

УДК 159.9.07.

**ПОНИМАНИЕ ЯЗЫКА НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ:
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
В КОГНИТИВНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ**

Янова Наталья Геннадьевна

*Алтайский Государственный Университет, доцент, Барнаул, Россия
yanova.ng@yandex.ru*

Кайгородова Надежда Захаровна

*Алтайский Государственный Университет, профессор, Барнаул, Россия
kaigorodova56@gmail.com*

Аннотация. Статья рассматривает психологические проблемы методов интеллектуального анализа естественного языка в междисциплинарных исследованиях. Обсуждается вклад когнитивного моделирования в понимание языка на вычислительной основе. Представляется обзор психологически-ориентированных направлений когнитивного анализа для разработки средств моделирования, понимания и воздействия естественного языка. Рассматриваются возможности и ограничения нейробиологии, нейроинформатики и нейрокогнитологии в методах семантической обработки информации. Предлагается новый взгляд на проблему формализации когнитивной и психологической вариативности языка.

Ключевые слова: понимание языка, когнитивное моделирование, психосемиотика, нейротехнологии, коннектом, когнитом.

**NATURAL LANGUAGE PROCESSING & UNDERSTANDING:
PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVES IN COGNITIVE SIMULATION**

Annotation. The article considers the psychological problems of methods of intellectual analysis of natural language in interdisciplinary studies. The contribution of cognitive modeling to understanding the language on a computational basis is discussed. An overview of psychologically-oriented directions of cognitive analysis for the development of modeling tools, understanding and impact of natural language is presented. The possibilities and limitations of neurobiology, neuroinformatics and neurocognition in methods of semantic information processing are considered. A new approach to the problem of formalizing the cognitive and psychological variability of language is proposed.

Keywords: natural Language Processing, Knowledge Representation, Psychosemiotics, Neurotechnology, Connectome, Cognitome.

Предмет междисциплинарных исследований по естественному языку и познавательной науке (Natural Language and Cognitive Science /NLPCS) охватывает области когнитивных, лингвистических и компьютерных наук,

связанные с пониманием языка на вычислительной основе (language understanding, language generation, word association, word sense disambiguation, word predictability, text production, authorship attribution). Вычисление и моделирование в психологии языка становится комплементарным вектором для объединения нейрокомпьютерных, нейрокогнитивных и нейролингвистических подходов к обработке естественного языка. Особенно это касается вопросов изучения скрытых структур и функций языка (Hidden Structure and Function in the Lexicon), связанных не столько с лексикой и синтаксисом, сколько с его семантикой и прагматикой.

Проблема «психологии референта» в процессах распознавания и декодирования информации по-разному обозначается в междисциплинарном поле (agency, miness), но при этом имеет статус строгого научного понятийного аппарата для отдельных парадигм. Конвергенция терминов и теорий в формализации принципа интерпретации ('Interpret Whenever Possible' Principle) происходит медленнее, чем методов и технологий. От формулировки общих идей в когнитологии (Understanding of the Cognitive Processes of the Brain&Mind) до конкретных технических направлений ее воплощений. Таких, как обработка текстов на естественном языке (Natural Language Processing, NLP), основы машинного понимания текста (Natural Language Understanding, NLU), представление знаний (Knowledge Representation, KR), генерирование выходной информации на естественном языке (Natural Language Generation, NLG). Проблема сложности смыслового декодирования порождает более дифференцированные и узкие области анализа понимания языка: Discourse integration (семантика контекста), Pragmatic Analysis (прагматика опыта и ситуации), Emotion Detection (распознавание эмоций), Sentiment analysis (анализ тональности текста), Opinion mining (ментальный отклик), Text Mining (текстовая интеллектуальная обработка). Актуальными треками становятся

направления психологической парадигмы Cognitive and Psychological Models of NLP, Social Cognition of Language, представленные в работах Poibeau, T., Vasishth, Sh. [22], Sharp, B., Sedes, F., Lubaszewski, W. [24], Bel-Enguix, G. [15], Markowitz, J.A. [21], Gudivada, V. [17].

Развитие систем интеллектуального анализа естественного языка задает психологическую перспективу в конвергенции гуманитарных, естественных и инженерных наук [5]. Среди оригинальных вычислительных решений в NLP можно указать публикации по вопросам понимания и интерпретации [11, 12, 20, 25].

Психологические обоснования указанной проблемы были поставлены в работах: King, B., Reinold, K. [18], Rickheit, G., Habe C. [23], David N., Newen A., Vogeley K. [13], Gallagher S. [16], Frith, Ch. [14].

Вопросы вычислительных возможностей понимания языка и методов его когнитивного моделирования традиционно составляют фокус нейрокогнитивных и нейрокомпьютерных технологий искусственного интеллекта [19]. Как показывают обзоры Brain And Language, распознавание дискурсивных аспектов языка на уровне человеческих возможностей, но со скоростью и точностью компьютеров – приоритетная задача в эволюции методов искусственного интеллекта. Однако обзоры Cognitive Psychology убедительно доказывают, что ее реализация невозможна без прогресса в изучении таких атрибутов интеллектуальных систем, как сознание и понимание. Обзоры Behavioral and Brain Sciences также подтверждают, что неинвазивные методы симуляции мозга, исследующие возможности межнейронных контактов и синаптических потенциалов, напрямую не эквивалентны «символьной алгебре отношений» (Ч.С.Пирс) человеческого языка и сознания.

Роль субъективности в процессах восприятия и понимания первична [6, 7, 8, 9, 10], что порождает дилемму о границах возможностей и разной

ответственности между brain & mind, самой обсуждаемой проблеме в профильных журналах современной когнитивистики (Trends in Cognitive Sciences). Методы, имитирующие процессы обучения и приобретения опыта искусственным агентом, широко представленные на страницах Neuroscience and Behavioral Physiology, требуют осмысления границ не только между мозгом и разумом, но и между 'знанием и его пониманием' [3].

Преодолеть барьер между «количественной и качественной» семантической обработкой в интеллектуальных системах невозможно без осознания разницы между языком символов и знаков (Пятигорский А.М., Мамардашвилли М.К., 1997). Формализация принципа сигнификации в духе 'вершинной психологии' Л.С.Выготского задает точку роста в когнитивной робототехнике и требует конвергенции не только парадигм, но и наук, которые за ними стоят. Коннекционизм, эволюционизм, генетические алгоритмы, как генеративизм и когнитивизм в искусственных системах пока бессильны перед субъектной организацией психики и сознания. Фундаментальной науке в вопросах смыслового декодирования информации придется не просто интегрировать известные достижения психологии языка, мышления и сознания, но и открывать новые области.

Речь идет не о психологии познавательных процессов, а о метапсихологии языка и сознания (Супрун А.П., Янова Н.Г., 2013). Предметом анализа для когнитома (Анохин К.В., 2016), в отличие от коннектома (С.Сеунг, 2015), является 'ментальная модель познания', заявленная еще Дж.Фодором и Д.Деннетом. Предметом ее изучения снова становятся процессы ментальной репрезентации (М.Айзенк) и метарепрезентации (А.Лесли), но уже в духе возрождения репрезентационизма 'новой волны', связанной с обращением к семантическому и семиотическому анализу ментальной активности (Петренко В.Ф., Супрун А.П., 2016).

Без моделирования семиотики сознания у агентов типа Ватсона, Сири, Dragon go и Мюона нет шанса получить даже ‘иллюзию сознания’ [2]. Нейронная основа искусственного интеллекта только половина пути, поскольку клетка запускает механику поведения, а не его осознание и регуляцию (Р.Бертон, 2018). Ментальная основа в системах искусственного интеллекта сложнее и она состоит в описании когнитивных механизмов более высокой степени иерархии. В методах обработки информации разум использует не только язык мозга, но и язык сознания (Черниговская Т.В., 2016). Поэтому для расширения технических возможностей создания разумных систем-ассистентов нужна опора не только на принципы в работе мозга, но и принципы эволюции психики и сознания (М.Газзанига, 2008). Насколько это окажется возможным – предмет дискуссии между нейробиологическим оптимизмом и психологическим пессимизмом в эволюционной биологии и психологии. Но сам путь к решению проблемы искусственного декодирования естественного языка невозможен без формализации теории значения, моделирования и вычисления психологической функции значения. Публикаций, касающихся математических моделей и вычислительных методов вероятностного выбора ожидаемого значения знака немного (метод иерархически скрытых моделей Маркова). К тому же используется разная постановка задачи в разных парадигмах: поиск и выбор подходящего значения в базах знаний в нейроинформатике, интерпретация значения в нейрокогнитологии, грамматика языка в эволюционной лингвистике. Претензия «умного робота» на статус «живой целеустремленной системы» (место человека) в когнитивной робототехнике упирается в проблему логики искусственного и естественного языка, проблему вербального и эмоционального интеллекта, проблему эвристического и развивающего познания, проблему порождающей ментальной

грамматики. К тому же оценка информации человеком и искусственным агентом имеет не только различия, но и границы [5].

Как подступиться к алгоритмам различий между знанием и пониманием – задача наук о человеке, а не о роботах. Наиболее интегративная и вместе с тем формализованная ее часть принадлежит лингвистике в вопросах отличия языка мозга от языка мысли и языка сознания [4]. Ключевой вопрос состоит в декодировании процесса семиозиса, в котором рождается и умирает значение. Живой контент повседневного дискурса в задачах распознавания решается логикой и математикой не знаний, а рассуждений (fuzzy logic&soft computing) и требует перехода от интеллектуального мышления к интеллектуальному пониманию.

Недостающее звено в том, что решение проблемы декодирования смысла сигнала референтом зависит от психосемиотики сознания. Пока это мало ‘учтенная’ область для моделирования искусственных систем, позволяющая перейти от моделирования сенсорного и когнитивного уровня организации деятельности к высшему психическому. Природа высших психических функций – знаковая, семиотическая. Язык психосемиотики сознания скорее язык ментальной геометрии, чем алгебры. Но именно на нем «говорят и договариваются между собой» высшие психические функции как знаковые системы. И хотя проблема моделирования функций языка, мышления, сознания выходит за пределы старой парадигмы репрезентационизма (Ребеко Т.А., 2003, Кубрякова Е. С., 2007), ее решение требует обращения к мета-языку (пример: идея универсального предметного кода Жинкина Н.И.).

Иерархический уровень процесса понятийной сигнификации не просто путь от слова к понятию. Для адекватного понимания, а не аутентичного воспроизведения распознаваемого образа нужен не алгоритм перебора возможных ожидаемых значений, а модель вероятностного выбора ожидаемого

значения знака в точном семантическом, а не лексическом поле. Н.Хомским доказано, что удачный синтаксис поверхностной структуры не всегда ключ к пониманию содержания глубинной структуры. Доступ к пониманию содержания контента состоит не в передаче текста, а в передаче дискурса, причем не на понятийном, а концептуальном уровне семиотической организации и биологической активации нейронных связей.

Механизм концептуальной метафоры (в.т.ч. метафоры 'воплощенного и расширенного сознания' Э.Кларка) - эмпирическая попытка активировать такой нейронный ансамбль у референта («зацепиться за его опыт»). Функциональная неграмотность роботов-ассистентов во многом связана с их семиотической безграмотностью и психологической некомпетентностью. И, если второе недостижимо в принципе (только как 'сухой' эквивалент субъективному опыту познания), то ликвидация семиотических ошибок - задача выполняемая в математическом моделировании.

Помимо методов физики клеточных автоматов, биохимии синаптических передач и нейромедиаторов, искусственный интеллект должен обратиться к семиотической операции. Система-робот оперирует лексическим значением, а не психологическим. Это мешает распознавать живой и скрытый язык метафоры и оценить ее воздействие. Поэтому ассистенты лучше демонстрируют свое назначение как коннектикума, а не декодера сообщений, и способны общаться «не понимая». Именно с этим обстоятельством связана недооценка дискурсивных возможностей средств искусственного интеллекта известными лингвистами Дж.Серлем, Н.Хомским, С. Пинкером. Настройка интеллектуальных систем на функцию понимания с опорой на метакогнитивный механизм регуляции на основе обратной связи - научная перспектива фундаментальной когнитологии. Ее прикладной аспект связан с

развитием средств понимания языка на вычислительной основе и требует учета когнитивно-дискурсивных функций в когнитивном моделировании.

Оценка влияния дискурса и контекста на функции понимания и интерпретации в естественном языке представляет интерес для многих технологических решений. Об этом говорит стремительное развитие технологий в области извлечения знаний (Human-Centered Design, Emergent Properties of Human Behavior, Usability and User Experience, Collaborative Thinking, Human Cyber Physical Systems Interactions). Среди инструментов анализа естественного языка: экспертные системы, системы семантического моделирования, системы распознавания и декодирования, речевые диалоговые системы. В технологиях моделирования состоялся переход от данных (Data analysis) к знанию (Data mining) и познанию (Opinion mining).

Как показывает анализ в области компьютерных наук и когнитивной инженерии, основными научными проблемами интеллектуальных систем являются вопросы обработки символьной и несимвольной информации. Символьное представление информации осуществляется, как правило, с помощью логических и комбинаторных процедур. Перспективная цель вычислительных систем символьной обработки информации - автоматическая генерация суждений и рассуждений в понятийной среде (В.Б.Тарасов, А.Н.Аверкин, ICAFS2016/ICSCCW2017). Но в понимании искусственного интеллекта как открытой системы (Проблемы искусственного интеллекта, 2016) ставится вопрос о моделировании не только чисто когнитивных, но и психологических процессов познания (интенциональных, эмоциональных, волевых, оценочных).

Происходит развитие интеллектуальных диалоговых систем, с заимствованием понятийного аппарата психологической теории деятельности. От вычислений со словами и восприятиями (Л.Заде, Р.Алиев, 2017) переходят

к вычислительным методам анализа целей, намерений, эмоций, аттитюдов. Психодиагностика и психометрика в когнитивной и цифровой революции также обретают новый статус и становятся частью информационных и нейротехнологий.

Инструменты, способные выделять из текста синтаксическую, семантическую и дискурсивную информацию используют для диагностики демографической и социально-культурной принадлежности пользователей, социальных настроений и психологических состояний, идентификации обмана, пропаганды, экстремизма, буллинга. В число 'модельных' характеристик дискурсивного воздействия (Т.А.Гребенщикова, 2017) включают: ситуационную и личностную детерминанту, прямое и косвенное воздействие, имплицитные и эксплицитные формы воздействия, провокативные компоненты, преднамеренный и ненамеренный характер, механизм иллюкативного вынуждения, интенциональное пространство, референтную направленность. Анализ эффектов привлекательности и воздействия дискурсивного языка представлен в работах по синонимической и семантической аттракции, дискурсивным маркерам когнитивного варьирования контекстом.

Но большинство дискурсивных и эмотивных функций мало формализованы. В этом смысле интерес представляют базы знаний по эмоционально-аффективной оценки лексики в естественном языке (М. Брэдли, П. Ланг, Люсин, 2017). Речь идет о базах ANEW (Affective Norms for English Words) и ENRuN (от Emotion Norms for Russian Nouns), разработанных на основе круговой модели аффекта Дж.Рассела. Такие базы могут быть использованы как самостоятельно, так и интегрированы в новые, психологически-ориентированные когнитивные технологии. Но психологический фундамент модели когнитивного предполагает больше, чем

развитие вычислительных технологий эмоционально-оценочной лексики языка с возможностью их картирования и нейровизуализации.

В отличие от коннектома, который демонстрирует триумф нейробиологии и нейроинформатики в психологии мозга, подход когнитома [1] опирается на теорию и методы психологии сознания. Эксцессы в интерпретациях мозга «порождающего сознание» не преодолевают границу между мозгом и разумом, и скорее подтверждают, что понимание анатомии мозга недостаточно для понимания разума. Более того, понимание не сводится к мышлению, также как мышление не сводится к восприятию. Прогресс фМРТ в нейровизуализации расширяет возможности нейроневрологии и нейропсихологии, но не объясняет ни психологию поведения, ни психологию сознания. Объективны биологические факты нейронаук, но не их поведенческие выводы. Гипотезы уровня строения мозга и модулярного строения сознания далеко не знак эквивалента их природы.

Возможно, интеллектуальный ассистент в ходе нейрогонки и в результате нейрореволюции и будет содержать код доступа к мысли и эмоции, но вряд ли получит доступ к их осознанию, пониманию и переживанию. Сознательное определение субъективного опыта и его ментальное ощущение - процессы разной природы. Этот факт фиксируют когнитивные науки, отмечая разницу между эмоциональным и когнитивным ('интеллект' в психологии, 'концепт' в лингвистике), значением и смыслом (знание и понимание), образом и знаком (категоризация и концептуализация), знаком и символом (коммуникация и рефлексия). В конечном счете, проблема декодирования это проблема интерпретации, главный вопрос в которой ментально-языковой код. Язык мозга, язык мышления и язык сознания работают и вместе и параллельно, организуя репрезентационные коды для связи высших психических функций.

Дискуссии в области «ментальной криптографии» касаются принципа кодирования (векторное квантование), модели кодирования (иерархические скрытые сетевые модели), направления кодификации («снизу вверх» как в нейробиологии, или «сверху вниз» как в нейроинформатике), доступа к содержанию кода и способам его организации (психология ментальных репрезентаций и метапсихология метарепрезентаций), языку кода (грамматике, синтаксису, семантике и прагматике).

В исследовании когнитивной и психологической вариативности языка важную роль играют такие подходы в психологии языкознания, как когнитивная лингвистика - изучает грамматики языка (генеративная, когнитивная и ментальная), психосемантика – изучает виды значений (денотат, десигнат, коннотат, экстенционал, интенционал), семиотика - изучает виды знаков (индекс, знак, символ). Поскольку генезис и трансформация сознания как системы индивидуальных и коллективных значений (Леонтьев А.Н.) определяются эволюцией значения в семиозисе, обращение к психосемиотике в изучении вопросов распознавания, понимания и воздействия языка представляется необходимым. Перспективу исследований составляет психосемиотика метаязыкового кода: когнитивная модель согласования языка ментальных ощущений и ментальных представлений, система кодовых переходов между имплицитным и эксплицитным уровнем понимания, мост между значением и смыслом в процессе семиозиса. Необходимым звеном является разработка вычислительной модели вероятностного выбора ожидаемого значения знака.

Список литературы:

1. Анохин К.В. Коннектом и когнитом: заполнение разрыва между мозгом и разумом. // Седьмая межд. конференция по когнитивной науке. М.: Институт психологии РАН. 2016, С. 18-19.
2. Аллахвердов В.М. Сознание и проблема свободы воли. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2017. Т. 67, № 6. С. 734-738.
3. Знаков В.В. Психологические условия понимания мира человека. // Вопросы психологии. 2018. № 1. С.16-27.
4. Кибрик А.А., Кошелев А.Д. Язык и мысль: современная когнитивная лингвистика. М.: Языки славянской культуры. 2015. 848 с.
5. Максимов В.Ю., Клышинский Э.С., Антонов Н.В. Проблема понимания в системах искусственного интеллекта// Новые информационные технологии в автоматизированных системах. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016. С. 43-60.
6. Фаликман М.В. Когнитивная наука: основоположения и перспективы. // Логос. 2014. №1 (97). С.1-18.
7. Фаликман М.В., Коул М. «Культурная революция» в когнитивной науке: от нейронной пластичности до генетических механизмов приобретения культурного опыта. // Культурно-историческая психология. 2015. т. 11, № 1. С. 5.
8. Фаликман М.В. Когнитивная парадигма: есть ли в ней место психологии?// Психологические исследования. 2015. Том 8, № 42. С. 3. Режим доступа <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n42/1166-falikman42.html>
9. Фаликман М.В. Методология конструктивизма в психологии познания. Психологические исследования. 2016. Том 9, № 48. С. 3. Режим

доступа <http://psystudy.ru/index.php/num/2016v9n48/1305-falikman48.html>

10. Фаликман М.В. Новая волна Выготского в когнитивной науке: разум как незавершенный проект. // Психологические исследования. 2017. Том10, № 54. С. 3. Режим доступа <http://psystudy.ru/index.php/num/2017v10n54/1449-falikman54.html>

11. Andina J., Franssonb P., Rönnerb J., Rudnera M. Phonology and arithmetic in the language–calculation network // Brain and Language. 2015. V. 143. P. 97-105.

12. Chen A., Peter V., Wijnen F., Schnack H., Burnham D. Are lexical tones musical? Native language’s influence on neural response to pitch in different domains // Brain and Language. 2018. V. 180–182. P. 31-41.

13. David N., Newen A., Vogeley K. The sense of Agency and its Underlying Cognitive and Neural Mechanisms // Consciousness and Cognition. 2008. V. 17, № 2. P. 523-534.

14. Frith Ch. Macing up the mind: How the brain creates our mental world. Oxford: Blackwell publishing, 2007. 226 p.

15. Gala N., Rapp R., Bel-Enguix G. (Eds.) Language Production, Cognition, and the Lexicon. Switzerland: Springer, 2015. 586 P.

16. Gallagher S. Multiple Aspects in the Sense of Agency // New Ideas in Psychology. 2011. V. 30, № 1. P. 15-31.

17. Gudivada V. Computational Analysis and Understanding of Natural Languages: Principles, Methods and Applications. Handbook of Statistics. Volume 38. North Holland: Elsevier, 2018. 537 p.

18. King B., Reinold K. Finding the Concept, Not Just the Word. Oxford: Chandos Publishing, 2008. 224 p.

19. Kurzweil R. How to create a mind. NY: Penguin Group, 2012. 321 p.
20. Logacev P., Vasishth S. A Multiple-Channel Model of Task-Dependent Ambiguity Resolution in Sentence Comprehension // Cognitive Science. 2016. V. 40, № 2. P. 266-298.
21. Neustein A., Markowitz J. (Eds.) Where Humans Meet Machines: Innovative Solutions to Knotty Natural Language Problems. New York: Springer Verlag, 2013. 315 p.
22. Poibeau T., Vasishth Sh. Introduction: Cognitive Issues in Natural Language Processing // Traitement Automatique des Langues et Sciences Cognitives. 2014. V. 55, № 3. P.7-19.
23. Rickheit G., Habe C. Mental Models in Discourse Processing and Reasoning. NY: Elsevier Science, 1999. 418 p.
24. Sharp B., Sedes F., Lubaszewski W. Cognitive Approach to Natural Language Processing. NY: ISTE Press-Elsevier, 2017. 234 p.
25. Vasishth S., Nicenboim B. Statistical Methods for Linguistic Research: Foundational Ideas // Part I. Language and Linguistics Compass. Cornell University Library. 2016. V. 10, № 8. pp. 349-369.

References:

1. Anohin K.V. Konnektom i kognitom: zapolnenie razryva mezhdu mozgom i razumom. // Sed'maya mezhd. konferenciya po kognitivnoj nauke. M.: Institut psihologii RAN. 2016, P. 18-19.
2. Allahverdov V.M. Soznanie i problema svobody voli. // ZHurnal vyshej nervnoj deyatelnosti im. I.P. Pavlova. 2017. T. 67, № 6. P. 734-738.
3. Znakov V.V. Psihologicheskie usloviya ponimaniya mira cheloveka. // Voprosy psihologii. 2018. № 1. P.16-27.

4. Kibrik A.A., Koshelev A.D. YAzyk i mysl': sovremennaya kognitivnaya lingvistika. M.: YAzyki slavyanskoj kul'tury. 2015. 848 p.
5. Maksimov V.YU., Klyshinskij E.H.S., Antonov N.V. Problema ponimaniya v sistemah iskusstvennogo intellekta// Novye informacionnye tekhnologii v avtomatizirovannyh sistemah. M.: IPM im. M.V. Keldysha, 2016. P. 43-60.
6. Falikman M.V. Kognitivnaya nauka: osnovopolozheniya i perspektivy. // Logos. 2014. №1 (97). P.1-18.
7. Falikman M.V., Koul M. «Kul'turnaya revolyuciya» v kognitivnoj nauke: ot nejronnoj plastichnosti do geneticheskix mekhanizmov priobreteniya kul'turnogo opyta. // Kul'turno-istoricheskaya psihologiya. 2015. t. 11, № 1. P. 5.
8. Falikman M.V. Kognitivnaya paradigma: est' li v nej mesto psihologii?// Psihologicheskie issledovaniya. 2015. Tom 8, № 42. P. 3. Rezhim dostupa <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n42/1166-falikman42.html>
9. Falikman M.V. Metodologiya konstruktivizma v psihologii poznaniya. Psihologicheskie issledovaniya. 2016. Tom 9, № 48. P. 3. Rezhim dostupa <http://psystudy.ru/index.php/num/2016v9n48/1305-falikman48.html>
10. Falikman M.V. Novaya volna Vygotskogo v kognitivnoj nauke: razum kak nezavershennyj proekt. // Psihologicheskie issledovaniya. 2017. Tom10, № 54. P. 3. Rezhim dostupa <http://psystudy.ru/index.php/num/2017v10n54/1449-falikman54.html>
11. Andina J., Franssonb P., Rönnerberga J., Rudnera M. Phonology and arithmetic in the language–calculation network // Brain and Language. 2015. V. 143. P. 97-105.
12. Chen A., Peter V., Wijnen F., Schnack H., Burnham D. Are lexical tones musical? Native language's influence on neural response to pitch in different domains // Brain and Language. 2018. V. 180–182. P. 31-41.

13. David N., Newen A., Vogeley K. The sense of Agency and its Underlying Cognitive and Neural Mechanisms // *Consciousness and Cognition*. 2008. V. 17, № 2. P. 523-534.
14. Frith Ch. *Macing up the mind: How the brain creates our mental world*. Oxford: Blackwell publishing, 2007. 226 p.
15. Gala N., Rapp R., Bel-Enguix G. (Eds.) *Language Production, Cognition, and the Lexicon*. Switzerland: Springer, 2015. 586 P.
16. Gallagher S. Multiple Aspects in the Sense of Agency // *New Ideas in Psychology*. 2011. V. 30, № 1. P. 15-31.
17. Gudivada V. *Computational Analysis and Understanding of Natural Languages: Principles, Methods and Applications*. Handbook of Statistics. Volume 38. North Holland: Elsevier, 2018. 537 p.
18. King B., Reinold K. *Finding the Concept, Not Just the Word*. Oxford: Chandos Publishing, 2008. 224 p.
19. Kurzweil R. *How to create a mind*. NY: Penguin Group, 2012. 321 p.
20. Logacev P., Vasishth S. A Multiple-Channel Model of Task-Dependent Ambiguity Resolution in Sentence Comprehension // *Cognitive Science*. 2016. V. 40, № 2. P. 266-298.
21. Neustein A., Markowitz J. (Eds.) *Where Humans Meet Machines: Innovative Solutions to Knotty Natural Language Problems*. New York: Springer Verlag, 2013. 315 p.
22. Poibeau T., Vasishth Sh. Introduction: Cognitive Issues in Natural Language Processing // *Traitement Automatique des Langues et Sciences Cognitives*. 2014. V. 55, № 3. P.7-19.
23. Rickheit G., Habe C. *Mental Models in Discourse Processing and Reasoning*. NY: Elsevier Science, 1999. 418 p.

24. Sharp B., Sedes F., Lubaszewski W. Cognitive Approach to Natural Language Processing. NY: ISTE Press-Elsevier, 2017. 234 p.

25. Vasishth S., Nicenboim B. Statistical Methods for Linguistic Research: Foundational Ideas // Part I. Language and Linguistics Compass. Cornell University Library. 2016. V. 10, № 8. pp. 349-369.