational strategy in geopolitics is given.

Keywords: neuroscience, neurohormone, cognitive modeling, imitation, complex system, social brain.

Введение

В данной статье рассмотрена постановка проблемы объединения ряда знаний нейронауки и когнитивных технологий в исследовании сложных систем, таких, как социально-экономических, экологических, политических и др. Принято считать, что в последнее время произошла «великая когнитивная революция», наступило время Нано-Био-Информационно-когнитивных (НБИК) — технологий. Директор Курчатовского института М. Ковальчук как-то сказал: «Нано- и биотехнологии создают тело, а инфо- и когно — одушевляют его». Конвергенцию НБИК-технологий в интересах изучения, прогнозирования, управления сложными системами можно представить схемой на рисунке 1.

В данном исследовании были рассмотрены задачи и возможности когнитивного имитационного моделирования, теоретическая связь его с нейронауками в практическом применении в киберфизических системах.

1. Постановка задачи

Среди нейронаук — междисциплинарной области знаний, представляющей для нас интерес, можно обозначить следующие [1–6]:

– нейросоциологию, как интегративное описание социальных процессов на разных уровнях: от макроуровневой организации общества до нейрофизиологических процессов;

– социальную нейронауку, которая изучает нейронные процессы, предопределяющие социальное поведение;

- когнитивную нейробиологию, изучающую связь активности головного мозга с познавательными процессами и поведением;
- нейроэкономику, изучающую нейронные механизмы принятия решений;
- нейрополитологию, изучающую нейробиологические основы политического поведения;
- нейролингвистику, как науку, занимающуюся изучением нейронной основы лингвистических процессов;
- нейроэвристику, изучающую процессы в структурах головного мозга с точки зрения взаимовлияния генетических факторов и социальной среды.



Рис. 1. Формирование нового технологического уклада

Актуальными направлениями исследований в названных областях являются: нейрохимические (уровни нейрогормонов); нейрогенетические (полиморфизм генов и эпигенетические механизмы закрепления социальных норм); нейрофизиологические; нейроцитологические, электроэн-

цефалографические, нейровизуализационные. При этом распространенными методами исследования являются: электроэнцефалография (ЭЭГ), функциональная магнитно-резонансная томография (ФМРТ), нейрохимические, генетические.

Объектом этих исследований являются социальные эффекты нейроморфонов (особые вещества, выделяемые отделом промежуточного мозга — гипоталамусом, для управления гипофизом), таких, как:

- дофамин, являющийся ведущим гормоном в системе «внутренней награды»; его уровень повышается в случае неожиданной награды, а также в предвкушение успеха, он играет важную роль в закреплении позитивного опыта;

- серотонин, являющийся гормоном «счастья»; он положительно коррелирует с социальным статусом и отрицательно — со склонностью к оппортунистическому поведению, чувствителен к социальному опыту, связан с подавлением эмоций и религиозностью;

- окситоцин, являющийся гормоном доверия; стимулирует социальную память, чувствителен к социальному опыту, считается гормоном родительской любви и социальной привязанности.

Следует обратить внимание на ряд нейробиологических изысканий и нейровизуализации изысканий. Нейробиологические исследования показали взаимосвязь дофаминэргических, окситоцинэргических, серотонинэргических, ГАМКэргических нейронов, как социально активных нейромедиаторных систем мозга. Нейрофизиологической основой усвоения моделей социального поведения по типу подражания, а также, возможно, эмпатии, служат зеркальные нейроны. К особенностям нейровизуализации изысканий на относят так называемый «социальный мозг» - гипотетическая система различных зон мозга, отвечающих за взаимодействие с другими людьми [6].

Таким образом, социальные регуляторы проникают в систему взаимодействия человека с миром не только на уровне осознаваемых убеждений и представлений, и даже не ограничиваются подсознательными установками. Социальные эффекты обнаруживаются в глубинных биологических механизмах — на уровне нейрофизиологии и нейрохимии.

Для определения возможного взаимодействия когнитивного имитационного моделирования, как одного из инструментов исследования сложных систем, с исследованиями в области нейронаук, особенно, нейросоциологии, представим ряд его особенностей. Как известно [7–9], когнитивное имитационное моделирование сложных систем предназначено для поддержки процессов понимания, объяснения, описания сложных систем в целях прогнозирования, принятия решений, управления ими. Когнитивное моделирование производится в несколько этапов (рис. 2).

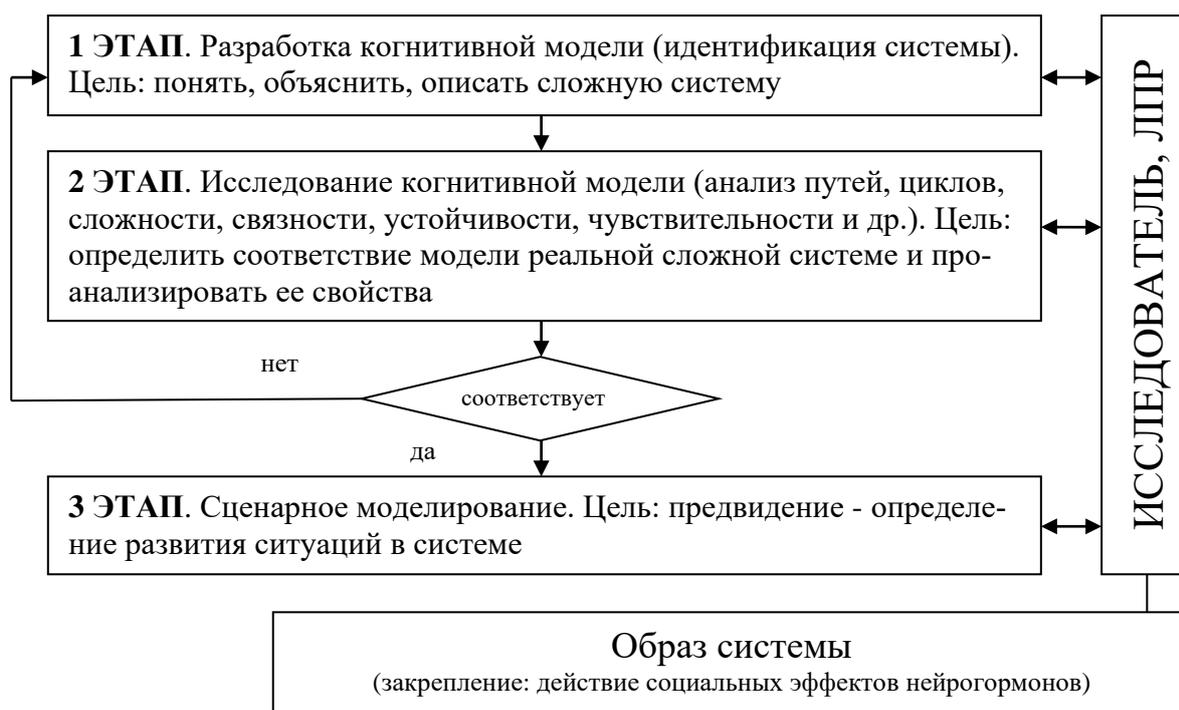


Рис. 2. Схема этапов когнитивного моделирования

Когнитивная модель сложной системы [7, 8] — это знаковый ориентированный граф $G = \langle V, E \rangle$, в котором $V = \{v_i / v_i \in V, i = 1, 2, \dots, k\}$ — вершины когнитивной карты; $E = \{e_{ij} / e_{ij} \in E, i, j = 1, 2, \dots, k\}$ — дуги, отображающие отношения (причинно-следственные связи) между вершинами. К преимуществам когнитивной карты относится возможность учитывать не только количественные, но и качественные факторы; когнитивная карта позволяет видеть «всю картину в целом, не теряя деталей».

Выдвигается гипотеза, что в завершении когнитивных исследований когнитивная карта, как структура причинно-следственных отношений между рассмотренными концептами (вершинами) изучаемой системы, может существовать в мозгу исследователя, лица, принимающего решения, как некоторая нейронная структура.

2. Пример когнитивного моделирования

В статье В. Г. Громаковой и В. Н. Варданяна [10, 11] были представлены ряд результатов когнитивного исследования угроз терроризма, как инструмента достижения геополитических целей государств. В ходе выполнения исследования авторами были разработаны когнитивные карты, представляющие варианты решения геополитических задач путем применения военной, экономической, цивилизационной геополитической стратегии. Когнитивные карты выступали в роли инструмента ис-

следования — когнитивное картирование. Когнитивные модели иллюстрировали вероятную логику использования терроризма как инструмента современной геополитики.

В данной статье приведены некоторые результаты дополнительных когнитивных исследований проблемы цивилизационной стратегии в геополитике в соответствии с этапами когнитивного имитационного моделирования (рис. 2). Была уточнена когнитивная карта G реализации цивилизационной стратегии в современной геополитике — рисунок 3, проведено исследование свойств этой модели (структурных, устойчивости и др.) — рисунок 4, рассмотрены различные возможные сценарии развития событий на модели при импульсном моделировании изменений в вершинах — рисунки 6 и 7. Моделирование проводилось с помощью программной системы когнитивного моделирования CMCS (Cognitive Modeling Complex System) [9].

Обоснование и объяснение когнитивной карты G приведено в работах [10, 11] и базируется на ряде геополитических исследований.

Дадим ряд пояснений к карте G . Предположим, что в некоторой стране существует «поверхностная демократизация» [10, с. 179] — «...снижение государственного контроля за сферой бизнеса, а также сокращение полномочий органов правопорядка при отсутствии глубокого усвоения демократических ценностей и социальных практик (ответственность, самостоятельность, правовая грамотность, уважение и доверие к закону). Результатом становится рост преступности — в целом, и коррупции — в частности». Эти особенности отражены на карте штрихпунктирными дугами и коэффициентом «-1», т. е. изменения типа «снижение государственного контроля» в вершине $V3$ приводит к изменениям «рост преступности» в вершине $V4$. Это отрицательная дуга: рост/снижение в вершине V_i приводит к снижению/росту в вершине V_j . Положительная дуга (сплошная линия, «+1»): рост/снижение в вершине V_i приводит к росту/снижению в вершине V_j . Например, рост научно-технологического потенциала приводит к увеличению экономического потенциала региона.

На рисунке 3 вершины и дуги изображены разного размера и толщины, что отображает возможности CMCS [9] работать с весовыми коэффициентами, определяемыми экспертно или по статистическим данным. Такая визуализация психологически помогает ЛПР в исследовании проблем сложных систем.

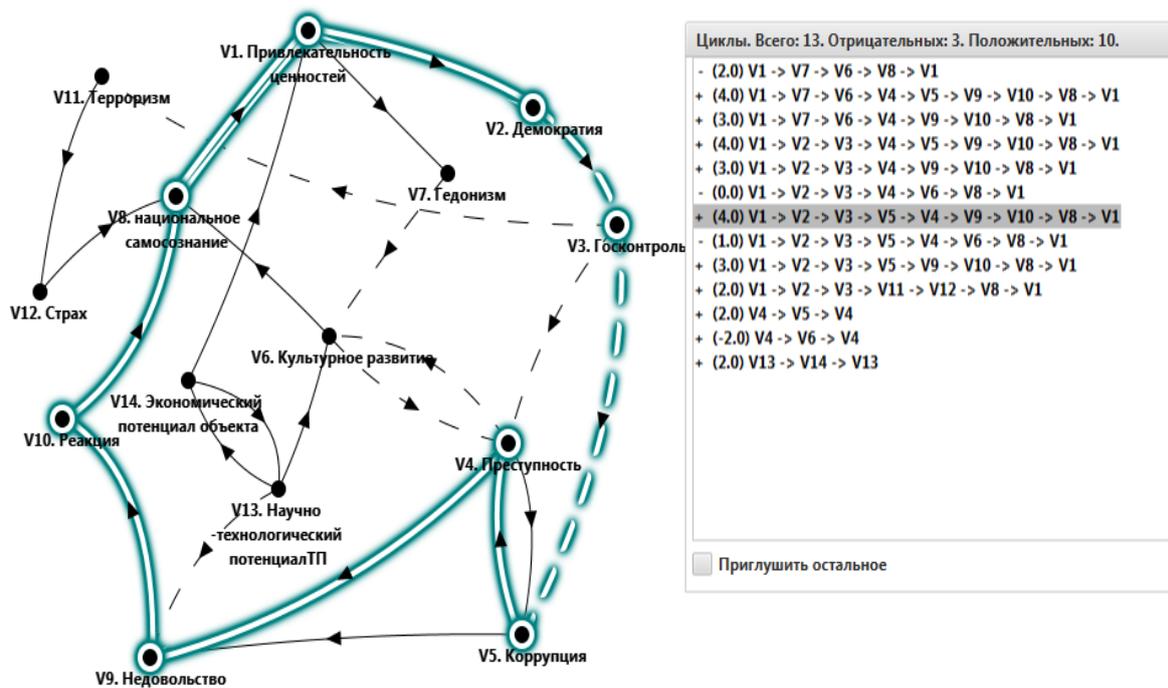


Рис. 4. Определение циклов когнитивной карты G

В таблице 1 и на рисунке 5 приведен пример одного из сценариев развития ситуаций в системе.

Таблица 1

Результаты вычислительного эксперимента

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
Вершина													
V1. Привлекательность ценностей	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	1.0	1.0
V2. Демократия	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	1.0
V3. Госконтроль	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	1.0
V4. Преступность	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	9.0	15.0	18.0
V5. Коррупция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	8.0	9.0	15.0
V6. Культурное развитие	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-3.0	-4.0	-7.0	-9.0	-14.0
V7. Гедонизм	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	1.0
V8. национальное самосознание	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0	1.0	1.0	4.0
V9. Недовольство	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	11.0	17.0	24.0
V10. Реакция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	11.0	17.0
V11. Терроризм	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0
V12. Страх	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
V13. Научно -технологический потенциалТП	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V14. Экономический потенциал объекта	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Как видно по результатам вычислительного эксперимента, сценарий, в котором предполагается рост терроризма, оказывается крайне неблагоприятным для всей системы. Все отрицательные показатели имеют тенденцию нарастания, препятствующее культурному развитию (падающая тенденция).

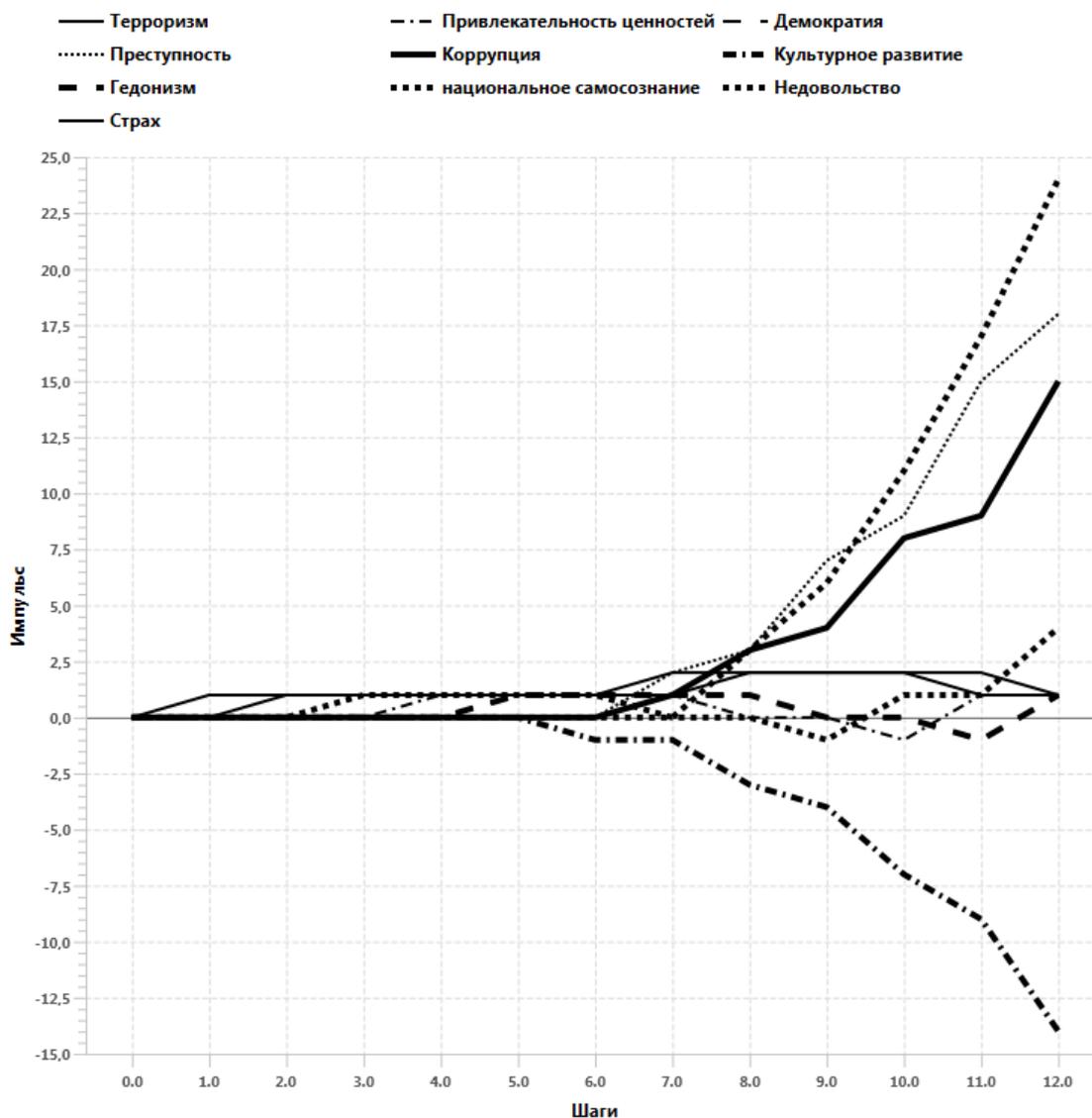


Рис. 5. Графики импульсных процессов в системе при росте терроризма

Рассмотрим еще один вариант сценария. Предположим, что в системе снижается «поверхностная демократизация», идёт противодействие коррупции, усиливается госконтроль, т. е. возникает противодействие цивилизационной стратегии враждебного государства. Результаты такого моделирования приведены на рисунке 6. Как видно из рисунка, противо-

действие возможно. В системе наблюдаются нарастание положительных тенденций во многих вершинах при снижении недовольства, коррупции, преступности.

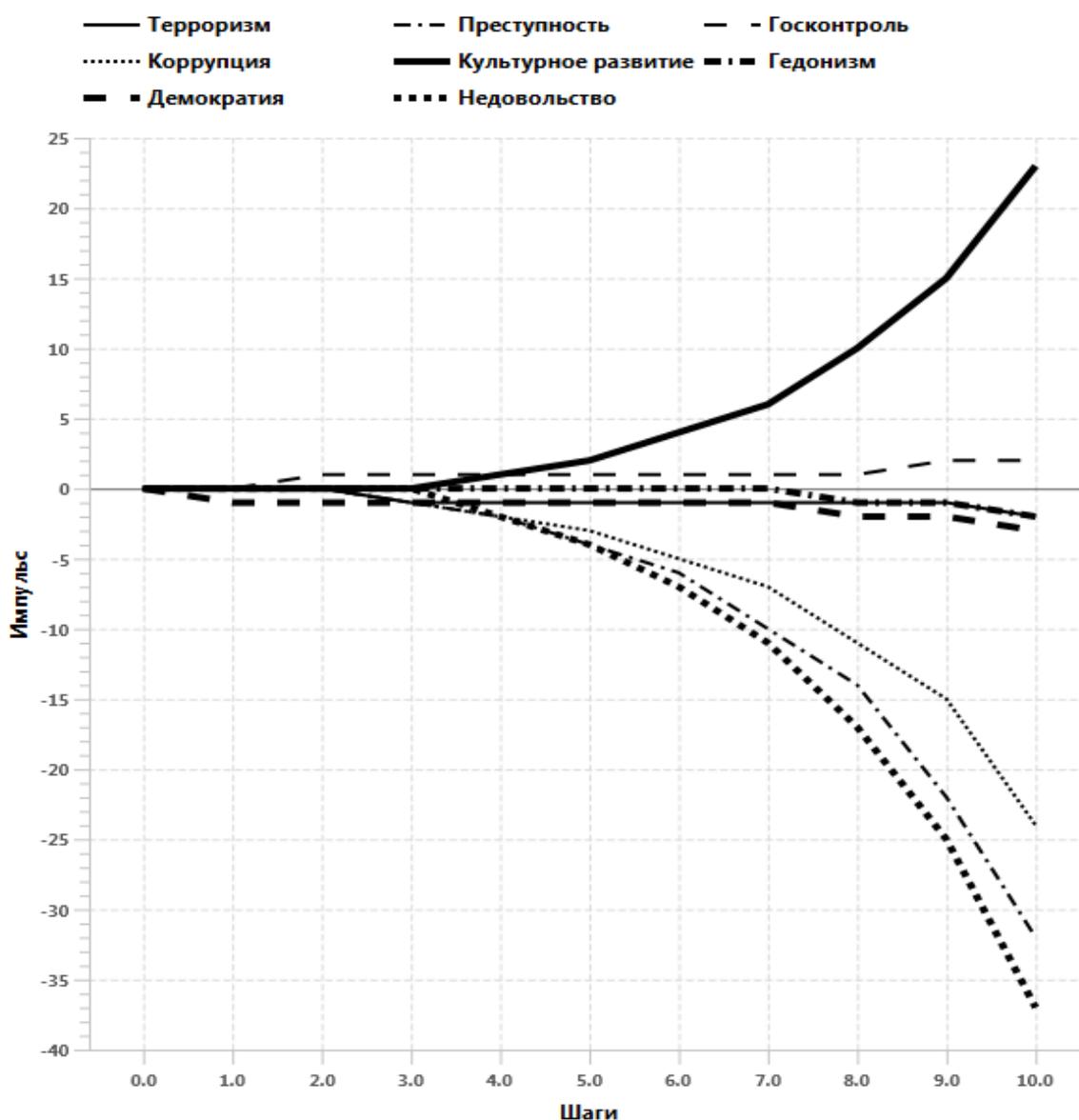


Рис. 6. Графики импульсных процессов в системе при противодействии цивилизационной стратегии

Заключение

В работе были кратко рассмотрены характеристики нейронаук и возможности когнитивного имитационного моделирования. Идея их возможной консолидации была проиллюстрирована примером когнитивного имитационного моделирования цивилизационной стратегии в геополитике.

В настоящее время считается, что достижения нейронауки имеют большое значение для развития системы образования. Соответствующие исследования ведутся под эгидой ЮНЕСКО. «Нейробиология и искусственный интеллект (ИИ): как выглядит будущее обучения?». Полагаем, что в этом определенную роль может сыграть совместное использование инструментов нейронаук и имитационного моделирования, в том числе — когнитивного. Результаты такого моделирования могут формировать «социальный мозг» — метафора рисунок 7.

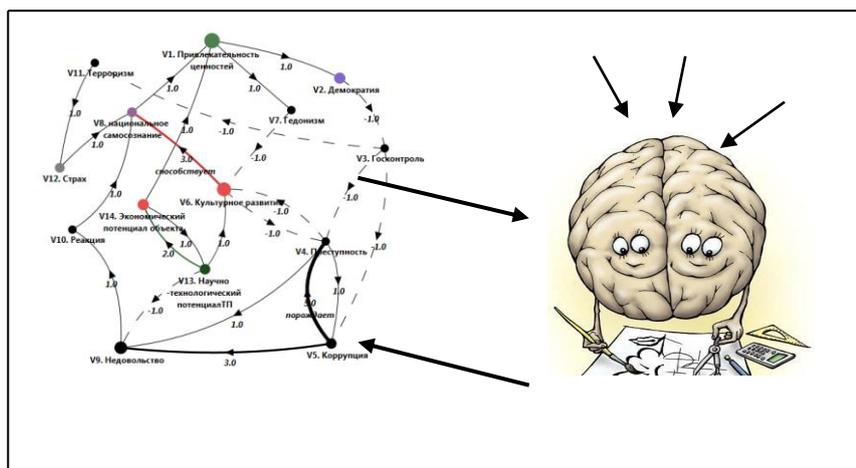


Рис. 7. Метафора «социальный мозг»

Список литературы

1. Баарс Б., Гейдж Н. Мозг, познание, разум. Введение в когнитивные нейронауки. В 2-х т. / Пер. с англ. – М.: Лаборатория знаний, 2022. – 1013 с.
2. Churchland P.S., Koch C., Sejnowski T.J. What is computational neuroscience? // Computational Neuroscience / E.L. Schwartz (ed.). – Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1993. – Pp. 46–55.
3. Фаликман М.В., Коул М. «Культурная революция» в когнитивной науке: от нейронной пластичности до генетических механизмов приобретения культурного опыта. Архивная копия от 29 марта 2015 г. на Wayback Machine // Культурно-историческая психология. – 2014. – Т. 10. № 3. – С. 4–18.
4. Социальные нейронауки. Архивная копия от 29 сентября 2015 г. на Wayback Machine // Санкт-Петербургский центр междисциплинарной нейронауки.
5. Ascher D., Silva W.V., Polowczyk J., Silva E., Veiga C. Neurostrategy: An advance through the paradigm epistemological in strategic management? [Electronic Source] // Academy of Strategic Management Journal. – 2018. – Vol. 17 (2) (April 2018). – URL: https://www.researchgate.net/publication/324536315_Neurostrategy_An_advance_through_the_paradigm_epistemological_in_strategic_management#fullTextFileContent (date of access: 09.08.2023).
6. Данилкина Д. С. Социальный мозг: новый взгляд на природу социального взаимодействия // Вестник ВГУ. Серия: Философия. – 2020. – № 4. – Воронеж: Изд. ФБГО ВГУ, 2020. – С. 99–105.
7. 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.

8. Gorelova G.V. Cognitive modeling of complex systems: state and prospects // In: Vasiliev, Y.S., Pankratova, N.D., Volkova, V.N., Shipunova, O.D., Lyabakh, N.N. (eds.) System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 442. – Cham: Springer, 2022. – Pp. 212–224. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_19.

9. Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.Н. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № RU 2018661506 от 07.09.2018. Заявка № 2018619390 от 29.08.2018.

10. Громакова В.Г., Варданян В.Н. Выявление угроз терроризма как инструмента современной геополитики на основе когнитивного картирования // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2020. – № 3. – С. 175–181.

11. Громакова В.Г., Осяк А.Н., Сапунова Т.Г. Российское общество и государство в условиях институциональной трансформации // Философия права. – 2019. – № 3. – С. 161–167.