

УДК 004.89

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-391-399

EDN: QKJSEE

**Теории воплощенного познания
в задаче формальной репрезентации семантики
на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур**

Д. Г. Макоева, К. Ф. Край, А. З. Энес

Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

Аннотация. Сегодня, когда нас окружают устройства с элементами искусственного интеллекта, очевидно, что удобнее всего ими пользоваться посредством естественно-языковой коммуникации. Для достижения такого уровня общения интеллектуальные системы должны уметь понимать язык на семантическом уровне. Формальное представление семантики на протяжении десятилетий было препятствием на пути развития систем понимания речи. В этой статье мы представляем краткий обзор теорий воплощенного познания, которые, как мы полагаем, дают достоверное объяснение того, каким образом семантическое значение находит свое отображение в нашем мозге, а мультиагентные системы могут стать надежным инструментом для моделирования этих процессов.

Ключевые слова: мультиагентные системы, нейрокогнитивные архитектуры, воплощенное/телесное познание, формальная семантика, репрезентация значения, сенсомоторный опыт

Поступила 15.11.2023, одобрена после рецензирования 23.11.2023, принята к публикации 02.12.2023

Для цитирования. Макоева Д. Г., Край К. Ф., Энес А. З. Теории воплощенного познания в задаче формальной репрезентации семантики на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 391–399. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-391-399

Original article

**Theories of embodied cognition
in the task of formal representation of semantics based
on the multiagent neurocognitive architectures**

D.G. Makoeva, K.F. Krai, A.Z. Enes

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

Abstract. Today being surrounded by devices with artificial intelligence, it is obvious that natural language is the most convenient way to use them. To achieve this level of communication, intelligent systems have to understand language at semantic level. Formal representation of semantics has been an obstacle to the development of speech understanding systems for decades. In this article, we present a brief overview of theories of embodied cognition that we argue provide a plausible explanation of how semantic meaning is mapped into our brains, and multi-agent systems can provide a reliable tool for modeling these processes.

Keywords: multi-agent systems, neurocognitive architectures, grounded/emodied cognition, formal semantics, meaning representation, sensori-motor experience

Submitted 15.11.2023,

approved after reviewing 23.11.2023,

accepted for publication 02.12.2023

For citation. Makoeva D.G., Krai K.F., Enes A.Z. Theories of embodied cognition in the task of formal representation of semantics based on the multiagent neurocognitive architectures. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 6(116). Pp. 391–399. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-391-399

ВВЕДЕНИЕ

Сложно себе представить взаимодействие с миром без помощи языка. Язык дает нам возможность обличать наши мысли в слова и делиться ими с другими, насколько бы замысловатыми и неоднозначными они ни были. Кодирование и передача информации восходят к двум важнейшим функциям языка: символической и интерактивной [1].

Символическая функция языка отвечает за передачу наших мыслей посредством символов (знаков). Под символами понимаются значимые единицы языка (морфемы, слова, предложения). Символы имеют план выражения, т.е. могут быть представлены в письменной, устной и знаковой форме, и план содержания, непосредственное значение, между которыми установлены конвенциональные отношения [2].

Интерактивная функция языка обслуживает наше взаимодействие с обществом, позволяя нам сообщать и получать информацию. Данная функция тесно связана с таким явлением, как концептуализация, суть которой сводится к выделению набора признаков чего-либо в реальном или воображаемом мире. Этот фрагмент знаний, базовая единица мыслительного процесса, хранящаяся у нас в мозге, о некотором явлении/предмете/объекте и т.д. мира в парадигме когнитивной лингвистики принято называть концептом. Соответственно, получение новых знаний о мире влечет за собой формирование новых концептов, что и называется концептуализацией [2].

Объект исследования работы – применение методов теории телесного познания и методов обучения агентов в нейрокогнитивной архитектуре.

Предмет исследования – использование экспериментального роботизированного стенда для отработки процесса концептуализации на основе мультиагентного подхода.

Цель работы – разработка основных принципов концептуализации семантического значения знака/символа в мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре.

1. КРАТКИЙ ОБЗОР ТЕОРИЙ ВОПЛОЩЕННОГО (ТЕЛЕСНОГО) ПОЗНАНИЯ

Мощный когнитивный навык, отличающий людей от большинства других разумных существ, – это способность пользоваться символами и образно-символическим мышлением (symbolic thought) в целом, дающим нам возможность вспоминать прошлое и предполагать будущее, другими словами, перемещать нас из текущей ситуации в воображаемую [3, 4]. Под символами понимаются произвольные токены, наделенные определенным семантическим значением и подчиняющиеся определенным комбинаторным правилам. Наиболее значимая и доступная для нас символьная система – это естественный язык, другими примерами могут служить математическая нотация, языки программирования, формальная логика и т.д. Предполагается, что в человеческом мозге слова представляются как концепты, реализованные в виде «ментальных символов» или «символических репрезентаций», которые принимают участие в различных символических операциях [4, 5].

С конца XX века ведутся споры о природе и формате символьной репрезентации в человеческом мозге [6–8]. Во многих классических теориях предполагается, что концепты представлены в произвольном амодальном виде [7, 9–12]. Амодальность означает несвязанность с сенсорной и моторной информацией, т.е. постулируется произвольность связи между концептами и теми объектами реального мира, к которым они отсылают. В качестве примера в работе [13]

приводится анализ слова «лошадь», сама эта лексическая единица не имеет ничего общего ни с одной реальной лошадью, это подтверждается тем фактом, что в разных языках для обозначения того же самого объекта используются разные слова: «pferd» в немецком, «horse» в английском и т.д. Теперь рассмотрим концепт/ментальный символ ЛОШАДЬ. Следует помнить, что концепт – это единица мышления, а не объект в окружающей среде, поэтому в рамках теорий воплощенного познания принято считать, что концепты абстрактны [7].

Существует ряд смежных теорий, в рамках которых концепты также рассматриваются как абстрактные, амодальные символы. К ним можно отнести модели семантических сетей (semantic network models) [10, 11, 14], распределенные модели семантики (distributional models of semantics) [12, 15], подходы к семантике, основанные на выделении признаков (feature-based approaches to semantics) [16, 17].

Рассмотрим пример с концептом ЛОШАДЬ посредством выделения семантических признаков (feature-based approaches to semantics) через следующие пропозиции: ЯВЛЯТЬСЯ (ЛОШАДЬ, МЛЕКОПИТАЮЩЕЕ), ОБЛАДАТЬ (ЛОШАДЬ, ГРИВА) и ЕСТЬ (ЛОШАДЬ, СЕНО). Стоит отметить, что в парадигме всех вышеперечисленных теорий концепты обычно определяются через другие концепты, с которыми они связаны. Такой подход к репрезентации концептов имеет ряд недостатков. Одним из аргументов, часто приводимых не в пользу предположения о том, что ментальные символы представлены в виде амодальных и абстрактных единиц, – это известная проблема обоснования символов (symbol grounding problem), которая часто иллюстрируется примером с толковым словарем китайского языка (Chinese-Chinese dictionary argument), описанным в работе [3], который в свою очередь создан на основе мыслительного эксперимента «китайская комната» (Chinese room), описанного Джоном Серлом в 1980 г. [18]. Пример со словарем – это мыслительный эксперимент, в котором ученику необходимо выучить китайский, используя только монолингвальный словарь китайского языка. Когда у ученика возникает необходимость найти значение одного конкретного символа, он открывает словарь и находит словарную статью, где искомый символ описывается другими неизвестными ему символами, которые также описаны другими неизвестными символами и т.д. В итоге вместо того, чтобы найти хоть одно значение в словаре, ученик получает бесконечную регрессию.

Из вышесказанного можно заключить, что символы должны быть обоснованы таким образом, чтобы иметь некое семантическое значение. Одним из подходов к решению проблемы обоснования символов в когнитивной психологии является воплощенность (телесность) (embodiment), т.е. воплощенное (телесное) познание (grounded/embodied cognition). Данный подход выдвигает на первый план необходимость обоснования символов посредством сенсомоторного опыта [6, 19]. Основное предположение состоит в том, что высокоуровневые когнитивные системы, такие как язык и концептуализация окружающего мира, не могут быть независимыми от восприятия и движения, поэтому они априори не могут быть абстрактными и амодальными. Более того, они используют те же способы репрезентации и задействуют те же когнитивные системы. В парадигме теорий воплощенности (embodiment) понимание речи – это процесс моделирования содержания входного языкового сигнала посредством тех же систем, которые задействуются для восприятия, действий и эмоций [6, 20]. Другими словами, в рамках данной теории концепт ЛОШАДЬ не имеет сходства ни с одним реальным животным, так как концепт – это мыслительная единица, а лошади – это животные, однако этот концепт имеет сходства с *опытом*, который у нас может быть с этими животными, т.е. наш опыт и наша ментальная репрезентация представлены в одном и том же формате в одних и тех же системах. Согласно этой теории если мы услышали или подумали о лошади, это активирует те же системы (отделы мозга), как если бы мы ее увидели, услышали ее ржание и прикоснулись бы к ней [13].

С целью дать ответ на вопрос: каким образом создаются такие воплощенные репрезентации концептов, в [21] предложили модель эмпирических следов (experiential trace model) воплощен-

ности освоения и понимания языка. Данная модель постулирует, что освоение языка происходит посредством совместного появления (co-occurrence) перцептивного сигнала и действия, с одной стороны, и языкового сообщения – с другой [22]. Когда мы смотрим на бегущую лошадь и в этот момент слышим слово «лошадь», у нас устанавливается ассоциация между визуальным опытом наблюдения за лошадью и аудиальным опытом восприятия единицы естественного языка «лошадь». В следующий раз, когда мы услышим слово «лошадь» в другой ситуации, созданная ассоциация даст сигнал для (частичной) реактивации пережитого ранее опыта. Именно активация перцептивного сигнала и действия дают нам возможность понимать соответствующий концепт, давая ему обоснование через сенсорно-моторный опыт [13]. Эмпирические подтверждения вышесказанному можно найти в работе [23].

Стоит отметить, что в рамках теории воплощенности познания существует два взгляда на степень «воплощенности». В ряде работ [6, 21] утверждается, что *все* знания имеют в своей основе перцептивные, моторные и/или эмоциональные процессы, другими словами, все ментальные репрезентации основаны на опыте, и по этой причине все ментальные символы должны быть эмпирически обоснованными. А. М. Гленберг в [6] сформулировал это следующим образом: в абстрактных символах нет необходимости, т.к. воплощенные модели семантики могут описать все вокруг нас.

В противовес этому взгляду в работе [13] приводится контраргумент, заключающийся в следующем: представим человека, который никогда не видел и не имел опыта с акулами, однако из книг и историй других людей он знает об их существовании. Не имея возможности видеть акул, т.е. не имея никакого перцептивного опыта с ними, этот человек все же понимает из своего опыта и знаний о мире, что акулы пребывают в вертикальном положении и живут в воде. Все эти сведения были получены из языковых источников информации, а не сенсомоторных.

Рассмотрим пример с толковым словарем китайского языка еще раз, но теперь представим, что словарь снабжен небольшой главой, содержащей переводы значений самых распространенных символов на родной язык ученика. В этом случае ученик будет иметь возможность выяснить значения более сложных символов, имея при себе перевод базовых. На основе этого можно заключить, что нет необходимости в непосредственном обосновании всех символов, достаточно обосновать определенный набор символов, а семантику остальных выводить по ассоциации и совпадениям [3].

В работе [3] автор утверждает, что система ментальных символов имеет гибридный характер, т.е. некоторые элементарные символы имеют несимвольный характер репрезентации. В качестве доказательства автор приводит следующий пример: предположим, что нам известны такие слова, как «лошадь» и «полосы», т.е. эти символы получили свое обоснование у нас в мозге. Таким образом, мы можем легко понять значение слова «зебра» как «лошадь с полосами». Другими словами, символ «зебра» наследует свое значение от «лошадь» и «полосы», т.е. человек, который никогда не видел зебру и не имеет сенсомоторного опыта с ней, сможет легко ее распознать при первой встрече, несмотря на то, что он имел до этого только лингвистический, т.е. символьный опыт взаимодействия с данным объектом.

Теории воплощенного (телесного) познания (embodied cognition) предполагают, что концепты получают свое обоснование посредством не только лингвистического, но и сенсомоторного опыта. С целью моделирования процесса концептуализации для задачи формальной репрезентации семантики естественного языка нами создана программная имитационная модель, представляющая собой мультиагентную нейрокогнитивную архитектуру. В работе [24] выдвигается гипотеза, что мультиагентная нейрокогнитивная архитектура – это формализм, применение которого в качестве основы системы искусственного интеллекта позволит смоделировать вышеупомянутые процессы, имеющие место в мозге человека при обосновании символов. Данная гипотеза основывается на предположении о функциональном и структурном сходстве мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры с головным мозгом человека [25, 26]. Применение данного подхода позволит погрузить интеллектуального агента в реальную среду с целью имитации процесса освоения естественного языка.

2. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Если следовать теории построения семантики естественного языка на основе телесного опыта, то интеллектуальный агент должен иметь возможность взаимодействовать с окружающим миром для получения телесного и перцептивного опыта. Для этих целей лучше всего подходят роботы [27], погруженные в реальную среду посредством системы сенсоров и актуаторов. Роботы имеют возможность обосновать символы естественного языка в процессе его освоения в коммуникативных ситуациях при взаимодействии с людьми, которые «общаются» с ним на языке с упрощенной грамматикой. Общение происходит пересылкой сообщений посредством дисплея и клавиатуры через чат системы (рис. 1).

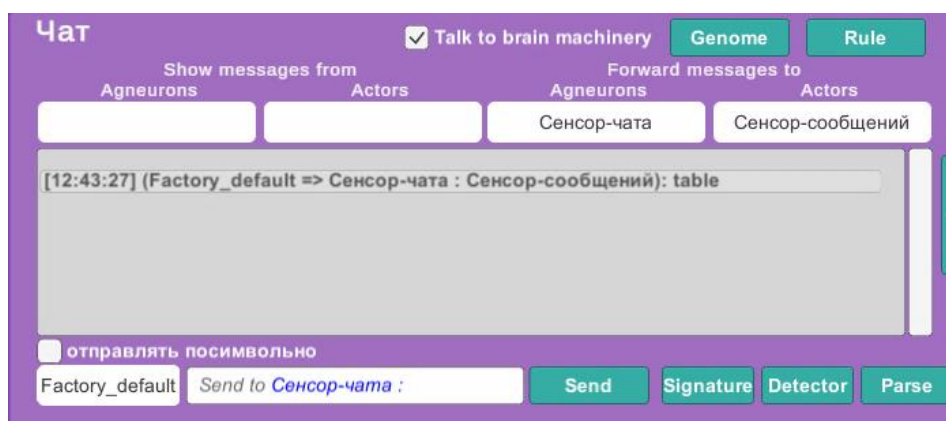


Рис. 1. Чат системы

Fig. 1. System chat

На следующей картинке представлен экспериментальный стенд (рис. 2а) для отработки систем нейрокогнитивного управления многозвенным манипулятором (рис. 2б), используемый для получения опыта взаимодействия с окружающим миром. В манипулятор робота вложили яблоко. Используя сенсоры, установленные в «руке», робот получает сигналы о том, что почувствовал что-то твердое, гладкое и круглое. Камеры, встроенные в «голову» робота, посредством системы распознавания образов фиксируют его цвет, размер и форму.



а)



б)

Рис. 2. а) экспериментальный стенд для отработки систем нейрокогнитивного управления многозвенным манипулятором; б) манипулятор

Fig. 2. а) experimental stand for testing neurocognitive control systems for a multi-link manipulator; б) manipulator

Данные с сенсоров попадают в «мозг» робота, в мультиагентную нейрокогнитивную архитектуру, где под каждый входной сигнал создаются нейронные ансамбли, которые в дальнейшем соединяются между собой как сигналы, которые были получены вместе. Сигналы с двигательной системы, манипулятора и результаты процесса распознавания образов объединяются в один нейронный ансамбль, группу нейронов. Таким образом в «мозге» робота появится нейронное представительство, отвечающее за внешний вид и текстуру яблока. Далее необходимо дать новому объекту реального мира название. Для этого появившиеся агенты, следуя правилам в своих базах данных, при условии, что подобный объект попадается в первый раз, зададут пользователю вопрос: «Что это?». Ответ пользователя также отправится в систему через чат: «Яблоко». Данная символьная строка будет обработана мультиагентной системой посимвольно, т.е. на каждый символ будет сгенерирован отдельный нейрон типа символ (рис. 3).



Рис. 3. Символьные агенты

Fig. 3. Symbolic agents

Далее эти нейроны, следуя своей внутренней логике выживания, создадут агента-нейрона более высокого уровня – слово с соответствующим названием: «Яблоко» (рис. 4).

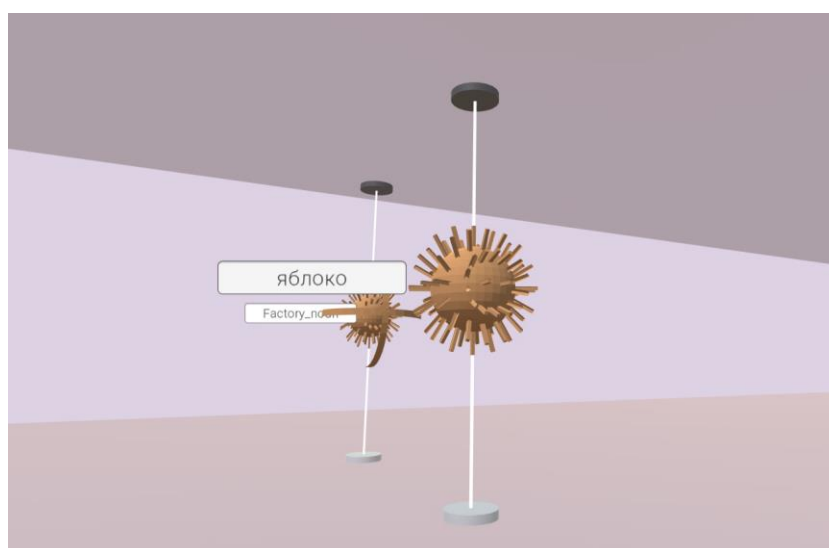


Рис. 4. Агент слово

Fig. 4. Word agent

Таким образом нейроны в мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре принимают участие в функциональной репрезентации понятия «яблоко». Из этого можно заключить, что концептуализация понятий – это мультиагентный процесс, в котором задействованы различные агенты, взаимодействующие друг с другом с помощью мультиагентных контрактов. Эти нейроны относятся к разным типам, и, соответственно, входным сигналом для них является информация разного вида: моторная, визуальная, естественно-языковая и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все агенты, возникшие в ходе некоего сенсомоторного и языкового опыта интеллектуального агента, связаны друг с другом таким образом, что могут запрашивать и предоставлять информацию об изученном объекте. Из этого следует, что формальная концептуальная репрезентация понятия «яблоко» будет состоять из его внешнего описания (формы, цвета и т. д.), способа физического взаимодействия (например, держать в «руке») и его названия.

В этой статье мы проиллюстрировали упрощенный способ формального представления семантики отдельного слова, применяя инструментарии теорий воплощенного познания. Мы предполагаем, что использование мультиагентных систем в сочетании с имитационным моделированием может стать эффективным инструментом решения задач обоснования символов и концептуализации в целом. Более того, имитационное моделирование даст нам возможность отслеживать процесс концептуализации, происходящий в интеллектуальной системе.

REFERENCES

1. Evans V., Green M. *Cognitive Linguistics*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2006. 857 p.
2. Langacker R. *Foundations of Cognitive Grammar*. Vol. 1. Stanford: CA: Stanford University Press, 1987. 540 p.
3. Harnad S. The symbol grounding problem. *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 1990. No. 42. Pp. 335–346. DOI: 10.1016/0167-2789(90)90087-6
4. Hummel J.E. Symbolic versus associative learning. *Cognitive Science*. 2010. No. 34. Pp. 958–965.
5. Murphy G.L. *The big book of concepts*. MA: MIT Press, 2002. 568 p.
6. Glenberg A.M. Few believe the world is flat: How embodiment is changing the scientific understanding of cognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology*. 2015. No. 69. Pp. 165–171. DOI: 10.3758/BF03196313
7. Mahon B.Z. The burden of embodied cognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology*. 2015. No. 69. Pp. 172–178.
8. Masson M.E.J. Toward a deeper understanding of embodiment. *Canadian Journal of Experimental Psychology*. 2015. No. 69. Pp. 159–164. DOI: 10.1037/cep0000055
9. Anderson J.R. *The architecture of cognition*. MA: Harvard University Press, 1983. 360 p.
10. Collins A.M., Quillian M.R. Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1969. Vol. 8. Pp. 240–247. DOI: 10.1016/S0022-5371(69)80069-1
11. Kintsch W. The role of knowledge in discourse processing: A construction-integration model. *Psychological Review*. 1988. Vol. 95. Pp. 163–182. DOI: 10.1016/S0166-4115(08)61551-4
12. Landauer T.K., Dumais S.T. A solution to Plato’s problem: The Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*. 1997. Vol. 104. Pp. 211–240. DOI: 10.1037/0033-295X.104.2.211
13. Fritz G., Dudschig C., Kaup B. Symbol Grounding Without Direct Experience: Do Words Inherit Sensorimotor Activation From Purely Linguistic Context? *Cognitive Science*. 2018. No. 42(2). Pp. 336–374. DOI: 10.1111/cogs.12549

14. Quillian M.R. Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities. *Behavioral Science*. 1967. No. 12. Pp. 410–430. DOI: 10.1002/bs.3830120511
15. Lund K., Burgess C. Producing high-dimensional semantic spaces from lexical co-occurrence. *Behavior Research Methods, Instrumentation, and Computers*. 1996. No. 28. Pp. 201–208. DOI: 10.3758/BF03204766
16. McRae K., Cree G. S., Seidenberg M. S., McNorgan C. Semantic feature production norms for a large set of living and nonliving things. *Behavior Research Methods*. 2005. No. 37. Pp. 547–559. DOI: 10.3758/BF03192726
17. Smith E.E., Medin D.L. The classical view. *Categories and concepts*. 1981. Pp. 22–60.
18. Searle J.R. Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*. 1980. No. 3. Pp. 417–424. DOI: 10.1017/S0140525X00005756
19. Barsalou L.W. Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*. 1999. Vol. 22. Pp. 637–660. DOI: 10.1017/S0140525X99002149
20. Johnson-Laird P.N. Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. *Language*. 1983. Pp. 897–903. DOI: 10.2307/414498
21. Zwaan R.A., Madden C.J. Embodied sentence comprehension. *Grounding cognition: The role of action and perception in memory, language, and thinking*. 2005. Pp. 224–245. DOI: 10.1017/CBO9780511499968.010
22. Hebb D. The organization of behavior. New York: Wiley, 1949. 378 p.
23. Lachmair M., Dudschig C., De Filippis M., de la Vega I., Kaup B. Root versus roof: Automatic activation of location information during word processing. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2011. No. 18. Pp. 1180–1188. DOI: 10.3758/s13423-011-0158-x
24. *Нагоев З. В., Нагоева О. В. Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2022. 150 с.*
Nagoev Z.V., Nagoeva O.V. *Obosnovaniye simvolov i mul'tiagentnyye neyrokognitivnyye modeli semantiki yestestvennogo yazyka* [Symbol grounding and multi-agent neurocognitive models of natural language semantics]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2022. 150 p. (In Russian)
25. *Нагоев З. В. Интеллектика, или Мышление в живых и искусственных системах. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 232 с.*
Nagoev Z.V. *Intellektika, ili Myshleniye v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intelligence, or thinking in living and artificial systems]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2013. 232 p. (In Russian)
26. *Нагоев З. В. Онтонейроморфогенетическое моделирование // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 4(54). С. 46–56.*
Nagoev Z.V. Ontoneuromorphological modelling. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 46–56. (In Russian)
27. Vogt P. Language evolution and robotics: Issues on symbol grounding and language acquisition. *Artificial Cognition Systems*. 2006. Pp. 89–118.

Информация об авторах

Макоева Дана Гисовна, канд. филол. наук, зав. лабораторией «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

makoevadana@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5955-2262>

Край Карина Фаезовна, мл. науч. сотр. отдела «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

kraykarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>

Энес Ахмед Зюльфикар, мл. науч. сотр. отдела «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

ahmedenes@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3633-4910>

Information about the authors

Makoeva Dana Gisovna, Candidate of Philological Sciences, Head of the Laboratory of Computational Linguistics, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

makoevadana@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5955-2262>

Krai Karina Faezovna, Junior Researcher of the Laboratory of Computational Linguistics, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

kraykarina@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6927-7361>

Enes Akhmed Zyulfikar, Junior Researcher of the Laboratory of Computational Linguistics, Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

ahmedenes@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3633-4910>