



Межрегиональная
ассоциация
когнитивных
исследований



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА
ИМ. Н. П. БЕХТЕРЕВОЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



ДЕСЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ

THE TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE SCIENCE

МАТЕРИАЛЫ | ABSTRACTS

26.06.2024 – 30.06.2024

Пятигорск
Россия

Pyatigorsk
Russia

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук»**

**Межрегиональная общественная организация
«Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ)**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пятигорский государственный университет»**

ДЕСЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ

26–30 июня 2024 г., Пятигорск, Россия

Тезисы докладов

Часть I

**Пятигорск
2024**

УДК 159.9
ББК 88
Д 37

*Все права защищены.
Любое использование материалов данной книги полностью
или частично без разрешения правообладателей запрещается.*

Редколлегия:

*Александров Ю.И., Кибрик А.А., Киреев М.В. (отв.ред.),
Парин С.Б., Черниговская Т.В.*

Десятая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Пятигорск, 26–30 июня 2024 г. В двух частях. Часть I / Отв. ред. Киреев М.В. – Пятигорск, 2024. – 399 с.

Конференция является продолжением серии конференций по когнитивной науке, состоявшихся в Казани (2004 г.), Санкт-Петербурге (2006 г.), Москве (2008 г., 2020 гг.), Томске (2010 г.), Калининграде (2012, 2014 гг.) и Светлогорске (2016, 2018 гг.). В конференции принимают участие ведущие специалисты в области междисциплинарных когнитивных исследований, представляющие такие научные дисциплины, как психология, лингвистика, нейрофизиология и психофизиология, биология, педагогика, нейроинформатика и компьютерные науки, философия, антропология и т.д. Программа конференции включает серию секций и симпозиумов, посвященных таким актуальным направлениям междисциплинарных когнитивных исследований, как представление и приобретение знания и его эволюция, интеллект, мышление, восприятие, сознание, язык как средство познания и коммуникации, мозговые механизмы познания и сложных форм поведения. Публикуемые материалы представляют собой тезисы пленарных лекций и устных секционных докладов, а также выступлений на симпозиумах. В электронном виде эти материалы представлены на сайте конференции (conf.cogsci.ru), а также на сайте Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ, www.cogsci.ru).

ISBN 978-5-4220-1474-3
ISBN 978-5-4220-1475-0 (Часть I)

- © ФГБУН «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук», 2024
- © МОО «Ассоциация когнитивных исследований», 2024
- © ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», 2024
- © Авторы, 2024

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Киреев М.В. – председатель, доктор биологических наук, профессор Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета, ведущий научный сотрудник Института мозга человека имени Н.П. Бехтеревой РАН, заведующий отделом междисциплинарных исследований мозга Института мозга человека имени Н.П. Бехтеревой РАН, президент Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ).

Александров Ю.И. – доктор психологических наук, заведующий лабораторией Института психологии РАН, профессор Высшей школы экономики, академик РАО.

Алимурадов О.А. – доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры западноевропейских языков и культур Института переводоведения, русистики и многоязычия, главный научный сотрудник НОЦ «Прикладная лингвистика, терминоведение и лингвокогнитивные технологии», начальник управления научной работы Пятигорского государственного университета.

Аллахвердов В.М. – доктор психологических наук, главный научный сотрудник Института мозга человека имени Н.П. Бехтеревой РАН.

Анохин К.В. – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор Института перспективных исследований мозга Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией нейробиологии памяти НИИ нормальной физиологии имени П.К. Анохина.

Ахутина Т.В. – доктор психологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории нейропсихологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Барышников П.Н. – доктор философских наук, доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель научно-образовательного центра вычислительной философии «Digit» при Пятигорском государственном университете.

Безруких М.М. – доктор биологических наук, профессор, академик РАО.

Горкин А.Г. – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт психологии РАН.

Знаков В.В. – доктор психологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт психологии РАН.

Кибрик А.А. – доктор филологических наук, профессор Отделения теоретической и прикладной лингвистики филологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, директор Института языкознания РАН, заведующий отделом типологии и ареальной лингвистики, заведующий сектором ареальной лингвистики, член Европейской академии (Academia Europaea), член Совета при Президенте РФ по русскому языку.

Князева И.С. – кандидат физико-математических наук, заведующая лабораторией математических методов обработки нейроданных Института мозга человека имени Н.П. Бехтеревой РАН.

Коротков А.Д. – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией нейровизуализации Института мозга человека имени Н.П. Бехтеревой РАН, ведущий научный сотрудник, член International Organization for Psychophysiology, European Association of Nuclear Medicine.

Котов А.А. – кандидат филологических наук, ведущий научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт», научный сотрудник Российского государственного гуманитарного университета, президент-элект Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ).

Крылов А.К. – кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории психофизиологии им. В.Б. Швыркова Института психологии РАН.

Мачинская Р.И. – доктор биологических наук, член-корреспондент РАО, заведующая лабораторией нейрофизиологии когнитивного развития Института развития, здоровья и адаптации ребенка, профессор кафедры общей психологии факультета психологии Института общественных наук Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

Мазурова Ю.В. – кандидат филологических наук, старший научный сотрудник, Институт языкознания РАН.

Морошкина Н.В. – кандидат психологических наук, заведующая лабораторией когнитивной психологии и психофизиологии Института мозга человека имени Н.П. Бехтерева РАН, старший научный сотрудник Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета, руководитель программы аспирантуры Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета.

Мячиков А.В. – PhD, профессор, ведущий научный сотрудник Института когнитивных нейронаук, Центра нейроэкономики и когнитивных исследований НИУ «Высшая школа экономики».

Носуленко В.Н. – доктор психологических наук, главный научный сотрудник, лаборатории познавательных процессов и математической психологии Института психологии РАН.

Нуркова В.В. – доктор психологических наук, профессор РАН, профессор кафедры общей психологии факультета психологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Парин С.Б. – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры психофизиологии, заведующий лабораторией когнитивной психофизиологии факультета социальных наук Университета Лобачевского.

Редько В.Г. – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник НИИ системных исследований РАН.

Савостьянов А.Н. – доктор философских наук, заведующий кафедрой прикладной лингвистики Новосибирского государственного университета.

Секерина И.А. – доктор психологических наук, профессор Городского университета Нью-Йорка, старший научный сотрудник Центра языка и мозга Высшей школы экономики.

Слюсарь Н.А. – доктор филологических наук, PhD, доцент, старший научный сотрудник научно-учебной лаборатории по формальным моделям в лингвистике НИУ «Высшая школа экономики».

Соловьев В.Д. – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Казанского федерального университета.

Ушаков В.Л. – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института перспективных исследований мозга Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Федорова О.В. – доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной лингвистики филологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Черниговская Т.В. – доктор биологических наук, доктор филологических наук, профессор, академик РАО, директор Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета.

Черноризов А.М. – доктор психологических наук, заведующий кафедрой психофизиологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Яхно В.Г. – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией в Институте прикладной физики РАН.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Горбунов А.П. – кандидат исторических наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры креативно-инновационного управления и права, ректор Пятигорского государственного университета, председатель Совета ректоров Северо-Кавказского федерального округа (председатель).

Заврумов З.А. – доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры теоретической лингвистики и практики межкультурного общения Института иностранных языков и международного туризма, проректор по научной работе и развитию интеллектуального потенциала Пятигорского государственного университета (зам. председателя).

Алимурадов О.А. – доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры западноевропейских языков и культур Института переводоведения, русистики и многоязычия, главный научный сотрудник НОЦ «Прикладная лингвистика, терминоведение и лингвокогнитивные технологии», начальник управления научной работы Пятигорского государственного университета (зам. председателя).

Кондракова Э.Д. – кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры экспериментальной лингвистики и межкультурной компетенции Института иностранных языков и международного туризма, начальник управления по формированию социальных компетенций, гражданскому воспитанию и подготовке выпускников к трудоустройству и будущей карьере, советник ректора по воспитательной работе и молодежной политике Пятигорского государственного университета.

Айрапетова В.В. – кандидат педагогических наук, доцент, руководитель редакционно-издательского отдела управления научной работы Пятигорского государственного университета.

Гревцева Н.В. – кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры экспериментальной лингвистики и межкультурной компетенции Института иностранных языков и международного туризма, руководитель Центра по развитию инновационной системы формирования социальных компетенций, гражданскому и патриотическому воспитанию студентов Пятигорского государственного университета.

Литвишко О.М. – кандидат политических наук, доцент, доцент кафедры английского языка и профессиональной коммуникации, ведущий научный сотрудник Департамента координации научно-исследовательской и инновационно-проектной деятельности в специалитете, магистратуре и аспирантуре Пятигорского государственного университета.

Панова И.В. – руководитель отдела полиграфии и издательской деятельности управления научной работы Пятигорского государственного университета.

Погорелова И.Ю. – кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры русской филологии и литературного творчества, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории научного редактирования и популяризации научно-исследовательской и инновационно-проектной деятельности Пятигорского государственного университета.

Раздужев А.В. – кандидат филологических наук, доцент, профессор кафедры западноевропейских языков и культур Института переводоведения, русистики и многоязычия, ведущий научный сотрудник Департамента координации научно-исследовательской и инновационно-проектной деятельности в специалитете, магистратуре и аспирантуре Пятигорского государственного университета.

Струков В.В. – начальник управления информатизации Пятигорского государственного университета.

Тищенко С.В. – кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры теоретической лингвистики и практики межкультурного общения Института иностранных языков и международного туризма, ведущий научный сотрудник Департамента координации научно-исследовательской и инновационно-проектной деятельности в специалитете, магистратуре и аспирантуре Пятигорского государственного университета.

Цыбина Т.А. – доцент кафедры теории и практики перевода, координатор научно-исследовательской деятельности Института переводоведения, русистики и многоязычия Пятигорского государственного университета.

Басюл И.А. – директор Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ), младший научный сотрудник психологии познавательных процессов и математической психологии Института психологии РАН.

Киреев М.В. – доктор биологических наук, профессор Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета, ведущий научный сотрудник Института мозга человека имени Н.П. Бехтерева РАН, заведующий отделом междисциплинарных исследований мозга Института мозга человека имени Н.П. Бехтерева РАН, президент Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

PREVENTING DEMENTIA THROUGH BILINGUALISM

Abutalebi J.

abutalebi.jubin@hsr.it

University Vita Salute San Raffaele (Milan, Italy)

Dementia is an umbrella term for a set of neurodegenerative diseases (of which Alzheimer's disease (AD) is the most common one) with debilitating symptoms, primarily impairment of memory and other cognitive abilities, eventually leading to loss of autonomy over everyday activities. It is the leading cause of disability for older adults [World Health Organization, 2017]. Increased age is commonly (but not for all types of dementia) a risk factor for development of disease. As the average age of the global population increases, dementia is becoming an increased burden in both societal and financial terms around the world. Dementia was estimated to lead to annual costs of almost a trillion USD in 2016, with predicted annual increase of this amount by 15.94% [Xu et al., 2017]. As there is currently no pharmacological cure of dementia, increasingly more interest has been devoted to understanding the factors that can help delay the onset of aging symptoms and promote the longevity of healthy life and cognition. Tackling dementia via preventive or treatment measures has, thus, been defined as a top societal and scientific. In the absence of a pharmacological cure, it is important to identify and study factors that contribute to cognitive resilience in healthy older individuals and people with dementia.

According to the cognitive reserve hypothesis, high-reserve aging seniors experience functional compensation for neural atrophy and, thus, are able to maintain relatively stable cognitive functioning with no or smaller-than-expected impairment. Several lifestyle factors such as regular physical exercise, adequate and balanced nutrition, and educational attainment have been widely reported to contribute to reserve and, thus, lead to more successful trajectories of cognitive aging.

In recent years, it has become clear that bilingualism is also a potential and potent reserve contributor. Yet, there is little communication between the neuroscience of bilingualism research community and researchers working in the field of cognitive aging more generally, despite compelling reasons for it. In fact, bilingualism tends to be overlooked as a contributory factor in the cognitive aging literature, or reduced to a dichotomous trait, despite it being a complex experience. During my presentation I will discuss the benefits of including bilingualism as a protecting factor for cognitive aging.

BEYOND EAST AND WEST: DOES CULTURE MATTER IN UNDERSTANDING HUMAN BEHAVIOR?

Kitayama S.

Research Center for Group Dynamics University of Michigan (Michigan, USA)

In the past three decades, cultural psychologists have shown how culture shapes cognitive, emotional, and motivational processes, making it a crucial factor in understanding human behavior. While much of this work has focused on comparing Western European and East Asian heritages, there is a growing need to empirically examine other cultures and uncover new insights into how culture influences the mind. In this talk, I will examine the influence of ecology and geography on human activity, leading to the formation of organized systems of cultural practices and meanings known as “ecocultural complexes.” These complexes have given rise to diverse cultural zones we observe today. Outside of the modern West, most cultural zones emphasize an interdependent view of the self. Notably, however, non-Western cultural zones display significant variability. I will explore several non-Western cultural zones, such as Arab, East Asian, Latin American, and South Asian zones, and examine how these cultures may have played a substantial role in shaping the contemporary Western cultural zone. The Western cultural zone, in contrast to non-Western zones, prioritizes the self’s independence over interdependence. By going beyond the conventional Western-East Asian comparison, this talk aims to broaden our understanding of the impact of culture on cognition, emotions, motivation, and behavior. It highlights the significance of exploring diverse cultural zones to gain deeper insights into the intricate relationship between culture and the human mind.

REMEMBERING (ALMOST) EVERY DAY OF LIFE: THE KNOWN AND UNKNOWN OF HIGHLY SUPERIOR AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY

Mazzoni G.

giulianamazzone3@gmail.com

University of Roma La Sapienza (Rome, Italy)

University of Hull (Hull, UK)

For decades, memory researchers have explored the normal functioning and the imperfections and pitfalls of human memory. In contrast, rather scant so far is the scientific investigation on the processes which allow memory to excel rather than fail, even if the study of exceptional memory can in principle provide a wealth of information on how normal human memory works, and how it might work at its best. A major type of exceptional autobiographical memory has been named Highly Superior Autobiographical Memory (HSAM) [Palombo et al., 2018] which is characterised by an effortless capacity to remember one's own past in extensive detail linked to the ability to associate personal memories with the calendar dates they occurred on.

HSAM is extremely rare (i.e., around 100 known cases as of 2024 [Talbot et al., 2024]) and the academic literature regarding this phenomenon is relatively scarce. Nonetheless, the number of empirical articles has more than doubled in the last 5-years [Talbot et al., 2024] and advancements have been made towards understanding which neural and cognitive mechanisms support such an exceptional skill. In this talk I present the current knowledge on this topic, covering what we know so far on encoding, consolidation and retrieval processes for this form of exceptional memory. I will also report on recent and current studies carried out in my lab in which we examine individuals who are able to remember almost every day of their life. I will also discuss the bearing of this research for the understanding of human memory, in general, and provide a definition of HSAM crucial for making it possible to avoid confounds and thus gain more clear information on how memory in HSAM individuals is organized and how it functions.

TITLE OF THE TALK: EXPERIMENTAL AND NEUROCOMPUTATIONAL STUDIES OF THE HEMISPHERIC LATERALIZATION OF VISUAL FUNCTIONS

Valdes-Sosa M.

mitchell@cneuro.edu.cu

Cuban Center for Neuroscience (Havana, Cuban)

It is well-known that the two cerebral hemispheres have different specializations for spatial scale, with the right side preferring global aspects and low spatial frequencies and the left side preferring local aspects and higher spatial frequencies. Although explanations of this specialization at an algorithmic level have been advanced, we do not yet have a clear neurocomputational account. By using special stimulation techniques, we uncover additional evidence for this specialization, pinpointing it to the visual extra-striate cortices with steady state evoked responses. Moreover, by leveraging large public databases of fMRI data, we show that for intermediate and higher-order visual cortices, population receptive fields (pRFS) are larger on the right than in the left hemisphere, and also have lower preferred spatial frequencies, asymmetries not found in early visual areas. This difference in spatial pooling between hemispheres, was tested in a case of prosopagnosia with focal damage in the right ventro-temporal cortex. Examination of receptive field (CFs) in this show how damage to the right hemisphere constricts spatial pooling. Simulations with a convolutional neural network model gives a proof of concept that these asymmetries in pRF size and spatial frequency selectivity, could provide a mechanism for lateralization of attention to spatial scale and how brain damage affects perception. We argue that we now have the experimental and theoretical tools for explaining the cerebral lateralization of attention.

МЕХАНИЗМЫ ТОРМОЖЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Киреев М.В.

(kireev@ihb.spb.ru)

*Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)*

При изучении работы головного мозга человека в процессе обеспечения поведения, осуществлявшемся в рамках отечественной нейрофизиологии, особая роль отводилась процессам торможения. Например, П.К. Анохин предполагал, что механизм общего торможения может обеспечивать: «моментальное устранение миллионов возможностей действия» и, что в момент принятия решения «...происходит открытие путей для нужной деятельности, подсказанной афферентным синтезом, и моментальное «общее торможение» всех остальных принципиально возможных действий организма». В соответствии с принципом доминанты А.А. Ухтомского, в доминантном очаге происходит понижение порогов при одновременном повышении порогов в сопряженных недоминантных очагах – доминантное торможение: «...процесс возбуждения оформляется и направляется торможением. Сам по себе он есть слепое ширение, дикий камень, ожидающий скульптора». Концепция «общего торможения» развиваемая И.С. Бериташвили предполагала, что «...в центральной нервной системе вокруг возбужденных нервных элементов остальные нервные элементы, проводящие возбуждение, находятся в состоянии торможения», также отмечалось, что «это общее торможение имеет важное биологическое значение. Оно обуславливает локальность протекающей реакции и устраняет возможность одновременного активирования других органов в ответ на другие раздражения». Развиваемые положения об определяющей роли процессов торможения получили экспериментальное подтверждение и в работах Н.П. Бехтеревой, проводимых с помощью глубоких электродов, которые имплантировались в структуры головного мозга человека для диагностики и лечебной стимуляции для коррекции болезни Паркинсона. Суммируя многолетние исследования импульсной активности нейронов процессе обеспечения разных видов деятельности, Н.П. Бехтерева отмечала, что нейроны коры, как правило демонстрировали снижение частоты разрядов при вовлечении человека в реализацию изучаемого поведения (двигательной активности, речевой и мыслительной деятельности и т.д.) – т.е. тормозные процессы доминировали над «активациями». Томографические исследования по картированию функций мозга сфокусированы в основном на поиске активаций, тогда как в подавляющем количестве исследований снижение активности фактически игнорируется. Целенаправленный анализ проявлений процессов торможения в исследованиях с использованием функциональной томографии показывает, что наблюдаемые ранее эффекты снижения частоты импульсной активности воспроизводятся и при изучении фМРТ-сигнала. В докладе будут рассмотрены результаты многолетних исследований функциональной организации головного мозга человека проводимых с помощью функциональной МРТ, которые развивают вышеуказанные положения о роли процессов торможения и тормозного контроля в обеспечении двигательной активности, гибкого управления действиями (их торможения и реализации), восприятия в условиях формирования зрительных иллюзий и процессов разрешения многозначности.

Финансирование работы

Исследование поддержано грантом РНФ № 23-18-00-407.

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ НЕЙРОВАСКУЛЯРНОЙ СВЯЗИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ НАРУШЕНИЕМ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В АНАМНЕЗЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ фМРТ В ПОКОЕ И МОЗГОВОЙ ПЕРФУЗИИ

Абрамова В.Д.

(victoria.d.abramova@gmail.com)

*Институт «Международный томографический центр» СО Российской академии наук
(Новосибирск, Россия)*

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
(Новосибирск, Россия)*

При активной работе нейронов в определенной области мозга, возрастают их метаболические потребности в кислороде и глюкозе, при этом расширяются кровеносные сосуды, и больший объем крови достигает активированную зону. При уменьшении нейрональной активности, наблюдается обратный эффект: снижается объем и перфузия крови, доставляемой в эту область, по сравнению с периодом активации. Взаимодействие нейрональной активности и мозгового кровотока реализуется благодаря нейрофизиологическому феномену нейроваскулярной связи. Данный феномен лежит в основе метода функциональной МРТ (фМРТ). Нарушения нейроваскулярной связи, наблюдающиеся у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, такими как болезнь Альцгеймера [Montagne et al. 2016], а также у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями, в частности с хроническими нарушениями мозгового кровообращения [Huneau et al. 2015], приводят к несоответствию между метаболическими потребностями нейронов и их кровоснабжением, что может приводить к нарушению функций мозга, в частности к когнитивным проблемам [Ruan et al. 2023], а также к ошибочной интерпретации результатов исследований фМРТ у данной группы испытуемых [Chen 2019].

Так как наиболее распространенным цереброваскулярным заболеванием является хроническое нарушение мозгового кровообращения, и его исходом – инсульт, мы считаем, что применение персонализированного подхода, учитывающего индивидуальные характеристики мозгового кровотока, улучшит чувствительность оценки когнитивных функций с использованием фМРТ и поможет приблизиться к пониманию нарушения нейроваскулярной связи у данной группы испытуемых. Основной целью данного исследования было изучение динамических изменений нейроваскулярной связи у пациентов с инсультом в анамнезе в разных стадиях развития заболевания после произошедшего инсульта (в острый, в подострый и в хронический период инсульта) в сравнении со здоровыми испытуемыми. Для этого мы сочетали данные мозгового кровотока, полученные с помощью метода pCASL (pseudo continuous Arterial Spin Labeling, псевдо-непрерывной маркировки спинов артериальной крови) и построенных на основе данных фМРТ в покое карт мозговой активности – ALFF / fALFF карт (fractional / amplitude of low-frequency fluctuations, фракционных / амплитуд низкочастотных колебаний сигнала). Также мы оценивали работу сети пассивного режима работы мозга, DMN (default mode network).

Работа проводилась на базе Международного Томографического Центра СО РАН, с использованием МР-томографа «Ingenia» (фирмы «Philips») с напряженностью внешнего магнитного поля 3,0 Т. В исследовании приняло участие 15 здоровых испытуемых (7 женщин, средний возраст – 23 года) и 17 испытуемых с инсультом в анамнезе (11 женщин, средний возраст – 61 год). Среди испытуемых с инсультом в анамнезе, все три сессии прошли 8 человек, две сессии – 3 человек, одну сессию – 6 человек. У всех испытуемых был выявлен ишемический инсульт по лакунарному типу. Сбор функциональных данных и данных перфузии осуществлялся с использованием эхо-планарных последовательностей (TE = 16 мс для pCASL и TE = 35 мс при фМРТ). Препроцессинг данных был проведен с помощью программного пакета SPM, построение карт ALFF / fALFF – CONN, построение перфузионных карт – FSL. Для определения значений нейроваскулярной связи мы

использовали коэффициенты корреляций усредненных по регионам (атлас AAL2) данных ALFF / fALFF и значений мозговой перфузии.

Наблюдались функциональные отличия в DMN между здоровыми и испытуемыми после инсульта в остром, подостром и хроническом периодах. Также были найдены статистически значимые отличия нейроваскулярной связи в сером веществе и в регионах мозга при сравнении здоровых добровольцев и пациентов после инсульта. При этом статистически значимых изменений в нейроваскулярной связи между периодами инсульта не было обнаружено, что соответствует известным патофизиологическим данным при хроническом нарушении мозгового кровообращения.

Финансирование работы

Исследование проведено при поддержке Минобрнауки России (госзадание: 1023110800234-5-3.2.25;3.1.4;3.2.12, «Изучение процессов постинсультной структурно-функциональной реорганизации головного мозга современными методами нейровизуализации»).

Montagne A., Nasion D.A., Pa J., Sweeney M.D., Toga A.W., Zlokovic B.V. Brain imaging of neurovascular dysfunction in Alzheimer's disease // Acta Neuropathol. 2016. № 131(5). P. 687-707. doi:10.1007/s00401-016-1570-0.

Huneau C., Benali H., Chabriat H. Investigating Human Neurovascular Coupling Using Functional Neuroimaging: A Critical Review of Dynamic Models // Front Neurosci. 2015. № 9: P. 467. Published 2015 Dec 18. doi:10.3389/fnins.2015.00467.

Ruan Z., Sun D., Zhou X. et al. Altered neurovascular coupling in patients with vascular cognitive impairment: a combined ASL-fMRI analysis // Front Aging Neurosci. 2023. № 15 P. 1224525. Published 2023 Jun 21. doi:10.3389/fnagi.2023.1224525.

Chen J.J. Functional MRI of brain physiology in aging and neurodegenerative diseases // Neuroimage. 2019. № 187. P. 209-225. doi:10.1016/j.neuroimage.2018.05.050.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕМПЕРАМЕНТА И ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕЖИВАНИЙ НА ПРЕДПОЧТЕНИЕ ВИДЕОИГР РАЗНЫХ ЖАНРОВ

Агеев Н.Я.

(nikitoageev@gmail.com),

Дубовик И.А.

(ouncif@gmail.com),

Аракелова Д.А.

(dasharakelova@gmail.com)

Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)

Актуальность представленной темы обусловлена повышенным спросом на цифровые продукты для образования и развлечений в условиях недостаточной изученности цифровых технологий. Существует разногласие в научном сообществе относительно воздействия видеоигр на эмоциональные и личностные характеристики игроков. Ряд исследователей полагает, что видеоигры повышают показатели степени энтузиазма у игроков, а также связывают положительный эффект видеоигр с факторами психологического благополучия, позитивной мотивации и социального взаимодействия [Halbrook et al. 2019]. Тем не менее, другие исследователи описывают негативные последствия видеоигр, в которых присутствует жестокость, и указывают, что частота выбора таких видеоигр часто положительно коррелирует с агрессией [Dowsett, Jackson 2019]. В связи с этим необходимо дальнейшее изучение видеоигр с точки зрения исследования взаимосвязей между предпочтениями в различных видеоиграх и психологическими характеристиками.

В нашем исследовании было две **цели**: определить популярные среди подростков и юношей видеоигры; исследовать различия в индивидуально-психологических чертах у испытуемых, которые играют в видеоигры, и тех, кто не играет. Для определения популярных видеоигр мы использовали специально разработанный опросник, направленный на оценку видеоигровых предпочтений и испытываемых во время игры эмоций. Для исследования различий в уровне абстрактного интеллекта – «Продвинутые прогрессивные матрицы» Дж. Равена (укороченная версия из 12 матриц), для исследования структуры темперамента – опросник И.Н. Трофимовой и В.М. Русалова (2011).

Выборка и другие психологические измерения. В исследовании принимали участие 203 человека (87 % девушек; $M = 19,39$ лет; $S.D. = 2.25$) – учащиеся первых и вторых курсов Московского государственного психолого-педагогического университета. Основная задача испытуемых заключалась в том, чтобы заполнить опросник, направленный на оценку видеоигровых предпочтений, продолжительности игры в видеоигры и испытываемых во время видеоигр эмоций. Также участников исследования просили написать названия тех игр, в которые обычно они играют, и обозначить, насколько сильно они испытывают эмоции из предложенного списка во время игры. Второй этап был посвящен психодиагностике. Для статистического анализа данных применялись коэффициент корреляции Пирсона и t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования:

1) Исследование предпочтений в видеоиграх среди подростков и юношей позволило выявить популярные среди них современные игры пяти различных жанров [Киризедев 2022]. Самыми популярными среди участников исследования оказались игры действия (где основной компонент – это движение и манипуляция с объектами) и игры информации (где происходит сбор и обработка информации), которые стимулируют когнитивные способности игроков. Сравнительный анализ уровня интеллекта у играющих и не играющих в видеоигры показал преимущество первых ($t = -2,74$; $p \leq 0,007$). То есть, молодые люди, играющие в видеоигры, демонстрируют более высокий уровень интеллекта по сравнению с теми, кто в видеоигры не играет.

2) Уровень моторно-физической выносливости и моторного темпа имеют значимые отрицательные корреляции с количеством времени, которое испытуемые проводят за видеоиграми ($r = 0,22$; $p \leq 0,022$ и $r = -0,24$; $p \leq 0,011$, соответственно). В свою очередь, уровень мыслительной выносливости значимо положительно связан с временем, проведенным за игрой ($r = 0,21$; $p \leq 0,025$). Также результаты показывают отрицательную связь между усилиями по прекращению игры с выносливостью в общении ($-0,24$; $p \leq 0,003$) и оптимизмом ($r = -0,17$; $p \leq 0,07$), а также положительную связь с уровнем тревожности ($r = 0,32$; $p \leq 0,00$) и мыслительной выносливостью ($r = 0,22$; $p \leq 0,02$). Полученные данные позволяют выделить индивидуальные особенности респондентов,

которые могут влиять на их склонность к зависимости от видеоигр. Это в основном молодые люди с высоким уровнем мыслительной выносливости, склонностью к размышлениям и тревожности, при этом имеющие низкий уровень выносливости в общении и оптимизма – другими словами, они скорее интровертированные и пессимистичные. Таким образом, потенциальный риск игровой зависимости демонстрируют испытуемые, играющие продолжительное время обладающие высоким уровнем ментальной активности, но в то же время те испытуемые, которых можно охарактеризовать как тревожных, пессимистичных и менее склонных к долговому, активному общению игроков.

3) Дополнительно был проведен анализ предпочтений видеоигр агрессивной и неагрессивной направленности испытуемыми с различными индивидуально-психологическими характеристиками. Основным критерием разделения на данные группы является наличие в геймплее игры действий насильственного характера. Результаты показали, что предпочтение игр с агрессивной тематикой связано с высоким уровнем абстрактного интеллекта ($t = -3,53$; $p \leq 0,001$), склонностью к размышлениям (как черта темперамента) ($t = -2,84$; $p \leq 0,005$) и переживанием интеллектуальных эмоций во время игры (удивлением, удовлетворением и интересом) ($t = -3,65$; $p \leq 0,00$). Игроки, выбирающие агрессивные видеоигры, проводят за ними больше времени, чем за другими играми. Однако отсутствие корреляции между выбором подобных игр и позитивными или негативными эмоциями, а также сложностью в прерывании игры у данной категории игроков указывают на то, что игровая зависимость связана не со спецификой игры, а с индивидуально-психологическими особенностями игроков.

Финансирование работы

Исследование проведено в рамках Государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации № 073-00037-24-01 от 09 февраля 2024 года.

Агеев Н.Я., Токарчук Ю.А., Токарчук А.М., Гаврилова Е.В. Связь цифровых технологий с развитием когнитивных и коммуникативных процессов подростков и юношей: обзор эмпирических исследований // Психолого-педагогические исследования. 2023. Т. 15. № 1. С. 37-55.

Кирилеев А. Система оценок компьютерных игр // GamesIsArt.ru: сайт. URL: https://game-sisart.ru/theory_game_score.html (дата обращения: 15.10.2022).

Русалов В.М., Трофимова И.Н. О представленности типов психической деятельности в различных моделях темперамента // Психологический Журнал. 2011. Т. 32. № 3. С. 74-84.

Halbrook Y.J., O'Donnell A.T., Msetfi R.M. When and How Video Games Can Be Good: A Review of the Positive Effects of Video Games on Well-Being // Perspect Psychol Sci. 2019. Nov; № 14(6). P. 1096-1104.

Dowsett A., Jackson M. The effect of violence and competition within video games on aggression // Computers in Human Behavior. 2019. № 99. P. 22-27.

ПРОЦЕССЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ: СИСТЕМНАЯ КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ И РАЗНООБРАЗИЕ

Александров Ю.И.
(yuraalexandrov@yandex.ru)

*Лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова,
Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)*

Введение. Достижение результатов систем осуществляется при взаимодействии вовлеченных в них компонентов. Принципиальным фактором, обеспечивающим взаимодействие, является комплементарность (взаимодополнительность) компонентов систем. Комплементарность может иметь своей основой как сходство, так и различие вовлеченных компонентов. Будет анализироваться комплементарность последнего типа, связанная с разнообразием вовлекаемых в организацию системы компонентов и различием спектров их возможных степеней свободы.

Комплементарность предполагается рассмотреть на следующих уровнях: субклеточный, клеточный, индивидуальное и коллективное поведение, внутри- и межкультурные взаимодействия и на следующих временных интервалах: реализация субклеточных, клеточных и межклеточных метаболических циклов, формирование и реализация действий (индивида и групп), индивидуальное развитие как последовательность системогенезов и филогенез.

В докладе будут использованы данные, которые получены в наших экспериментах, проведенных с использованием: регистрации генетической и электрофизиологической активности нейронов животных, совершающих сложное инструментальное поведение; картирования суммарной активности мозга (ЭЭГ, фМРТ), а также вариабельности сердечного ритма (показатель – выборочная энтропия как индикатор сложности актуализированного в поведении опыта) у людей с разным типом ментальности (холистичность/аналитичность), которые решают разные задачи (аналитического и холистического типа) и достигают результаты индивидуального и коллективного поведения.

Основное содержание. Отношение разных генотипов внутри генома данного вида обуславливает предполагаемую комплементарность генотипов, лежащую в основе эволюционного формирования целостного и специфического генома этого вида, а также (в рамках «рассеивающего отбора») внутривидовые вариации индивидуальных генотипов, формирующие «комплементарный геном» популяции. Он связан с особенностями экологической (культурной) среды вида (популяции) и обеспечивает необходимое разнообразие индивидов как для отбора при резких изменениях среды, так и для эффективного достижения потока коллективных результатов сообщества (см. ниже Заключение). Формирование внутри-индивидуальной, меж-индивидуальной (внутри данного вида) и меж-видовой комплементарности генов, является важным фактором, обеспечивающим эффективность взаимодействия индивидов и их выживание.

Метаболические «потребности» клеток многоклеточного организма обеспечиваются при их вовлечении в реализацию систем, направленных на достижение положительных результатов. Достижение «общеорганизменного» результата на уровне отдельной клетки выступает как удовлетворение метаболических потребностей клетки и прекращает направленную на это ее активность. Комплементарность клеток организма (разнообразие которых внутри данного индивидуального фенотипа связано с разным паттерном экспрессии генов клеток в процессах дифференциации и формированием их «метаболической комплементарности») манифестирует обнаруженная нами гетерогенность нейронов, принадлежащих к одной системе (внутрисистемное разнообразие), выражающаяся, в частности, и в их разной чувствительности к биологически активным веществам. Нарушение «нормальных» клеточных взаимосогласований, вероятно, может приводить к поиску новых путей обеспечения клеточного метаболизма, включая онкогенез.

Повышение сложности поведения в процессе эволюционного развития связывается с повышением разнообразия типов клеток, составляющих организм индивидов, реализующих все более сложное поведение. Обнаружено повышение сложности и дифференцированности опыта также и при развитии индивида. Оно связывается с ростом разнообразия специализаций клеток, участвующих как в реализации дефинитивного поведения, так и в акте системогенеза при научении новому поведению. Мы полагаем, что это повышение проходит через стадию регрессии – обратимой дедифференциации актуализируемого опыта, связанной с временным понижением разнообразия активированных клеток (в ситуации стресса, повышенной эмоциональности, в начале научения).

Это закрепленное в эволюции состояние обеспечивает ускоренное формирование сначала «упрощенных» новых адаптаций. Позже, на следующих этапах индивидуального развития (как в норме, так и в условиях развития патологии), срочно сформированные формы поведения постепенно усложняются через новые акты системогенеза в процессах научения.

Будет рассказано о результатах экспериментов, направленных на проверку предположения о комплементарности индивидов, имеющих разную ментальность (холистическую – «холисты» и аналитическую – «аналитики») в процессах индивидуального и коллективного познания, включающего чередование холистической (первая) и аналитической (вторая) стадий. Нами обнаружены различия мозговой активности и эффективности поведения аналитических и холистических индивидов при решении ими аналитических и холистических задач, а также в условиях кооперации и конкуренции между этими индивидами. Выявлены факторы, определяющие комплементарность взаимодействий при коллективном решении проблем, не сводимые лишь к характеристикам холистичности/аналитичности. В специальных экспериментах с контролируемой регрессией (в основе феноменов которой – обратимая деактивация нейронов наиболее дифференцированных, сложных систем) получены данные, подтверждающие, что аналитичность и холистичность – важные и специфические характеристики индивида, но они описывают целостную личность, а не отдельные ее «компоненты». Предполагается, что разнообразие ментальности индивидов в социумах обусловлено эффективностью подобного разнообразия, обеспечивающего комплементарность при достижении коллективных результатов. Подобная логика применена и для анализа значения разнообразия культур и логики межкультурных взаимодействий.

Заключение. Хотя разнообразие обычно рассматривается лишь как важный фактор опережающей подготовки к будущим, часто трудно предсказуемым изменениям эффектов среды, которая обеспечивает выживание сообществ за счет индивидов оказавшихся более подготовленными к наступившим изменениям, но значение разнообразия как основы комплементарности представляется, как минимум, не менее важным не только для возможного будущего, но и для реально текущего (со)существования и развития (как онто-, так и филогенетического). Разнообразие клеток (не только у многоклеточных, но и в сообществах одноклеточных), в том числе, нейронов, а также индивидов и культур обеспечивает более эффективное взаимодействие при достижении индивидуальных и коллективных адаптивных результатов, способствуя выживанию и развитию как индивидов, так и их сообществ.

Финансирование работы

Материал подготовлен при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (№ 0138-2024-0013), Институт психологии Российской академии наук.

ЗАКОНЫ РАБОТЫ СОЗНАНИЯ. ОТ ТЕОРИИ К ПРОВЕРЯЕМЫМ СЛЕДСТВИЯМ

Аллахвердов В.М.
(vimiiall@gmail.com)

Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)

Логика сформулировала закон тождества: всякий знак и значение, любое понятие должны быть тождественны самим себе, не изменяться. В противном случае ни высказывания, ни вычисления, ни логические построения в принципе невозможны. Психика оперирует знаками и значениями. Поэтому время в психике должно быть дискретным, однако для того, чтобы принимать всю информацию без пропусков и потерь, необходимо непрерывное поступление информации.

Возникающее противоречие приводит к апориям Зенона и парадоксам Гунсунь Лун-цзы. Например, апория «Стрела»: летящая стрела в каждый момент времени должна (по закону тождества) восприниматься как не изменяющая своего положения, как неподвижная, но если стрела бездвигна в каждый момент восприятия, то нет момента, когда она может восприниматься как движущаяся. Ни философы, ни логики, ни математики (ни физики с электроном – то ли непрерывной волной, то ли дискретной частицей) подобные апории до сих пор не смогли разрешить. Психика оперирует дискретными знаками, преобразует эти знаки и передает их в сознание. Но как сознание превращает дискретные знаки в непрерывные?

Предположим, что информация поступает в психику непрерывно (или точнее, столь малыми порциями, что психика не способна их различать). Психика отождествляет разные знаки и должна проверять правильность такого отождествления. Однако сличение знаков неосуществимо, если эти знаки непрерывно меняются. Сличение требует остановку в изменениях. Ю.М. Лотман пишет: «*Во времени текст воспринимается как своего рода стоп-кадр, искусственно застопоренный момент между прошедшим и будущим*». Заданный временной интервал между двумя сличениями – *окно сличения*. Рассмотрим критическую частоту слияния мельканий. Мозг по достижению этой частоты все еще способен реагировать на каждое мелькание, но психика перестает передавать *их в сознание*. Если после предъявления какого-либо стимула в том же окне появится новый стимул, который опознается как тот же самый, то временное окно автоматически расширяется. Следующий стимул снова ведет к расширению окна и т.д. В сознание постоянно поступает сигнал, что стимул все время тот же самый. Это и создает иллюзию непрерывности слияния мельканий.

Без понимания работы психики и сознания не решить и проблему восприятия движения. Согласно нашей интерпретации, в последовательных актах сличения движущийся объект воспринимается как тот же самый, но меняющий свое положение. Это приводит к постепенному расширению окон сличения. Сознание, стремящееся все объяснить самым простым способом воспринимает последовательное расширение окна как непрерывное перемещение того же самого объекта. Так возникает иллюзия движения. Впрочем, вовсе и не иллюзия, потому что она отражает реальное движение. Такой взгляд, возможно, разрешает апорию Зенона: сознанию передается информация о расширении окна сличения, а не информация о движении. Если наблюдать изображение полос, движущихся некоторое время в одном направлении, а затем перевести взгляд на неподвижное изображение тех же полос, то последнее будет казаться медленно движущимся в противоположном направлении. Почему возникает этот эффект? При рассматривании движущегося объекта окно сличения расширяется. При переводе взгляда на неподвижный объект расширенное окно сличения начинает постепенно сокращаться, возвращаясь к своему нормальному размеру. Изменение размеров окна воспринимается сознанием как движение, но движение в противоположную сторону.

Рассмотрим фи-феномен: почему при предъявлении двух визуальных стимулов и малом временном интервале между ними они воспринимаются как одновременные, при большом интервале – как последовательные, а при интервале около 60 мс возникает иллюзия *непрерывного* движения первого стимула ко второму? Какой реальный процесс стоит за кажущимся движением? Если интервал между предъявлениями двух сигналов короток, оба сигнала полностью попадают в одно окно, то сигналы воспринимаются как одновременные. Если интервал достаточно велик, то каждый сигнал попадает в разные окна, и они воспринимаются как последовательные. Но если интервал таков, что в одно окно с первым сигналом попадает только появление второго сигнала, то окно расширяется, чтобы воспринять второй сигнал, и возникает иллюзия движения: второй сиг-

нал трактуется сознанием как тот же самый, переместившийся в пространстве и способный даже изменить свой цвет и форму. Эффект быстрее возникает, если предъявляемые стимулы идентичны по цвету и форме. Если они различны, то при кажущемся движении создается впечатление, что первый стимул, перемещаясь, остается тем же стимулом, превратившимся во второй.

Итак, если стимул изменяется, и это изменение попадает в одно окно сличения, то стимул осознается как тот же самый, окно при этом расширяется для слежения за тем же стимулом, пусть и изменяющимся, что в сознании отражается как непрерывность.

Эта интерпретация проверялась в серии экспериментов.

Финансирование работы:

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (номер темы АААА-А19-122041500046-5).

Лотман Ю.М. Культура и взрыв. М.: Гнозис, 1992.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ЭФФЕКТА ГОМОГЕННОСТИ АУТГРУППЫ

Ананьева К.И.
(*ananyevaki@jpran.ru*)

Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Восприятием лица человека занимаются различные направления психологической науки. Особое внимание при этом уделяется тому, как воспринимаются и оцениваются лица представителей разной расовой принадлежности. Был зафиксирован ряд феноменов, показывающих, что распознавание и оценка лиц происходит по-разному, если речь идет о восприятии представителей ингруппы и аутгруппы. Так, например, в рамках социально-психологических исследований известным является эффект гомогенности аутгруппы, также известный как эффект «однородности чужой группы» [Гулевич, Онучин 2002; Майерс 2002; Reggev et al. 2020], который проявляется в оценке представителей других групп как более похожих друг на друга людей, чем на представителей группы, к которой принадлежит оценщик. В то же время в рамках исследований по когнитивной психологии фиксируется эффект своей/другой расы (same/other race effect), который проявляется в том, что люди по-разному вычленяют и обрабатывают перцептивную информацию о людях «своей и другой» расовой группы, в частности представители других рас хуже запоминаются и различаются (Wong et al. 2021; Michel, Caldara, Rossion 2006). Таким образом, мы видим: проводимые в разных направлениях исследования в целом говорят о том, что лица представителей аутгруппы воспринимаются более однородно. Тем не менее, в исследованиях, посвященных изучению механизмов указанных эффектов, показано разнообразие переменных, обуславливающих возникновение эффектов однородности.

Целью представленного исследования было рассмотреть, будет ли в ситуации оценки личностных особенностей по внешности (изображению лица) представителей разных рас наблюдаться однородность оценок представителей другой расовой группы.

В исследовании приняло участие 194 человека, представляющих европеоидную расовую группу, проживающих в г. Москве, и 293 человека монголоидной расы, проживающих в г. Кызыле (Республика Тыва).

В качестве стимульного материала были использованы цветные фотоизображения лиц мужчин и женщин до плечевого пояса анфас европеоидного и монголоидного типа (далее – натурщики).

Каждому участнику исследования на экране монитора компьютера последовательно демонстрировались фотографии лиц натурщиков. Задача испытуемых состояла в оценке личностных особенностей натурщиков, с помощью шкал методики «Личностный дифференциал». Также до прохождения основного исследования испытуемые оценивали выраженность собственных личностных особенностей с помощью шкал той же методики.

По всей совокупности данных был проведен статистический анализ однородности полученных оценок натурщиков с использованием W критерия Кендалла. В результате было выяснено, что на статистически значимом уровне ($p < 0.001$) как для выборки жителей Москвы, так и для выборки жителей Кызыла эффект однородности оценок не наблюдается ни для оценки европеоидных лиц, ни для оценки монголоидных лиц ($W < 0,09$).

Далее был произведен расчет согласованности оценок натурщиков европеоидного и монголоидного типа представителями двух регионов, но в индивидуальном формате (для каждого наблюдателя в отдельности). Результатом этого этапа анализа данных стало появление четырех групп респондентов. Так, 46 % представителей русских и 46 % тувинцев демонстрируют отсутствие согласованности оценок натурщиков обеих расовых групп, а для 12 % русских и 16 % тувинцев согласованность наблюдается для оценок всех натурщиков, т.е. представителей и ингруппы, и аутгруппы. При этом для русской выборки была зафиксирована согласованность в оценках европеоидов в 17 % случаев, а для оценок монголоидов – в 24 %. Аналогично для тувинской выборки согласованность наблюдается в 24 % случаев для европеоидов и в 14 % случаев для монголоидов. Указанные распределения индивидуальной согласованности оценок натурщиков показывают, что эффект гомогенности аутгруппы проявляется лишь частично.

Была сделана попытка оценить, с какими личностными особенностями натурщиков связан частично зафиксированный эффект гомогенности аутгруппы (согласованность оценок натурщиков, представляющих другую расовую группу, при отсутствии согласованности оценок натурщиков своей группы).

Статистический анализ (критерий U Манна-Уитни) оценок своих личностных особенностей, сделанных наблюдателями, позволил выявить следующие различия ($p < 0.005$). Наблюдатели-европеоиды, для которых был зафиксирован эффект гомогенности аутгруппы, оценивают себя более обаятельными, сильными, **разговорчивыми, открытыми, добрыми, деятельными, энергичными**, справедливыми, уверенными, общительными и честными по сравнению с участниками исследования, для которых эффект обнаружен не был. При этом последние считают себя более независимыми, напряженными и раздражительными. Наблюдатели-монголоиды, однородно оценивающие представителей другой расы, оценивают себя более разговорчивыми, открытыми, деятельными и энергичными (те же тенденции выделены и для наблюдателей-европеоидов), а также более напряженными. Участники исследования монголоидной группы, для которых не был зафиксирован эффект гомогенности аутгруппы, оценивают себя более справедливыми и уверенными. Интересно отметить, что большинство характеристик, по которым были зафиксированы описанные различия, относятся к фактору «Активность» методики «Личностный дифференциал», который интерпретируется как экстравертированность личности. Этот факт позволяет предположить, что эффект гомогенности аутгруппы связан с экстраверсией личности, причем как для русской, так и для тувинской выборки.

Финансирование работы

*Работа выполнена в рамках темы НИР ИП РАН №0138-2024-0012
«Познавательные процессы в экологически валидных контекстах».*

Гулевич О.А., Онучин А.Н. Изучение эффектов межгруппового восприятия // Вопросы психологии. 2002. № 3. С. 132-145.

Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Издательство «Питер», 2002.

Michel C., Caldara R., Rossion B. Same-race faces are perceived more holistically than other-race faces // Vis. Cogn. 2006. № 14(1). P. 55-73. doi: 10.1167/4.8.425.

Reggev N., Brodie K., Cikara M., Mitchell J. Human Face-Selective Cortex Does Not Distinguish between Members of a Racial Outgroup // eNeuro. 2020. May 29, № 7(3). doi: 10.1523/ENEURO.0431-19.2020.

Wong H.K., Estudillo A.J., Stephen I.D. The other-race effect and holistic processing across racial groups // Sci Rep. 2021. № 11. P. 8507. doi: 10.1038/s41598-021-87933-1.

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКОВЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНО-НЕГАТИВНЫХ СИГНАЛОВ В ГРУППАХ ИСПЫТУЕМЫХ РАЗНОГО ПОЛА И ВОЗРАСТА

Андреева И.Г.
(ig-andreeva@mail.ru),

Тимофеева О.П.
(drolli@inbox.ru)

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)*

Введение. Использование звуковой информации в различных исследованиях мозговых механизмов психической деятельности и сложных форм поведения встречается заметно реже, чем зрительной. Вместе с тем, сторожевая функция слуховой системы может быть эффективной для тестирования психологических свойств нервной системы. Для применения слуховой стимуляции созданы базы данных, содержащие эмоционально значимые звуковые сигналы [Bradley, Lang 2007a; Yang W. et al. 2018]. Такие базы предполагают универсальное значение каждого отдельного сигнала для людей разного пола и возраста. Цель работы – выявление различий в степени выраженности эмоции страха в ответ на звуковые стимулы у испытуемых разного пола и возраста. Для определения валентности эмоции применяли систему невербальной изобразительной оценки [Lang 1980], которая используется для стимулов различной модальности [Bradley, Lang 2007b; Yang W. et al. 2018].

Методика. В исследовании принимали участие две группы испытуемых с нормальным слухом разного возраста. Первая группа состояла из 24 человек в возрасте 18-39 лет, средний возраст 27,4 года, из них 11 мужчин. Вторая группа включала 23 человека в возрасте 43-69 лет, средний возраст 56 лет, из них 11 мужчин. Перед началом основного эксперимента все испытуемые прошли предварительное тестирование на состояние периферического и центрального отделов слухового анализатора.

Звуки разного смыслового и эмоционального содержания были выбраны из библиотеки аудиоредактора Acoustica Mixcraft (<https://mixcraft.ru/>). Применяли звуки, встречающиеся в повседневной жизни такие, как телефонный звонок, скрип тормозов, лай собаки и другие (14 сигналов), а также искусственно синтезированные звуки (8 сигналов), которые не соотносились с реально существующими объектами. Все звуки представляли собой широкополосные шумовые сигналы длительностью 0.5-7.5 с с различной временной динамикой и/или спектральными максимумами. Физические параметры этих сигналов различались по фронту нарастания силы звука, ритмической структуре, тембру, наличию обертонов и частотной модуляции.

Основной эксперимент состоял в выполнении эмоциональной оценки предложенных звуковых стимулов с применением эмоционального манекена. В этой системе невербальной оценки каждый стимул характеризуется в трех измерениях: валентности (знак эмоции), возбуждения (выраженность эмоции) и доминирования (личной позиции испытуемого по поводу эмоции). Каждый из испытуемых прослушивал последовательность из 22 звуковых стимулов, подаваемых через наушники Sennheiser HD 280 на комфортном для испытуемого уровне интенсивности. Испытание проводили в собственном темпе испытуемого, при этом он мог прослушивать каждый стимул неограниченное количество раз. Средняя продолжительность испытания составляла у разных испытуемых от 12 до 30 мин.

Результаты. Анализ средних оценок стимулов по валентности эмоции для всех 47 испытуемых показал, что максимальная отрицательная эмоция (страха) возникала для 6 из 22 сигналов. Средние по всем испытуемым оценки шести сигналов были в диапазоне 2.1-3.6 баллов (по 9-балльной шкале валентности от 1 – испуганная, несчастная фигура, до 9, улыбающаяся, счастливая фигура). Затем проводили сравнение оценок этих сигналов в группах разного пола и возраста. Для двух видоспецифических сигналов – женский крик и собачий лай, а также для ритмически организованного сигнала (звук пулемета) мы не получили различий в оценках валентности у испытуемых разного пола и возраста. Для трех других звуковых стимулов негативного эмоционального содержания – звуков хлопка дверью, тормоза автомобиля и выстрела пистолета различия были получены: люди старшей возрастной группы, а также женщины оценивали сигналы с более выраженной эмоцией страха (рис. 1).

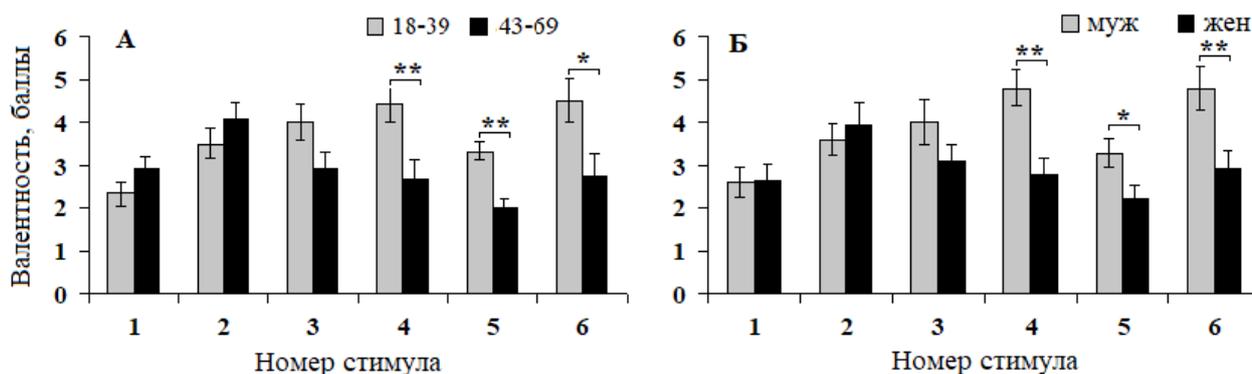


Рис. 1. Валентность эмоции страха в группах испытуемых разного возраста (А) и пола (Б) для звуковых стимулов: 1 – женский крик, 2 – собачий лай, 3 – пулеметная очередь, 4 – хлопок дверью, 5 – тормоз автомобиля, 6 – выстрел пистолета. Показаны средние и ошибки среднего для групп младшего возраста – 18-39 лет (N=24) и старшего возраста – 43-69 лет (N=23), мужчин (N=22), женщин (N=25).

Вывод. Опыт применения эмоционального манекена для выбора звуковых стимулов негативного эмоционального содержания (эмоция страха) показал, что есть группы стимулов, которые имеют стабильную оценку независимо от пола и возраста испытуемого, тогда как другие звуковые стимулы выявляют половозрастные особенности оценки выраженности эмоции (страха).

Финансирование работы

Работа поддержана средствами государственного бюджета по госзаданию на 2024 г. (тема № 075-00-264-24-00).

Bradley M.M., Lang P.J. *The International Affective Digitized Sounds: Affective ratings of sounds and instruction manual (Technical Report No. B-3)*. Gainesville, FL: University of Florida, NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 2007a.

Bradley M., Lang P. *The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention*. In *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment; Series in Affective Science*; Coan JA, Allen JJB, Eds. Oxford University Press: New York, USA, 2007b. P. 29-46.

Lang P.J. *Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications*. In Sidowski JB, Johnson JH, Williams TA, Eds., *Technology in mental health care delivery* Ablex Publishing: New York, USA, 1980. P. 119-137.

Yang W., Makita K., Nakao T., Kanayama N., Machizawa M.G., Sasaoka T., Sugata A., Kobayashi R., Hiramoto R., Yamawaki S., Iwanaga M., Miyatani M. *Affective auditory stimulus database: An expanded version of the International Affective Digitized Sounds (IADS-E)*. *Behavior Research Methods*. 2018. № 50. P. 1415-429.

О ВЛИЯНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТОПОЛОГИЮ, ЛОКОМОЦИИ И ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Антонец В.А.
(antonetsva@gmail.com)

*Институт прикладной физики Российской академии наук,
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

В представленной работе рассматривается влияние общеизвестных физических закономерностей движения атомов и небольших молекул на возникновение и формирование механизмов трофического обеспечения пластических и энергетических процессов у многоклеточных организмов, а также на развитие у них двигательного аппарата и познавательной способности.

По современным представлениям, в эволюционном процессе многоклеточные возникали и возвращались к одноклеточному существованию многократно. Редкие, промежуточные между одноклеточными и многоклеточными, формы наблюдаются и в нынешнее время.

Проведенный анализ опирается на то, что характерный размер одноклеточных организмов, составлял и до сих пор составляет 10-100 мкм. При этом диффузионный механизм доставки внутрь клетки веществ из окружающей среды, справляется с задачей пластического и энергетического обеспечения существования и размножения одноклеточных.

Биологическая эволюция никак не могла и никак не изменила механизм энергетического и пластического обеспечения отдельных клеток. Он остался диффузионным. Следовательно, клетки выживающих многоклеточных животных сгруппированы вблизи развитых поверхностей с большой площадью, через которые только и может происходить этот диффузионный обмен.

Чтобы клетка обеспечивалась и кислородом из окружающей среды, и питательными веществами требуется 3 типа таких поверхностей.

Функция первой из них – обеспечивать площадь контакта, достаточную для газообмена. С дидактической целью до подбора более адекватного термина будем называть эту структуру обобщенными легкими. Например, так будем называть даже и жабры рыб.

Функция второй – обеспечивать площадь контакта, достаточную для всасывания питательных молекул. Будем пока называть эту структуру обобщенным тонким кишечником. Того, как в него попадает химус или иная субстанция, выполняющая такую же функцию, коснемся ниже.

Функция третьей структуры – обеспечивать достаточную площадь контакта клеток многоклеточного животного с обобщенными легкими и тонким кишечником, так и с самими обеспечиваемыми клетками. Эту структуру будем называть обобщенным кровообращением.

Таким образом, топологическая структура многоклеточных представляет собой континуум клеток, включающий в себя три фрактальных объекта, создающих развитые поверхности для диффузионного обмена. Эти объекты у разных многоклеточных могут развиваться из разных структур-предшественников. Эти фрактальные структуры – неотъемлемая часть многоклеточных животных, их атрибут.

Однако диффузионная необходимость в обмене веществ, включая газообмен, порождает и два других атрибута, т.е. неотделимых свойства.

Первый из них – это система пищеварения. Многоклеточные животные не могут выживать, ограничиваясь диффузионным всасыванием веществ из окружающей среды. Не являясь автотрофами, они могут быть только консументами, употребляющими в пищу сопоставимые с ними по размеру фрагменты других многоклеточных – растений и животных, вплоть до поглощения добычи целиком.

Поскольку механизм жизнеобеспечения отдельных клеток диффузионный, постольку эти фрагменты могут быть введены в энергетический и пластический обмен только после расщепления до уровня молекул. Это делает неотъемлемым свойством (атрибутом) многоклеточных животных систему пищеварения, превращающую употребленную пищу в обобщенный химус.

В обязательном порядке многоклеточные животные обладают макроскопической подвижностью в масштабах на порядки превышающих размер их тела, так как потребитель пищи сначала должен приблизиться к ней.

Наконец, подходим к шестому, морфологически обеспеченному, но не морфологическому атрибуту развитых многоклеточных животных – познавательной способности. Если в локомоцион-

ный аппарат не интегрирована навигационная система, то перемещения многоклеточного организма не могут быть упорядоченно направленными. Траектория такого случайного движения выглядит как запутанная кривая с самопересечениями. Даже человек движется таким неупорядоченным образом, когда теряет ориентиры. Поэтому потребитель и пища приближаются друг к другу только случайно, хотя в примитивных случаях вероятность приближения бывает достаточной для жизнеобеспечения.

Таким образом, направленное движение – это признак наличия у многоклеточного животного механизма системы навигации. Навигационный механизм предполагает наличие сенсоров той или иной физической природы, которые позволяют обнаружить удаленную цель (пищу). Он также предполагает способность использования навигационной информации для управления локомоциями, что возможно только при наличии у многоклеточного той или модели тела.

Таким образом, факт направленного движения однозначно подтверждает наличие у многоклеточного животного познавательных способностей. В этом смысле, обнаружение и датировка первых палеонтологических следов направленного движения одновременно означали бы и датировку возникновения познавательной способности многоклеточных животных.

Предложенный подход намеренно укрупнен. Он не предназначен для рассмотрения всех деталей и не учитывает встречающихся исключений. Но он позволяет по-иному, целно взглянуть на главные закономерности эволюции многоклеточных животных, на ее отличие от эволюции многоклеточных растений. Он позволяет также сформулировать новые задачи для физиологических и когнитивных наук. Внимание первых должно быть перенаправлено на неразрывные межсистемные связи того, что обычно рассматривается весьма сепаратно, – дыхание, пищеварение, кровообращение и локомоции. Внимание вторых – на изучение эволюции познавательной способности вплоть до возникновения мышления и на пересмотр представления о принципиальном различии *homo sapiens* и его эволюционных современников.

Автор благодарит С.В. Голубева, А.К. Лабуцкого и В.Е. Турлапова за поддержку и плодотворные обсуждения.

Финансирование работы

Работа профинансирована Министерством науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ИПФ РАН, проект № FFUF-2021-0014.

ИЗМЕРИМАЯ ОЦЕНКА РЕЛЕВАНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ И ВКЛЮЧАЕМЫХ ИМИ ОБЪЕКТОВ В БАЗЫ ОБУЧАЮЩИХ ДАННЫХ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Антонец В.А.^{1,2}
(antonetsva@gmail.com),

Антонец М.А.³
(antonetsma@mail.ru)

¹ *Институт прикладной физики Российской академии наук (Нижний Новгород, Россия)*

² *Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

³ *Акционерное общество «МА-ТЕК» (Нижний Новгород, Россия)*

Предложено новое решение задачи получения измеримой оценки качества обучающих эмпирических данных для искусственного интеллекта, а также ранжирования экспертов-составителей по их влиянию на состав эталонного корпуса данных и степени близости их выбора к консолидированному.

Исторически задача впервые возникла при анализе степени релевантности текстов на естественном языке по отношению к заданной теме. Ее решение было основано на расчете для каждого из текстов численной характеристики, названной весом. При этом дважды применялся эмпирический подход: во-первых, решение о релевантности содержания текста заданной теме принимал эксперт, во-вторых, вес каждой элементарной смысловой единицы текста – леммы назначался эвристически. Это позволяло отобразить текст в виде гистограммы частоты встречаемости лемм и вычислить вес текста как скалярное произведение вектора частоты встречаемости лемм и вектора их весов.

Нами предлагается альтернативный неэвристический метод построения весовой функции. Он основан на использовании известного математического вариационного принципа максимина [Экономико-математический академический словарь]. Применительно к нашей задаче он формулируется следующим образом: оптимальная весовая функция для эталонного корпуса гистограмм должна обеспечивать значение веса самой легкой из его гистограмм, большее или равное, чем вес самой легкой из гистограмм при использовании любой другой весовой функции.

Полученный результат кроме решения сформулированной исходно задачи об измеримой оценке релевантности обучающего корпуса, может быть использован и для других содержательных задач. В частности, для оценки качества экспертизы.

Так как известны все эксперты, участвовавшие в формировании и разметке эталонного корпуса объектов, то всегда можно выявить тех, кто акцептировал в корпус объекты, с низким весом. Решения этих экспертов слабо влияют на формирование весовой функции – дискриминатора, и они без ущерба для результата могут быть исключены из группы.

Это не обязательно означает, что решения такого эксперта неверны и он слабый специалист. Возможно, он более квалифицирован, чем остальные члены команды, которые, однако, не всегда понимают мотивы его решений. Это приводит к неожиданному парадоксу. Если требуется эксперт для получения свежих решений, то лидер по объектам с большим весом, выражающий наиболее распространенное мнение, с высокой вероятностью его и предъявит, т.е. не обеспечит новизны и оригинальности. Аутсайдер же, может оказаться либо действительно неквалифицированным, либо наоборот обладающим свойствами визионера.

Экономико-математический академический словарь. clck.ru/34oL5r.

ФАКТОРЫ РАЗЛИЧИЯ СТРУКТУР ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОПЫТА У ИНДИВИДОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ МЕНТАЛЬНОСТИ

Апанович В.В.

(apanovitschvv@yandex.ru)

Институт психологии Российской академии наук, ГАУГН (Москва, Россия)

Государственный академический университет гуманитарных наук (Москва, Россия)

С позиций системно-эволюционного подхода предполагается, что элементы индивидуального опыта – функциональные системы – формируются в ходе постоянно возрастающей дифференциации взаимодействия индивида со средой. Набор элементов индивидуального опыта можно рассматривать как структуру систем, отражающую историю фиксации результатов взаимодействия со средой (как физической, так и социальной). Такая структура уникальна для каждого индивида. Существуют также системы, появившиеся в ходе взаимодействия со специфической социальной средой, разворачивающемся в культуре. Если предположить, что такие системы являются общими для представителей той или иной социальной общности, то можно их рассматривать как социально (культурно) обусловленные [Александров, Александрова 2009] и связанные с понятием ментальности [Henrich et al. 2010].

Известно, что ментальность в различных культурах неоднородна [см., например, Александров, Александрова 2009; Александров, Кирдина 2012; и др.]. При существовании многообразия подходов к вопросу выделения типов ментальностей можно говорить о том, что среди психологических характеристик, раскрывающих ментальность, выделяется аналитичность-холистичность [Знаков 2016]. Аналитичность и холистичность понимается как характеристики типов ментальности, присущих разным культурам. Аналитичность характеризует преимущественно представителей западных стран (США, страны Западной Европы), а холистичность – преимущественно представителей незападных (Южная Корея, Япония, Китай) [подробнее см.: Апанович, Александров 2021]. Аналитическое мышление предполагает смещение внимания на объект как таковой, изучение его внутренней структуры и законов. Холистическое мышление предполагает больший учет социального контекста, акцент на взаимосвязях между объектами и явлениями.

Было показано, что различия в ментальности проявляются как при сравнении представителей разных культур [Nisbett et al. 2001; Norenzayan et al. 2002], так и при сравнении групп индивидов внутри одной культуры [Talhelm et al. 2014].

В исследованиях (в том числе – в наших) было выявлено, что при решении задач вариативность мозгового обеспечения поведения по-разному соотносится с ментальностью субъектов в зависимости от экспериментальных условий, что можно интерпретировать как различия в системной организации опыта индивидов с аналитическим и холистическим мышлением.

Одним из экспериментальных условий, связанных с различием между аналитическими и аналитическими культурами, является преобладание конкурентных и кооперативных форм социального взаимодействия [Александров, Кирдина 2012]. Показано, что при решении одной и той же задачи (простого выбора) в разных социальных контекстах наблюдаются различия мозгового обеспечения. Вариативность компонентов ССП выше у холистичных индивидов, и эта вариативность максимальна в условиях конкуренции. У аналитичных индивидов вариативность компонентов ССП, напротив, выше в условиях кооперации [Апанович et al. 2018].

Другое направление наших исследований раскрывает различия мозгового обеспечения аналитичных и холистичных индивидов при вовлечении в решение задач, соответствующих одному из типов ментальности. При анализе решения аналитических и холистических задач было показано, что компонент Р300 у аналитичных индивидов более «размыт», нежели у холистичных [Апанович и др. 2021].

Важный вопрос, касающийся истории формирования индивидуального опыта аналитичных и холистичных индивидов, – вопрос о дифференциации аналитического и холистического опыта. Для исследования степени дифференциации опыта используется модель введения этанола в организм. Имеются данные об избирательном угнетении этанолом у животных и человека активности нейронов наиболее дифференцированных систем [см. в: Александров и др. 2017]. Это дает возможность рассматривать введение этанола как фактор, приводящий к временной дедифференциации индивидуального опыта.

В наших исследованиях не было обнаружено достоверных сдвигов показателей аналитич-

ности–холистичности после острого введения этанола. Также было показано, что распределение индивидов по аналитичности–холистичности воспроизводится под действием этанола по сравнению с контрольными условиями [Сухино-Хоменко и др. 2023]. Это позволяет делать вывод о том, что аналитичность и холистичность описывают не только новый, но и «базовый» индивидуальный опыт. С другой стороны, наблюдаемые различия в мозговом обеспечении решении задач под действием этанола по сравнению с контрольной серией позволяют говорить о специфике процесса дедифференциации у аналитичных и холистичных индивидов.

Финансирование работы

Исследование поддержано грантом РФФ № 22-18-00435 (Институт психологии РАН).

Александров Ю.И., Александрова Н.Л. Субъективный опыт, культура и социальные представления. М.: Институт психологии РАН, 2009.

Александров Ю.И., Курдина С.Г. Типы ментальности и институциональные матрицы: мультидисциплинарный подход // Социологические исследования. 2012. Т. 38. С 3-12.

Александров Ю.И. и др. Регрессия как этап развития. М.: Когито-Центр, 2017.

Апанович В.В., Александров Ю.И. Системное значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // Международный научный журнал «Вестник психофизиологии». 2021. № 1. С. 24-35.

Апанович В.В., Арамян Э.А., Дольникова М.С., Александров Ю.И. Различия мозгового обеспечения решения аналитических и холистических задач // Психологический журнал. 2021. Т. 42. № 2. С. 45-60.

Знаков В.В. Психология понимания мира человека. М.: Институт психологии РАН, 2016.

Сухино-Хоменко Е.А. и др. Устойчивость показателей аналитической и холистической ментальности при остром введении этанола // Психологический журнал. 2023. Т. 44. № 6. С. 37-47.

Apanovich V.V., Bezdenezhnykh B.N., Sams M., Jääskeläinen I.P., Alexandrov Yu.I. Event-related potentials during individual, cooperative, and competitive task performance differ in subjects with analytic vs. holistic thinking // International Journal of Psychophysiology. 2018. Т. 123. С. 136-142.

Henrich J., Heine S.J., Norenzayan A. The weirdest people in the world // Behavioral and Brain Sciences. 2010. V. 33. P. 61-135.

Nisbett R.E., Peng K., Choi I., Norenzayan A. Culture and systems of thought: Holistic versus analytic cognition // Psychological Review. 2001. № 108. P. 291-310.

Norenzayan A., Smith E., Kim B., Nisbett R. Cultural preferences for formal versus intuitive reasoning // Cognitive science. 2002. V. 26. № 5. P. 653-684.

Talhelm T., Zhang X., Oishi S., Shimin C., Duan D., Lan X., Kitayama S. Large-Scale Psychological Differences within China Explained by Rice Versus Wheat Agriculture // Science. 2014. V. 344. P. 603-608.

СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИИ ВНУТРИТЕЛЕСНЫХ ОЩУЩЕНИЙ

Атакеев М.Н.

(*atakievmagomet@gmail.com*)

Пятигорский государственный университет (Пятигорск, Россия)

Интероцепция является важным механизмом для поддержания внутреннего физиологического состояния организма. Интероцептивные ощущения связаны с сигналами (сознательными и бессознательными), исходящими из внутрителесного пространства (например, чувство голода, жажды, температуры, боли, покалывания в области подреберья и т.д.). Современные эмпирические данные в области когнитивных наук указывают на то, что интероцепция играет важную роль в социальном познании [Fotopoulou, Tsakiris 2017], эмоциональном опыте и понимании эмоционального состояния другого, самосознании [Palmer, Tsakiris 2018] и других высокоуровневых ментальных процессах. Однако в рамках данной работы мы рассматриваем вопрос влияния механизмов языковой концептуализации внутрителесного опыта, поскольку между объективным телесным событием и переживанием интероцепции в перспективе от первого лица пролегает онтологический разрыв. Помимо активации с-волокон или ноцицепторов в интероцептивном нарративе отражаются культурные особенности, которые влияют на качественные характеристики субъективного опыта.

В разных культурных традициях и социальных группах существует набор «лингвистических макетов/шаблонов» («культурных сценариев»), применимых для описания боли. В русском языке для выражения качественных характеристик чувства боли к слову «боль» необходимо добавлять прилагательное (ноющая боль, тупая боль, острая боль), тогда как в английском языке существуют отдельные понятия, содержащие эту качественную разницу: *ache, pain, hurt, sick, ill* (все слова эквивалентны понятию «боль»). В то же время такие фразы, как «щемящая боль» и «ноющая боль», не имеют аналогов в английском языке.

Например, респонденты-билингвы (американцы японского происхождения) транслируют эмоциональный опыт через референцию к желудку или животу (*hara*): «*Hara wo Watte Hanasou*» (腹を割って話そう) («let's talk opening the belly», букв. «давай поговорим, вскрывая живот») [Freedman, Hu et al. 2021, p. 247]. Это выражение по значению соответствует фразам: «давай поговорим начистоту», «выкладывай все карты на стол». Однако более распространенными вариантами в русском языке являются: «излить душу», «вывернуть душу/нутро наизнанку». В японском языке человек стремится обнажить собственные намерения, мысли, желания, «доставая их из живота», в то время как в русском языке основной акцент делается, скорее, на душе, которая является вместилищем страданий и прочих эмоциональных переживаний.

Другой пример концептуализации эмоций посредством внутрителесных ощущений связан с чувством гнева (腹がたつ *hara ga tatsu*; *my stomach is standing up*; букв. «мой живот встает») [Там же]. В русском языке чувство гнева в первую очередь ассоциируется с метафорой «кипения, горения, закипания»: «кипит кровь в жилах», «внутри все горит/кипит от гнева». Помимо живота в японской концептуализации эмоций фигурирует «*mune*» (грудь/сердце): 胸が躍る (*mune ga odoru*; *my heart is dancing*; букв. «мое сердце танцует») [Там же].

Важно подчеркнуть, что специфика опыта в перспективе от первого лица отражается не только в контекстах языковой репрезентации. Азиатское общество принято рассматривать как коллективистское. В культурах Азии личность встроена в социальный контекст и является неотъемлемой частью более глобального организма (корпорации, группы, локального коллектива). Социальные аспекты телесной репрезентации (телесного самосознания) в японском обществе обусловлены тем фактом, что внимание смещено в сторону внешних факторов окружающей среды и тело воспринимается в контексте того, как его оценивают и воспринимают другие. В то время как в западном обществе основной фокус внимания направлен на интроспективное восприятие «себя». В Японии тело постоянно находится под давлением социально-культурных норм, где соматическое-я затмевается внешними обстоятельствами и ограничениями, после чего затруднительно «вернуть тело себе». Данные тенденции приводят к социальной изоляции, боязни межличностных отношений (対人恐怖症 *tajinkyofusho*), романтизации самоубийства, боязни «потерять собственное лицо».

Итак, подытоживая, можно сказать, что фактор социальной привычки и языковой игры является значимым в контексте субъективного опыта говорящего. Специфика болевого или теле-

сного переживания может быть частью языковой игры, к которой нет непосредственного доступа у представителя иной языковой и культурной системы. Считаем, что языковые конструкции, используемые агентом речи, – часть «конвенциональных или протокольных высказываний», которые задают траектории качественных качеств опыта. Существующий набор описаний, извлекаемый субъектом из культурных словарей (культурный фон), затем в, большинстве случаев, используется неосознанно как часть социальной привычки или специфической речевой практики.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00540, <https://rscf.ru/project/24-28-00540>.

Freedman A., Hu H., Liu I.T.H.C., Stewart A.L., Adler S., Mehling W.E. Similarities and Differences in Interoceptive Bodily Awareness Between US-American and Japanese Cultures: A Focus-Group Study in Bicultural Japanese-Americans // Culture, Medicine, and Psychiatry, 2021. № 2. Vol. 45. P. 234-267. doi: 10.1007/s11013-020-09684-4.

Wierzbicka A. Is Pain a Human Universal? A Cross-Linguistic and Cross-Cultural Perspective on Pain // Emotion Review. 2012. № 3. Vol. 4. P. 307-317. doi: 10.1177/1754073912439761.

Fotopoulou A., Tsakiris M. Mentalizing homeostasis: The social origins of interoceptive inference // Neuropsychoanalysis. 2017. № 1. V. 19. P. 3-28. doi: 10.1080/15294145.2017.1294031.

Palmer C.E., Tsakiris M. Going at the heart of social cognition: is there a role for interoception in self-other distinction? // Current Opinion in Psychology. 2018. V. 24. P. 21-26. doi: 10.1016/j.copsyc.2018.04.008.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ФИКСАЦИЙ ПРИ ЧТЕНИИ И КОГНИТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ИНТЕРЕСА

Бабанова К.Ю.

(shedenko.ksyu@gmail.com)

Анисимов В.Н.

(victor_anisimov@neurobiology.ru)

Латанов А.В.

(latanov@neurobiology.ru)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Интерес представляет собой процесс, направленный на новые стимулы и включающий в себя три основных составляющих: когнитивную, эмоционально-аффективную и воспринимаемую значимость объекта. Целью работы было исследование зрительного внимания в отношении различных компонентов интереса.

В исследовании приняли участие 60 человек (50 % мужчины, средний возраст $22,20 \pm 0,51$). Все условно-здоровые, правши, с нормальным или скорректированным до нормального зрением, студенты и аспиранты МГУ. Эксперимент одобрен биоэтической комиссией биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В качестве материала были отобраны 16 текстов, представляющих собой фрагменты образовательных материалов для школьного, высшего и профессионального образования. Размер текстов составлял 1867 ± 5 символов, 243 ± 5 слов (сред. \pm ош. сред.). Удобочитаемость текстов по индексу Флеша составляла $13,68 \pm 1,00$. Материалы были представлены в двух формах: только текст, текст с иллюстрацией. После каждого фрагмента респонденты оценивали по 7-бальной шкале Лайкерта субъективный уровень интереса, а также когнитивную, эмоциональную и ценностную составляющую интереса. Запись движений глаз осуществляли с использованием айтрекера NTrend EyeTracker (500 Гц, Нейротренд, Россия). Перед записью проводили калибровку; респонденты читали тексты с произвольной скоростью. По достижении общего времени чтения в 60 мин. эксперимент останавливали, чтобы избежать искажения результатов в связи с утомлением.

Для анализа использовали фиксации с длительностями в диапазоне 80-800 мс, совершаемые после прогрессивных саккад внутри строки. Фиксации, сопровождающие поисковое поведение и перевод взора на новую строку, исключали из анализа. По результатам исследования, при чтении иллюстрированных текстов длительности фиксаций после прогрессивных саккад связана как с когнитивной ($H(6, 343) = 15.36, p = 0.018$), так и с эмоциональной ($H(6, 343) = 23.50, p < 0.001$) составляющими интереса, а также с общей субъективной оценкой интереса ($H(6, 343) = 14.56, p = 0.024$). В то же время для текстов без иллюстраций оказался значимым только когнитивный компонент интереса ($H(6, 333) = 14.16, p = 0.028$), но не эмоциональная составляющая ($H(6, 333) = 0.77, p = 0.993$) или общая оценка уровня заинтересованности ($H(6, 333) = 1.40, p = 0.966$). Связи длительностей фиксаций и ценностного компонента интереса не обнаружено.

Таким образом, длительности фиксаций при чтении отражают в первую очередь когнитивный компонент интереса, связанный с желанием и готовностью узнавать больше информации по интересующей теме. В дополнение к этому, возрастает доля эмоционального компонента интереса при чтении иллюстрированных образовательных материалов, что отражается в скорости обработки информации, – длительностях фиксаций.

Финансирование работы

*Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ
№ 121032500081-5.*

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ГЕНЕРАЦИИ И ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПОД ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ВОПРОСОВ НА ОСНОВЕ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Балцат К.И.

(obrasovach@mail.ru)

Горелик С.Л.

(obrasovach@mail.ru)

Национальный исследовательский университет ИТМО (Санкт-Петербург, Россия)

Введение. Современное образование требует инновационных подходов для улучшения процесса обучения, особенно в контексте персонализации учебных материалов. Создание индивидуально адаптированных учебных вопросов на основе набора учебных материалов представляет собой сложную задачу, для решения которой возможно использование Large Language Models (LLM). Однако использование LLM чревато проблемой недостоверности генерируемых текстов и галлюцинаций [Huang et al. 2023]. Простейший подход повышения достоверности генерируемых текстов может заключаться в добавлении дополнительного контекста к промпту, однако, как показано в последних работах, при большой длине промпта LLM склонны упускать информацию из контекста [Liu et al. 2023].

Для решения этой проблемы в работе рассматривается применение Retrieval-Augmented Generation (RAG) – техники нахождения из всего корпуса текста релевантной информации и использовании ее в контексте в LLM [Chen et al. 2023]. В дополнение к RAG использована техника дообучения (fine tuning) LLM на корпусе учебного материала, чтобы повысить качество генерируемых тестов, как показано в предыдущей работе [RAG vs Fine-tuning 2024]. Отдельно в работе рассматривается оценка качества разработанного подхода к задаче генерации педагогических средств оценки.

Основная часть. В качестве интеллектуальной системы к разработке предложен веб-сервис на streamlit, в который возможно загружать архив с учебными материалами в формате pdf. Система анализирует весь корпус учебного материала, выделяя ключевые понятия и темы, и генерирует на их основе вопросы. Техники RAG и fine tuning используется для интеграции информации из учебного курса, обеспечивая точность и глубину вопросов и вариантов ответов. Применение LLM делает разрабатываемую систему масштабируемой и применимой к любому учебному курсу.

На основе представленных материалов система генерирует вопросы и варианты ответа к ним, а также предоставляет пользователю функционал выбора ответа и его проверки, отображая то место в учебном материале, в котором содержится верный ответ. На основе ответов пользователя система персонализирует генерацию следующих вопросов, делая их проще или сложнее, а также повторно предлагает вопросы, на которые ранее был дан ошибочный ответ, в соответствии с моделью кривой забывания Эббингауза, что позволяет сделать процесс обучения наиболее эффективным [Murre, Dros 2015].

Разработанный подход требует средств его оценки на рассматриваемой задаче, поэтому рассмотрены и опробованы на практике существующие на данный момент бенчмарки: оценка разнообразия вопросов по их длине, в скрытом пространстве эмбедингов, оценка релевантности вопросов документу, оценка совместной информации [Lee et al. 2020]. На основе анализа предложен свой подход к оценке составления моделями качественных пар вопрос-ответ с педагогической точки зрения. На основе бенчмарка эмпирически протестирована способность генерировать тесты разных LLM с открытым исходным кодом с применением RAG и без и с применением fine tuning или без. На ограниченной выборке также протестирована способность преподавателей НИУ ИТМО.

Выводы. Разработанная система повысит эффективность обучения, предоставляя студентам персонализированные и точные учебные вопросы, непосредственно связанные с содержанием их учебного курса, персонализированные под их уровень. Это улучшит понимание учебного материала и повысит мотивацию студентов, обеспечивая более глубокое и индивидуальное взаимодействие с учебным контентом.

Разработанный метод оценки позволил сравнить качество генерации оценочных средств профессионалами и LLM и доказал эффективность разрабатываемой системы. Так, в перспективе система может быть использована не только для персональной подготовки пользователями, но и заведениями высшего и среднего образования и платформами онлайн-образования для автоматизации контроля усвоения учебного материала.

- Huang L. et al. *A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions*. 2023. *arXiv preprint arXiv:2311.05232*.
- Liu N.F., Lin K., Hewitt J., Paranjape A., Bevilacqua M., Petroni F., & Liang P. *Lost in the Middle: How Language Models Use Long Contexts*. 2023. *arXiv preprint arXiv:2307.03172v3*.
- Chen J., Lin H., Han X., Sun L. *Benchmarking Large Language Models in Retrieval-Augmented Generation*. 2023. *arXiv preprint arXiv:2309.01431*.
- RAG vs Fine-tuning: Pipelines, Tradeoffs, and a Case Study on Agriculture*. Published on Jan 16, 2024. *arXiv: 2401.08406*
- Murre J.M.J., Dros J. *Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve*. *PLOS ONE*, 10(7), 2015, e0120644.
- Lee D.B., Lee S., Hwang S.J. *Generating Diverse and Consistent QA pairs from Contexts with Information-Maximizing Hierarchical Conditional VAEs*. *ACL 2020*.

ЯЗЫКОВОЕ «АРХЭ» В ТЕРМИНАХ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕДУКЦИОНИЗМА

Барышников П.Н.
(*pnbaryshnikov@pgu.ru*)

Пятигорский государственный университет (Пятигорск, Россия)

В последние десятилетия проблема рекурсивности стала одной из центральных в полемике о структурных универсалиях языка, мозга, мышления и даже цивилизации [Corballis 2011]. Можно предположить, что подобные идеи появились после использования рекурсивных алгоритмов в программировании и обнаружения подобных процедур в двуполушарных нейронных связях и языковой грамматике.

Что есть рекурсия? В самом общем виде рекурсию можно определить как структурное самоподобие или вложенность идеи. В теории познания, в математике, в программировании, в музыке, в геометрии присутствует идея рекурсии как преодоления онтологической или метрической линейности. Широко известна работа Д. Хофштадтера, в которой автор, через рекурсивные метафоры в музыке, живописи и математике, объясняет природу сознания в терминах искусственного интеллекта [Hofstadter 1979]. Рекурсию можно представить в текстовом виде («Мыслю, следовательно, существую»), графически (с древности известны изображения животных, поедающих самих себя; в современном виде – это фрактальные фигуры), логически (парадокс Лжеца), математически (числа Фибоначчи или формула $0! = 1$ $n! = n * (n - 1)!$ [где $n > 0$]). Сущность рекурсии сводится к абстрактной процедуре, вызывающей саму себя, или к компоненту, содержащему компонент такого же класса.

Проблема самоподобных формальных структур в лингвистических учениях известна, начиная с работ Панини, В. фон Гумбольдта и ранних трудов Н. Хомского, в которых последний привел грамматику к иерархическим рекурсивным структурам. В последние годы интерес к данной теме возрос благодаря публикации Хаузера, Хомского и Фитча [Hauser et al. 2002], в которой авторы приходят к следующим выводам:

а) рекурсия есть основа врожденных языковых способностей. (Вместе с сенсорно-моторной системой и концептуальной системой рекурсия формирует «языковую способность в узком смысле» – FLN (Faculty of language in narrow sense).);

б) рекурсия – это единственное свойство языка, присущее только человеческому виду. (Иными словами, все остальные свойства языка можно отыскать в системах коммуникации животных.);

с) рекурсия – уникальное свойство языковых способностей;

д) рекурсия универсальна – имеет место во всех языках;

е) рекурсия – уникальное свойство сознания.

Эти заключения (в особенности противоречия между первой и второй предложениями) вызвали бурную дискуссию в научном мире [Hulst, Harry van der 2010]. Например, С. Пинкер и Р. Джекендофф в противовес положению б) настаивают, что в человеческом языке присутствует еще ряд специфичных черт, отличающих его от других форм коммуникации. Также авторы утверждают, что рекурсия обслуживает «математический модуль» сознания и так называемый «социальный интеллект», что противоречит положению с) [Jackendoff and Pinker 2005]. Громкие результаты исследований Д. Эвереттом некоторых языков бразильской Амазонии (язык пирахан группы Муран) вступают в прямое противоречие с положением д) [Everett 2005]. Наконец, Джентер с соавторами доказали, что европейские скворцы способны различать последовательные и непоследовательные символы как рекурсивную и не-рекурсивную грамматику, что ставит под сомнение тезис е). Собственно, Хаузер, Хомский и Фитч сами признают, что способность животных к навигации может рассматриваться как рекурсивная система [Gentner et al. 2006].

Можно утверждать, что системная языковая комбинаторика реализуется на специально (эволюционно) подготовленном материале мозга. Важно отличать абстрактную логико-алгоритмическую нейросетевую модель функционирования грамматики от реальных материальных связей в мозге. Основное противоречие состоит в том, что в грамматических схемах сигнал на входе всегда однозначен. В то время как в биологических нейронах передача информации от аксона к дендриту проходит в виде сложного аккорда возбуждающих и тормозящих сигналов из постсинаптических мембран и внесинаптических рецепторов. То есть у одного нейрона может быть множество входящих каналов.

Мы полагаем, что нейрокогнитивная система человека не содержит в себе элементы языковой системы, но содержит принципы организации языковых элементов. «Сборка» слова и предложения происходит «на выходе». Единообразие синтаксиса и логической структуры нейрона порождает метафорическую и не вполне корректную гипотезу о том, что мозг – это сеть функциональных узлов, вычисляющая грамматику. С. Пинкер справедливо указывает на методологический разрыв в попытках отыскать нейрофизиологические основания языка. На сегодняшний день нейролингвистические теории исследуют либо гемисферную асимметрию, либо упрощенные нейросетевые модели. Очевидно методологическое противоречие: если, например, С.М. Ламб указывает на сетевое единообразие лингвистических и нейронных структур [Ламб 2008], то С. Пинкер, редуцируя материальный субстрат нейрона до генетического уровня, вынужден признать отсутствие специфичной последовательности ДНК, отвечающей за формирование грамматических способностей. Единственное, что остается для биологического обоснования «теории грамматического гена», – анализ речевых патологий, передающихся по наследству.

Но тогда онтологический вопрос о материальном субстрате языка (как абстрактной системы и как коммуникативной деятельности) остается открытым. Формулировки типа «биологическая эволюция универсальной грамматики» с онтологических позиций некорректны, т.к. эволюционировала не грамматика, а мозг и социальные формы коммуникации. Языковое «архэ», по крайней мере в рамках материалистического или структурно-функционального типов редуccionизма, похоже, недостижимо.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00540, <https://rscf.ru/project/24-28-00540/> / The research was funded by Russian Science Foundation No. 24-28-00540, https://rscf.ru/en/project/24-28-00540.

Ламб С.М. С какими данными работает нейрокогнитивная лингвистика? // Компьютеры, мозг, познание: успехи когнитивных наук / Ред. Б.М. Величковский, В. Соловьев. М.: Наука, 2008. С. 180-201.

Corballis M.C. The recursive mind. Princeton, N.J., Woodstock: Princeton University Press, 2011.

Hofstadter D.R. Gödel, Escher, Bach. New York: Basic Books, 1979. 777 p.

Hulst Harry van der. Re Recursion // Recursion and human language. Berlin, New York: De Gruyter Mouton, 2010. P. 15-53.

Jackendoff R., Pinker S. The nature of the language faculty and its implications for evolution of language (Reply to Fitch, Hauser, and Chomsky) // Cognition. 2005. T. 97. № 2. P. 211-225.

Everett D. Cultural constraints on grammar and cognition in Piraha // Current Anthropology. 2005. T. 46. № 4. P. 621-646.

Recursive syntactic pattern learning by songbirds / T.Q. Gentner, K.M. Fenn, D. Margoliash, H.C. Nusbaum // Nature. 2006. T. 440. № 7088. P. 1204-1207.

ОСОБЕННОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦ ДЕТЬМИ С ДИСКАЛЬКУЛИЕЙ

Баулина М.Е.¹
(*psiho-sovet@yandex.ru*),

Косоногов В.В.²
(*vkosonogov@hse.ru*)

¹ *Российский государственный гуманитарный университет (Москва, Россия)*

² *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)*

Дискалькулия – это специфическое расстройство школьного обучения, проявляющееся в виде нарушений формирования математических навыков. Специалисты рассматривают дискалькулию как один из вариантов нарушений нейроразвития и часто подчеркивают ее коморбидность с другими расстройствами: дислексией и СДВГ. Анализ современной литературы показывает, что у детей с дискалькулией наблюдается заметное ухудшение пространственных навыков по сравнению с их обычно развивающимися сверстниками, что является предиктором изолированной дискалькулии и коморбидных дискалькулии и дислексии [Geary et al. 2020; Grant et al. 2020; Peters et al. 2020].

Существует несколько областей мозга, участвующих как в числовой, так и в лицевой обработке: внутритеменная борозда (IPS), веретенообразная извилина (FFG) и гиппокамп (НС) [Babo-Rebello et al. 2022; Vzdok et al. 2012; Narumoto et al. 2001; Baulina, Kosonogov 2024]. Мы выдвигаем предположение, что распознавание лиц и чисел связано, то есть распознавание лиц может выступать еще одной нарушенной функцией при дискалькулии. Следовательно, использование парадигмы восприятия лиц способно расширить сферу исследования данного расстройства.

Наше исследование включало изучение распознавания лиц и лицевой экспрессии детьми с дискалькулией по сравнению с типично развивающимися сверстниками (23 ребенка с дискалькулией от 8 до 13 лет и 20 детей без трудностей обучения аналогичного возрастного и гендерного состава).

В качестве гипотезы исследования выступало предположение о том, что дети с дискалькулией хуже распознают эмоциональные выражения лиц по сравнению с нормально развивающимися сверстниками.

В работе использовались следующие методы и методики:

1. Поведенческий эксперимент:

1.1. оценка пространственного восприятия и мышления (субтест 6 Теста Р. Амтхауэра).

1.2. нейропсихологическая диагностика слухоречевой памяти (субтест 6 детского варианта Теста Векслера «Повторение цифр»), зрительной памяти (запоминание 5 невербализуемых фигур) в варианте Л.С. Цветковой, внимания (корректирующая проба), произвольных движений и действий (реакция выбора) в варианте Т.В. Ахутиной [Цветкова 2002; Ахутина, Меликян 2012].

1.3. оценка лиц по фотографиям в 2 вариантах (Каролинская база данных эмоциональных лиц (KDEF)):

а) различение людей с нейтральными лицами (тот же человек или другой на разных снимках);

б) распознавание эмоциональных выражений лица.

2. Запись ЭЭГ во время сравнения нейтральных лиц и распознавание эмоциональных выражений лица (с помощью системы помехоустойчивой 32-канальной записи ЭЭГ actiChamp-128).

Результаты показывают, что дети с дискалькулией значительно хуже сверстников без трудностей обучения распознают лицевую экспрессию, что проявляется в виде уменьшения амплитуды и увеличения латентности компонента N170. Общее количество допущенных ошибок при распознавании эмоциональных выражений лиц значительно превышало аналогичный показатель в группе сверстников без трудностей обучения. В качестве типичных ошибок можно выделить затруднения при дифференцировке страха и удивления, а также грусти и отвращения. В то же время, не было выявлено нарушений способности к различению людей с нейтральным выражением лица.

Нейропсихологические пробы не выявили значимых различий в результатах группы дискалькулии и группы детей без трудностей обучения, кроме сниженного показателя объема запоминания при повторении цифр в обратном порядке. В качестве важного прикладного результата исследования следует отметить чувствительность субтеста 6 Теста Амтхауэра к нарушениям зри-

тельно-пространственного мышления при дискалькулии, что позволяет рекомендовать его включение в диагностический комплекс для выявления данного нарушения нейроразвития.

Ахутина Т.В., Меликян З.А. *Нейропсихологическое тестирование: обзор современных тенденций. К 110-летию со дня рождения А.Р. Лурия // Клиническая и специальная психология. 2012. Т. 1. № 2. URL: https://psyjournals.ru/journals/cpse/archive/2012_n2/52599 (дата обращения: 22.02.2024).*

Цветкова Л.С. *Методика нейропсихологической диагностики детей. М.: Педагогическое общество России, 2002.*

Babo-Rebelo M., Puce A., Bullock D., Hugueville L., Pestilli F., Adam C. et al. *Visual information routes in the posterior dorsal and ventral face network studied with intracranial neurophysiology and white matter tract endpoints // Cereb. Cortex. 2022. № 32. P. 342-366. doi: 10.1093/cercor/bhab212.*

Baulina M., Kosonogov V. *“Calculating faces”: can face perception paradigms enrich dyscalculia research? // Front Psychol. 2024. № 14. P. 1218124. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1218124.*

Bzdok D., Langner R., Hoffstaedter F., Turetsky B.I., Zilles K., Eickhoff S.B. *The modular neuro-architecture of social judgments on faces // Cereb. Cortex. 2012. № 22. P. 951-961. doi: 10.1093/cercor/bhr166.*

Geary D.C., Hoard M.K., Nugent L., Ünal Z.E., Scofield J.E. *Comorbid learning difficulties in reading and mathematics: the role of intelligence and in-class attentive behavior // Front. Psychol. 2020. № 11. P. 572099. doi: 10.3389/fpsyg.2020.572099.*

Grant J.G., Siegel L.S., D’Angiulli A. *From schools to scans: a neuroeducational approach to comorbid math and reading disabilities // Front. Public Health. 2020. № 8 P. 469. doi: 10.3389/fpubh.2020.00469.*

Narumoto J., Okada T., Sadato N., Fukui K., Yonekura Y. *Attention to emotion modulates fMRI activity in human right superior temporal sulcus // Brain Res. Cogn. 2001. № 12. P. 225-231. doi: 10.1016/S0926-6410(01)00053-2.*

Peters L., Op de Beeck H., De Smedt B. *Cognitive correlates of dyslexia, dyscalculia and comorbid dyslexia/dyscalculia: effects of numerical magnitude processing and phonological processing // Res. Dev. Disabil. 2020. № 107. P. 103806. doi: 10.1016/j.ridd.2020.103806.*

ОКУЛОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ И ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ЦИФРОВОМ ЧТЕНИИ У ПОДРОСТКОВ 15 ЛЕТ

Безруких М.М.¹

(*mbezrukikh@gmail.com*),

Комкова Ю.Н.²

(*julie.komkova@gmail.com*)

Бабанова К.Ю.^{2,3}

(*shedenko.ksyu@gmail.com*)

Рябкова Т.С.^{2,3}

(*s.ryabkovata@gmail.com*)

¹ *Московский государственный педагогический университет (Москва, Россия)*

² *Институт развития, здоровья и адаптации ребенка (Москва, Россия)*

³ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)*

Введение. Физиологические изменения, происходящие в период полового созревания, делают организм подростка уязвимым к внешним воздействиям и, на фоне увеличения умственных и эмоциональных нагрузок, можно ожидать повышение «функциональной цены» учебной деятельности. Электронные устройства (ЭУ) широко используются в повседневной жизни детьми и подростками, а чтение с ЭУ становится доминирующим компонентом в учебной и внеучебной деятельности. Между тем влияние этого вида деятельности на познавательное развитие и функциональное состояние детей остается мало изученным. Показано, что чтение с ЭУ может существенно влиять на характер вегетативной нервной регуляции сердечного ритма детей и зависит от морфо- и психолингвистической сложности текста [Безруких, Комкова, Иванов 2018]. Многочисленные исследования свидетельствуют о трудностях в понимании прочитанного среди детей подросткового возраста [Nirpold 2017], что может не только напрямую влиять на успешность обучения, но и создавать высокое функциональное напряжение. Поэтому, несмотря на предполагаемую сформированность механизмов окуломоторной активности (ОМА) у подростков, у них могут сохраняться индивидуальные затруднения, связанные с различными компонентами данной когнитивной деятельности, которые будут проявляться и в параметрах ОМА и в вегетативном обеспечении этой деятельности.

Цель настоящего исследования – изучение функциональной «цены» сложной когнитивной нагрузки при чтении и анализ ОМА (при чтении с экрана ЭУ сложного текста) учащимися 9-го класса (15 лет).

Методика. В исследовании функционального состояния при чтении текста с ЭУ приняли участие дети 15 лет ($M=15.46$, $SD=0.44$; $n=22$, 63,6 % девочек). Бинокулярная регистрация ОМА осуществлялась при помощи метода окулографии с элементами фотоэлектрического метода на установке EyeGaze Analyzing System фирмы «Interactive Mind» с использованием программы NYAN (версия 1.3.0.20). Показатели ОМА, анализируемые в настоящей работе, отобраны на основе результатов ранее проведенных работ, продемонстрировавших связь показателей со сложностью текста и навыком чтения [Безруких, Иванов 2019]. Параллельно с регистрацией ОМА осуществлялась регистрация ЭКГ (II станд. отвед.) с помощью прибора «Полиспектр-12» (Иваново, Россия). **Стимульный материал:** отрывок из учебника 9 класса «Обществознание» Боголюбова и др. (2021). Оценка морфолингвистической сложности текста проводилась по Иванову В.В. (2013). Оценка степени понимания текста проводилась экспертно по шкале от 0 до 4 баллов по результатам ответов на вопросы.

Результаты и обсуждение. Анализ параметров движений глаз свидетельствует о процессе совершенствования навыка чтения у подростков: большинство (86 %) подростков продемонстрировали пословесное чтение, отмечен невысокий процент регрессий (12 %), показатели длительностей фиксации ($235,03 \pm 50,11$ (10,22) мс.) и амплитуды саккад ($4,17 \pm 0,89$ (18,71) угл.град.) были близкими к показателям взрослых читателей. Средняя скорость чтения составляла $2,0 \pm 0,43$ (33,5) слова в секунду или $12,96 \pm 2,76$ (36,03) символов в секунду. Объем прочитанного за 7 минут составил $1571,36 \pm 335,02$ (16,39) слов.

Известно, что по мере развития навыка чтения, параметры перехода на новую строку меняются [Parker, Slattery, Kirkby 2019]. Длительность предстроковых фиксаций у подростков при чтении составляла $213,05 \pm 45,42$ (11,06) мс, установочной фиксации – $285,08 \pm 60,78$ (16,2) мс. Большая длительность установочных фиксаций, по сравнению с фиксациями внутри строки отмечается и у взрослых читателей и может быть обусловлена «ценой» активного использования парафовеальной обработки и [Rayner 1977]. При этом у подростков отмечалась различная степень вовлечения парафовеальной обработки в процесс когнитивной деятельности, что свидетельствует о дефицитах в формировании навыка. Качественный анализ индивидуальных треков движений глаз так же указывает на неравномерность развития навыка чтения и отражает дефицит словарного запаса и затруднения в интерпретации синтаксических конструкций. Сложности с пониманием текста возникали у 40,9 % подростков.

Вегетативное обеспечение когнитивной деятельности. Активность вегетативной нервной системы, обеспечивающая адаптацию организма к когнитивной деятельности, оценивалась по показателям временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (BPC). Наблюдаемые изменения (снижение при чтении по сравнению с исходным состоянием) в значениях вагус-опосредованных временных и спектральных показателей BCP (HF, RMSSD, SDNN, pNN₅₀) мы рассматривали как один из вариантов адаптации, обеспечивающий выполнение сложной когнитивной задачи. На фоне снижения общей вариабельности у подростков отмечалось увеличение индекса напряжения (ИН) (покой – 91,00; 57,67; 107,3; чтение- 216,00; 89,70; 267,00; $p=0.026$). Выраженный скачок ИН наблюдался в 82 % случаев.

Выводы. Междисциплинарное исследование показало прогрессивные изменения в формировании навыка чтения у подростков. В то же время неравномерность в его развитии, а также высокая функциональная «цена» регулирующих систем при цифровом чтении, свидетельствуют о том, что чтение продолжает оставаться сложной когнитивной задачей для детей этого возраста. Знание особенностей сформированности навыка чтения и характера вегетативной реакции у подростков при цифровом чтении имеет важную прогностическую ценность для выявления напряжения регулирующих систем и позволяет минимизировать риски при обучении.

Безруких М.М., Иванов В.В. Глазодвигательная активность при чтении у детей младших классов с разной степенью сформированности навыка чтения // Чуждоезиково обучение. 2019. Т. 46. № 1. С. 9-18.

Безруких М.М., Комкова Ю.Н., Иванов В.В. Вегетативная регуляция сердечного ритма и особенности окуломоторной активности у мальчиков и девочек 8–9 лет при чтении текстов различной сложности // Физиология человека. 2018. Т. 44. № 4. С. 5-15.

Иванов В.В. К вопросу о возможности использования лингвистических характеристик сложности текста при исследовании окуломоторной активности при чтении у подростков // Новые исследования. 2013. № 1 (34). С. 42-50.

Nippold M.A. Reading Comprehension Deficits in Adolescents: Addressing Underlying Language Abilities // Language, speech, and hearing services in schools. 2017. V. 48. № 2. P. 125-131.

Parker A.J., Slattery T.J., Kirkby J.A. Return-sweep saccades during reading in adults and children // Vision research. 2019. V. 155. P. 35-43.

Rayner K. Visual attention in reading: Eye movements reflect cognitive processes // Memory & Cognition. 1977. V. 5. P. 443-448.

COGNITIVE INTERPRETATION OF VARIATION IN A MORIBUND LANGUAGE: THE CASE OF ALASKAN RUSSIAN

Bergelson M.¹
(mirabergelson@gmail.com)

Kibrik A.²
(aakibrik@iling-ran.ru)

¹NRU HSE

² Institute of Linguistics RAS and Lomonosov MSU

Until recently, linguistic variation in a given language was viewed as deviation from its exemplary version and had to be explained through some elaborate processes of language change, dissimilation of discourse communities and other legitimate processes leading to the emergence of dialects [Labov, 1972]. Still modern developments, specifically in the contact linguistics, interactional sociolinguistics, and diachronic studies view individual variation as legitimate part of the use of language [Trudgill, 1986]. In case of small and endangered linguistic communities, individual variation is both conspicuous, controversial, and meaningful. We believe that various cognitive processes lay behind individual variation, and, thus, paying attention to the manifestations of these cognitive phenomena may help figure out the linguistic explanation of the variation sources.

Alaskan Russian is a form of the Russian language that emerged in mid-18th century in the process of Russian colonial presence in Alaska. Alaskan Russian (AR) became a native language of the people of mixed Russian-Native American origin residing in various parts of Alaska. In the 19th century, the people born in such families were known as “Creoles”. AR was spoken throughout the Russian American period and long after, up to the present time.

The lexicon and grammar of AR demonstrate properties resulting both from contact with other ethnic groups and languages and from the diachronic processes characteristic of a language functioning in a closed sociocultural environment. With few speakers in their late eighties and nineties, it is often hard to distinguish early contact phenomena of the end of 18-th century from the signs of language attrition. Still, some specific features of this, almost extinct variety of Russian and one of the last living evidence of Russian linguistic heritage in Alaska, can be attributed to contact (Russian-Aleut, or Russian-Alutiiq) phenomena. Along with that, the so-called “Russian” population of Russian America represented many regional, social, and ethnic groups, which influenced the development of Alaskan Russian, its resulting form, and its significant variation among families and individuals. AR demonstrates high individual variability which is characteristic of the endangered languages with just a few elderly speakers.

Thus, our research goal is to explain the attested phenomena of individual variation and/or simplification in AR with possible extension of the results to other linguistic cases. More specifically, the research question for AR is formulated as follows: are there ways to tell apart original creolization effects from incomplete acquisition, and language attrition?

In this paper we provide data from our 2014-2019 fieldwork regarding contact phenomena in the periods of Aleut-Russian, Alutiiq-Russian bilingualism, and Russian monolingualism [Bergelson et al., 2020].

The three alternative explanations of high individual/family variation observed in the course of fieldwork with AR include creolization, incomplete acquisition and attrition.

Original creolization effects as a result of the language contact induced changes in the early period of Russian colonization. Russian presence in Alaska started in the mid-18th century and lasted up to 1867 when the territory of Alaska came under the USA jurisdiction. Still, the activities of the Russian Orthodox church promoted expansion of AR long after that date through to the beginning of the 20th century and even later. The timeline, pervasiveness, and intensity of the language contact in various parts of Alaska that came under Russian influence differed significantly. This and the scarcity of population may serve as basis for the emergence of the AR varieties, including on the family/clan/small group level.

Our data included video recordings of the sessions with one of the last speakers - Selma Oskolkoff Leman (born 1931) in Ninilchik, Alaska and an unpublished paper by Conor Daly (1985) based on his fieldwork in the same area.

The methods employed during fieldwork were elicitation (including checking the words recorded in 1997 from another speaker - Louie Kwasnikoff (1928-2012), and watching for disfluencies (hesitations,

filled pauses, self-repairs), mental recall difficulties in elicitation vs. normal discourse disfluencies, and for the consultant's emotional reactions (gestures and facial expression).

The observed phenomena are categorized within a Retention cline with a few rather distinct stages:

- The stage A of full competence and free usage
 - o checking up forms for the verb 'to sit'
- The stage B of 'Now, I remember it' (accompanied with a special gesture 'here it is')
 - o the word yaz'ik for 'Russian language', or for 'sugar bowl' (sáharn'itsa)
- The stage C 'I've heard it, but never used' (p'átka - ya zabúla)
- The stage D 'Never heard' (ráduga/ráguda – ya n'i znáyu)

There are hints to where on the cline the observed phenomena belong. No hesitations about additional meanings (puz'ir - only one meaning of this word in AR) or an ability to explain the pragmatic intricacies of the word's usage (astalóp – 'dunce'; used when one is mischievous) point to the full competence and possible usage stage. Meaning restructuring (burún 'waves'), using 'primers' (counting on fingers to figure out 'six'), uncertainty in form/pronunciation (p'iró – pér'ya) point to the less than full knowledge. A special problem is discriminating between the stage B. and C., which means figuring out their specific manifestations.

Another facet of the individual variability manifestations is an ability to discriminate between the rule and the rote. What forms are produced and what rote-learned may testify to later-age attrition vs. insufficient input in childhood.

In discourse, hesitation and self-repairs leading to varying forms may be a result of retrieval problems or inability to build a complicated syntax construction: w twayóm stáram~ .. stáray dom búl'i ... w twayóm stáray .. d~ dom .. stáray damú ...dom - attempts to elicit w twayóm stáram damú - 'in your old house' (Loc(Poss(Adj N)))

The sources of the observed phenomena may be troubles with encoding or retrieval, memorization or rehearsal. They cluster with the life time periods: early childhood, school age, adult age.

The analysis of the language data with strong individual variation based on manifestation of certain cognitive states often allows to separate effects of creolization (AR~ Unangan~Alutiiq contact), incomplete acquisition of AR in the period of AR~English bilingualism and the language shift following it, and attrition processes in the last generation of speakers. Often it is possible to realistically attribute particular instances to a specific source, though separating the latter two is in itself a very complicated problem [Gallo et al., 2021].

Bergelson M., Kibrik A., Raskladkina M. The Language of a Lost Russian Region in the Historical Context of Russia's Eastward Expansion // Quaestio Rossica. 2020. Vol. 8, No. 3 P. 916-936.

Daly C. Russian Language Death in an Alaskan Village. Unpublished manuscript, read to UCB Linguistic Colloquium, Oct. 31. 1985. 15 p.

Gallo F., Bermudez-Margaretto B., Shtyrov Y., Abutalebi J., Kreiner H., Chitaya T., Petrova A., Myachykov A. First language attrition: What it is, what it isn't, and what it can be // Frontiers in human neuroscience. 2021. Vol. 15.

Labov W. Sociolinguistic Patterns. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 1972.

Trudgill P. Dialect in Contact. Oxford: Blackwell. 1986.

МЕТАКОГНИТИВНЫЕ ЧИТАТЕЛЬСКИЕ СТРАТЕГИИ: АНАЛИЗ ДАННЫХ САМООТЧЕТА И ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ РОССИЙСКИХ ШКОЛЬНИКОВ

Берлин Хенис А.А.
(*alexa.munxen@gmail.com*),

Пучкова А.Н.
(*puchkovaan@gmail.com*),

Кащенко Е.С.
(*ESKashchenko@pushkin.institute*),

Лебедева М.Ю.
(*m.u.lebedeva@gmail.com*)

*Лаборатория когнитивных и лингвистических исследований,
Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина (Москва, Россия)*

Введение: в повседневной практике современного человека значительное место занимает чтение цифровых текстов, которое требует от читателя умения эффективно и оптимально взаимодействовать с интерактивными мультимодальными ресурсами. Для успешной работы с цифровыми текстами необходимо применять метакогнитивные стратегии чтения, которые позволяют читателю осознавать и корректировать свою когнитивную обработку текста [Baker 1984]. Метакогнитивные стратегии представляют собой целенаправленные действия, направленные на достижение конкретных целей, требующие осознанного планирования, контроля, оценки и коррекции процесса чтения [Anderson 2003]. Цель настоящего исследования заключается в изучении взаимосвязи между данными отслеживания движений глаз во время чтения учебного текста и результатами самоотчетов читателей о применении ими метакогнитивных стратегий.

Методология: В исследовании участвовали ученики 9-11 классов двух школ Москвы и Московской области (N=177; школа 1, частная гимназия с дополнительным акцентом на работу с учебными материалами, N=74; школа 2, гимназия с государственной программой, N=103).

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе был использован опросник MARSI для сбора данных о применении метакогнитивных стратегий при чтении цифровых текстов. Опросник был переведен на русский язык и модифицирован для описания работы с онлайн-текстами специально для данного исследования. На втором этапе участникам предложено было читать научно-популярный текст на экране компьютера, при этом использовался айтрекер для фиксации глазодвигательной активности. После чтения текста участникам задавались вопросы по тексту для проверки их понимания.

Регистрация окуломоторной активности производилась при помощи айтрекера SR Research Eyelink 1000+, с частотой регистрации 500 Гц и 13-точечной калибровкой перед началом эксперимента. Для создания и презентации экспериментальной задачи было использовано ПО SR Research Web Link.

В качестве стимульного материала был выбран научно-популярный текст гуманитарного профиля. Он был оформлен и сверстан в соответствии с привычными параметрами интернет-страницы. Индекс читабельности Флеша (FRE), скорректированный для русского языка И.В. Оборновой, составил для текста 42 балла; уровень лексической сложности, рассчитанный с помощью сервиса «Текстометр» составляет 7 баллов из 10; уровень структурной сложности текста составляет 8 баллов из 10. Эти баллы указывают на высокую сложность текста, который по доступности наиболее вероятно соответствует возрасту 13-15 лет.

Результаты: Каждый элемент опросника репрезентировал читательские стратегии одной из групп: глобальные стратегии (ГС), стратегии, направленные на решение проблем (РС), и поддерживающие стратегии (ПС). Для анализа результатов опросника были выбраны методы корреляционного и дисперсионного анализа. Средние показатели для обеих исследованных школ демонстрируют схожие распределения частот использования стратегий. Старшеклассники чаще всего используют РС. Это закономерно, так как трудности при чтении являются значимым событием, требующим реагирования с применением определенной стратегии. Большинство школьников не прибегают к использованию ПС, таких как чтение вслух или составление заметок, возможно из-за

недостаточной информированности или отсутствия сформированной привычки. Это может быть связано и с тем, что для применения этих методов требуются дополнительные усилия и условия, которые не всегда доступны. Также школьники редко используют ГС. Это может указывать на ограниченное умение школьников переключаться между разными типами чтения (например, просмотровым или выборочным) и преобладание линейного последовательного чтения без адаптации к задаче.

Для анализа движений глаз использовались линейные модели со смешанными эффектами. Длительность фиксации для школы 2 была значительно меньше (t -value = -2,15, $p = 0,032$), количество фиксаций было значимо больше для школы 2 (t -value = 2,97, $p < 0,01$). Статистически значимо большее количество возвратов в ранее просмотренную зону совершали в школе 2 (t -value = 4,005, $p < 0,0001$). Значимо большее количество переходов между зонами совершали также в школе 2 (t -value = 4,52, $p < 0,0001$). Для всех рассмотренных параметров в использованной модели факторы «класс» ($p > 0,05$) и «задание» ($p > 0,05$) не давали значимых эффектов.

Корреляционный анализ не показал ярко выраженных связей между средними баллами по трем основным шкалам метакогнитивных стратегий при чтении и глазодвигательными параметрами. Однако были обнаружены корреляции метрик глазодвигательной активности и баллов по отдельным вопросам.

При анализе глазодвигательной активности было обнаружено значимое различие между школами. Среднее время чтения параграфов значимо не различалось, однако ученики школы 2 совершали более короткие, но частые фиксации, при этом у этой группы было больше регрессионных движений назад по тексту и суммарного количества прочтений параграфов по сравнению со школой 1. Такая специфика чтения может быть связана с использованием стратегии перечитывания для лучшего понимания [Booth 2013]. Следует отметить, что перечитывание текстов в школе 2 было неселективным: ученики предпочитали использовать стратегию быстрого и поверхностного чтения с повторным прочтением всего или почти всего текста. Это подтверждается более частыми обращениями к первой половине текста и стабильно более высоким количеством прочтений всех параграфов. можно предположить, что ученики школы 1 лучше запоминают и усваивают материал при первом чтении без необходимости возвращаться к ранее прочитанным частям текста перед переходом к вопросам.

Отсутствие однозначных выраженных связей между данными самооценки использования метакогнитивных стратегий на уровне групп стратегий и паттернами движений глаз ожидаемо, поскольку каждая из групп стратегий достаточно гетерогенна и не должна иметь однозначных проявлений в глазодвигательной активности.

Финансирование работы

Работа выполнена при финансовой поддержке госзадания, проект FZNM-2024-0003 «Комплексное изучение когнитивно-эмоциональных и лингвистических факторов коммуникативной деятельности человека в современном образовательном контексте».

Anderson N.J. Teaching Reading // Practical English language teaching. / ed. D. Nunan. New York: McGraw Hill Publishers, 2003. P. 67-86.

Baker L., Brown A.L. Metacognitive Skills and Reading // Handbook of reading research In P.D. Pearson, R. Barr, M.L. Kamil and P. Mosenthal (eds.). New York: Longman, 1984. P. 353-394.

Booth R.W., Weger U.W. The function of regressions in reading: Backward eye movements allow rereading // Memory & Cognition. 2013. Vol. 41. № 1. P. 82-97. doi: 10.3758/s13421-012-0244-y.

Huynä J., Lorch R.F., Kaakinen J.K. Individual differences in reading to summarize expository text: Evidence from eye fixation patterns // Journal of Educational Psychology. 2002. Vol. 94. № 1. P. 44-55.

ИНДЕКС СООТНОШЕНИЯ ФОКАЛЬНЫХ И АМБЬЕНТНЫХ ФИКСАЦИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНИМАНИЯ

Бессонова Ю.В.
(farandi@mail.ru)

Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Актуальность настоящего исследования состоит в недостаточной методической проработанности выявления несоответствий между представлением информации на интерфейсах и возможностями человека по ее восприятию. Предполагалось, что с ростом автоматизации будет возрастать и надежность деятельности, автоматика сможет быстрее реагировать на ситуации, чем человек, но автоматизация создает новые риски и новые ошибки, возрастает информационная загруженность операторов, уровень их психического напряжения и требований к оператору. Роль оператора сводится к выполнению контролирующей функции, управление опосредовано автоматизированными системами, определяющими отображение информации для оператора и участвующими в процессе управления техникой.

Ошибки взаимодействия человека-оператора с интерфейсом признаются причиной 50-80 % происшествий, свыше половины происшествий с беспилотными летательными аппаратами. Выявлен ряд устойчивых проблем человеческого фактора: основные проблемы сосредоточены в области восприятия и понимания информации, распределения внимания, обеспечения ситуационной осведомленности. Экспериментально доказано, что вариабельность ошибок взаимодействия оператора с интерфейсом связана с различной когнитивной обработкой информации.

Совмещенная деятельность требует быстрого переключения между задачами, поддержания ориентировки и идентификации нескольких объектов на одинаково эффективном уровне, что при определенных внешних условиях противоречит возможностям распределения внимания в силу торможения конкурентных процессов и наличия рефрактерного периода. Ошибочные действия и пропуск сигналов, связанные с отвлечением внимания, могут объясняться двумя механизмами: конкуренцией за ресурсы обработки и изменением стратегии перемещения взгляда из-за активации конкурирующих целей. Регистрация окуломоторной активности позволяет объективизировать направленность и распределение внимания, а также процесс обработки информации. Однако разработка удобного маркера изменения стратегий переработки визуальной информации и связанных с ними уязвимостей внимания представляет собой актуальную задачу.

Гипотеза исследования заключалась в предположении, что при одновременном выполнении совмещенных действий, особенно под влиянием усложняющих факторов, можно спровоцировать актуализацию психологической уязвимости, связанную с распределением внимания, что скажется на успешности выполнения конкурирующих задач и уровне когнитивного напряжения оператора. Типичным для летной деятельности является совмещение двух задач – пилотирования и пространственной ориентировки.

Метод: на тренажере воссоздавалась совмещенная деятельность по выполнению двух одновременных задач – пилотирования с заданной скоростью и поиска наземного объекта. Эксперимент включал 5 серий, предполагающих выполнение одного и того же полетного задания в разных условиях: без затрудняющих факторов, в усложненных погодных условиях, при лимитировании времени выполнения задания, отказе двигателя, утомлении оператора. Выполнение задания сопровождалось регистрацией окуломоторной активности с помощью айтрекера SMI Red-M 250 Hz (SMI, Germany).

При выполнении совмещенной деятельности отмечаются эффекты туннелирования за счет конкуренции задач, усиливающейся при неравнозначности задач и под влиянием усложняющих факторов. Совмещенная деятельность требует оптимального количества фокальных фиксаций и для поиска цели, и для считывания показаний скорости. Однако поиск наземного объекта становится приоритетной целью и сопровождается ростом длительности фиксаций за счет сокращения длительности фиксаций в менее субъективно значимых зонах. Туннелирование проявлялось в увеличении количества фиксаций при сокращении их длительности. Отмечалась поляризация типов фиксаций: увеличивалось количество сверхкоротких и сверхдлинных фиксаций за счет сокращения доли фокальных. Контроль скорости при выполнении совмещенных задач ухудшался в 2-2,5 раза, что связано с конкуренцией целей. Эффект туннелирования усиливался при наличии усложняющих факторов, за счет активизации зрительного поиска в условиях усложненной обстановки.

Сосредоточение внимания на одной зоне в ущерб вниманию к другим сопровождалось изменением стратегий обработки зрительной информации, что проявляется в изменении соотношения плотности распределения амбьентных и фокальных фиксаций. Данное соотношение легло в основу разработки индекса соотношения плотности распределения фокальных и амбьентных фиксаций. Индекс тесно коррелирует с успешностью выполнения конкурирующей задачи выдерживания скорости полета и обладает рядом преимуществ по сравнению с оценкой усредненной длительности фиксаций для выявления изменения стратегии анализа визуальной информации. Предложенный индекс может быть использован как на этапе эргономического проектирования интерфейса, так и на этапе выполнения деятельности при разработке биоадаптивных интерфейсов, обеспечивающих оперативную подстройку отображаемой информации индикаторов и шкал в зависимости от динамики переключения взора оператора.

Финансирование работы

Выполнение по Госзаданию Минобрнауки РФ № 0138-2024-0010.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ И БЫСТРОГО ОДНОДНЕВНОГО ОБУЧЕНИЯ ГРЫЗУНОВ РАЗНЫХ ВИДОВ В СРЕДЕ, НЕОДНОРОДНОЙ ПО ОСВЕЩЕННОСТИ И НАЛИЧИЮ КОРМА

Блинов Д.А.

(*blin.danil@yandex.ru*),

Плескачева М.Г.

(*mpleskacheva@yandex.ru*),

Малыгин В.М.

(*vmalygin1@yandex.ru*)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Модели, которые позволяют одновременно оценить исследовательскую активность в новой среде и особенности быстрого обучения, довольно редки. Особенно те, которые применимы для сравнения этих процессов у грызунов разных видов, в том числе взятых из природных популяций. Быстрое обучение обычно достигается использованием оборонительной мотивации, в том числе с применением электрокожной стимуляции, что не является естественным раздражителем. Мы в своей модели стремились использовать стимулы, встречающиеся в природных условиях, неравномерное освещение и наличие корма. В природе грызуны избегают яркого света, предпочитают прятаться в укрытиях и затененных местах. В незнакомой ярко освещенной экспериментальной среде у животных повышен уровень тревожности, что может выражаться в снижении двигательной активности и длительных эпизодах замирания [Walsh, Cummins 1976]. В естественной среде, в отличие от лабораторной, корм часто ограничен, поэтому запоминание его количества и местоположения важно для животных. Если источник корма обилен, то оптимальным поведением будет возврат к нему. Здесь велика роль пространственной памяти, которая контролируется гиппокампом и связанными с ним структурами [Morris et al. 1982 и др.].

Исследования, проведенные на грызунах, взятых из природных популяций, немногочисленны. Однако такие исследования важны, с одной стороны для понимания фундаментальных механизмов работы мозга, обеспечивающих процесс освоения нового пространства у разных животных, а с другой – выявления видовой специфики. Разная экология грызунов может отражаться в организации исследовательской активности, использовании разных стратегий навигации в пространстве, а также нейробиологических особенностях мозга этих животных [Pleskacheva et al. 2000].

Цель нашей работы – создание и апробация экспериментальной модели для оценки исследовательской активности и быстрого обучения грызунов в среде, неоднородной по уровню освещенности и наличию корма. Также, в рамках модели, стояла задача сравнения поведения грызунов разных видов.

Эксперименты проводили на двух группах самцов, лабораторных мышах линии *C57BL/6J* (*Mus musculus*) и европейских рыжих полевках (*Clethrionomys glareolus*), отловленных на Звенигородской биостанции МГУ. Опыты проводили в круглой арене диаметром 150 см со стенкой высотой 50 см. Пол арены был застелен светло-коричневым линолеумом, центр которого был выкрашен белой краской (диаметр круга 110 см) для увеличения контрастности центральной и периферической области арены (у стенки). Для создания неоднородного освещения использовали лампы, расположенные за бортом арены, оснащенные шторкой, позволяющей осветить только одну половину арены, оставляя в тени другую. Освещенность светлой зоны центра была 49 lx, затемненной его части – 26 lx. На периферии – 34 lx и 7 lx, соответственно. В опытах с кормом, в центр арены помещали две кормушки с большой порцией дробленого фундука, одну – в освещенную, другую – в соседнюю затененную зону. Таким образом, по трем факторам (свет, корм и удаленность от центра) арену условно разделяли на 8 зон. Четыре из них в центре: корм/тень, корм/свет, без корма/тень, без корма/свет. Аналогичные 4 зоны – у борта, разные по освещенности и близости к корму. Эксперимент состоял из 2 попыток с интервалом 60 мин между ними. Через сутки проводили тестовую попытку в арене с равномерным освещением (34 lx) и без корма. В 1-й попытке корма не было (длительность 30 мин), во второй он был (20 мин). Длительность тестовой попытки – 10 мин. Грызунов выпускали в арену с разных сторон. Программу EthoVision XT (Noldus) использовали для видеотрекинга грызунов. Вычисляли время пребывания, пройденную дистанцию и скорость

передвижения животного в различных зонах арены, а также количество вертикальных стоек и продолжительность груминга и замирания.

Показано, что в 1-й попытке и мыши, и полевки проводили значительно больше времени в периферической области арены, по сравнению с центральной, в которую они редко заходили, независимо от уровня освещенности зон. В отличие от мышей, полевки предпочитали находиться в темной зоне у борта ($76.9 \pm 8.8\%$), избегая светлую, и в целом, были менее подвижны. У обоих видов грызунов, особенно у полевок, в тени у борта продолжительность груминга была выше, чем на свету. Исследовательские вертикальные стойки чаще совершались на свету, особенно мышами. Во 2-й попытке с кормом грызуны проводили больше времени в зонах, где располагался корм, предпочитая темную светлой. Предпочтение тени у борта было выявлено только у полевок. Дисперсионный анализ показал влияние на поведение обоих видов и фактора корма ($p < 0.01$), и фактора света ($p < 0.01$). Полевки оказались более чувствительны к уровню освещенности арены, чем мыши. Тестовая попытка показала, что обе группы запомнили местоположение корма ($p < 0.01$) и проводили там больше времени. Полевки также запомнили ($p < 0.05$) характер освещения зон у борта арены.

Результаты подтвердили выводы других авторов о повышенном уровне тревожности рыжих полевок, по сравнению с лабораторными мышами [Купцов 2006]. Полевки в большей степени, чем мыши, реагировали на освещенность среды. Различия в поведении двух групп мышевидных грызунов могут быть следствием как специфики видов, так и особенностей линий мышей C57BL/6J.

Проведенные эксперименты показали адекватность разработанной модели для оценки быстрого пространственного обучения лабораторных мышей и полевок. В перспективе она может быть использована для изучения поведения других видов грызунов в новой среде, неоднородной по контексту, и роли структур мозга, в частности, субрегионов гиппокампа в этих процессах.

Финансирование работы

Программа развития МГУ, проект № 23-Ш03-02.

Купцов П.А. Изучение активации различных отделов гиппокампа после выполнения грызунами пространственных тестов: автореф. дис. ... канд. биол. наук, 2006. URL: <https://earthpapers.net/preview/147732/a/#?page=1>.

Morris R.G., Garrud P., Rawlins J.N., O'Keefe J. Place navigation impaired in rats with hippocampal lesions // Nature. 1982. № 297. P. 681-683.

Pleskacheva M.G., Wolfer D.P., Kupriyanova I.F., Nikolenko D.L., Scheffrahn H., Dell'Omo G., Lipp H.P. Hippocampal mossy fibers and swimming navigation learning in two vole species occupying different habitats // Hippocampus. 2000. № 10. P. 17-30.

Walsh R.N., Cummins R.A. The open-field test: a critical review // Psychological bulletin. 1976. № 83. P. 482-504.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ КОНТЕКСТОВ РУССКОЯЗЫЧНЫМИ ЮРИСТАМИ

Блинова О.В.^{1,2}
(o.blinova@spbu.ru),

Панкратьева А.А.
(aapankrateva@gmail.com)²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

² НИУ «Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург, Россия)

1. К языку права предъявляются особые требования, позволяющие противопоставить юридические тексты другим разновидностям текстов на естественном языке. Правовые тексты (в особенности – тексты законов) призваны недвусмысленно передавать намерения их составителей, не допуская множественных толкований [см. об этом Durant, Leung 2016, p. 79 и мн. др.]. Юристы указывают, что в контекстах, допускающих неединственность интерпретации, наблюдается «юридическая неопределенность», способная, в частности, спровоцировать судебные коллизии. В то же время «юридическая неопределенность» коренится в языке, произрастая из лингвистической неопределенности [см. об этом Блинова, Белов 2020].

Соответственно, юристы, осознающие языковую природу неопределенности, пользуются понятием «юридико-лингвистическая неопределенность», которое задают, например, так: «смысловая лингвистическая неопределенность заключается в применении недостаточно точно описанных терминов, понятий, словосочетаний или формулировок смыслового (содержательного) характера, вызванных несоблюдением логических и лингвистических правил юридической (правотворческой) техники» [Балдин 2016]. Таким образом, у юристов существуют некоторые эксплицитные правила «юридической техники» («техники юридического письма»), которые, в частности, включают требования к языку и преподаются студентам, осваивающим юридические специальности (ср. учебники с соответствующими названиями).

2. **Языковой неопределенности** (vagueness) посвящена обширная научная литература, содержащая целый ряд дефиниций и разнообразные классификации типов неопределенности [см. об этом, например, Блинова, Белов 2020]. В настоящей работе мы будем следовать логике Ф. Девоса [Devos 2003], который утверждает, во-первых, что неопределенность является собственно языковым феноменом (то есть не может быть вменена объектам «внешнего мира»); во-вторых, что неопределенность – явление преимущественно семантическое, а не прагматическое (за исключением случаев преднамеренного использования неопределенных выражений); в-третьих, что неопределенность ингерентна естественному языку.

Вслед за [Devos 2003, p. 124] неопределенность может быть понята как “intrinsic uncertainty with regard to the application of a word to a denotatum”. Девос выделяет два типа неопределенности: **неопределенность критериев**, или категориальную неопределенность (vagueness in criteria) и **неопределенность степени**, или градуальную неопределенность (vagueness in degree).

Неопределенность критериев – это неуверенность относительно того, какой именно критерий или ряд критериев необходимы или достаточны для применения определенного слова (напр., можно ли назвать *бридж* «спортом», а *ревень* – «фруктом»). **Неопределенность степени** – это неуверенность относительно того, при какой степени реализации некоторого вполне ясного критерия применимо определенное слово (напр., человека какого возраста можно назвать «старым» или «подростком», человека какого роста можно назвать «высоким», можно ли назвать человека, живущего в десяти домах от говорящего, «соседом» и пр.). Неопределенность критериев и неопределенность степени увязаны с частеречными классами слов: первая характерна скорее для существительных, вторая – для прилагательных [Devos 2003, p. 125]. В настоящей работе нас интересует одна из разновидностей неопределенности степени, а именно **адъективная неопределенность**.

3. **Адъективная неопределенность** – явление, при котором локусом неопределенности является прилагательное. Если говорить о лексико-грамматических разрядах прилагательных в отечественной грамматической традиции и различать качественные, относительные и притяжательные прилагательные, то можно утверждать, что локусом неопределенности способны становиться качественные прилагательные. Они обозначают **признаки объектов**, конкретнее, признаки

градулируемые (напр., экспериенциальные). У таких прилагательных в общем случае могут существовать **формы степеней сравнения** и **краткие формы**. Кроме того, они способны сочетаться с так называемыми **непредельными** [Кустова 2018, с. 53] **показателями степени проявления признака** типа *очень, довольно, крайне* и с так называемыми **хеджами** типа *очевидно, вроде бы* [Lakoff 1972].

4. **Гипотеза** настоящего исследования такова: юристы обладают специальными знаниями, приобретенными в ходе обучения и профессиональной деятельности; эти специальные знания позволяют с большим успехом идентифицировать контексты с адъективной неопределенностью по сравнению с носителями языка-неюристами.

5. Для проверки гипотезы был проведен **эксперимент**, участниками которого стали взрослые нативные носители русского языка. Это 23 юриста (6 бакалавров, 14 магистрантов, 2 аспиранта и 1 доктор юридических наук). В контрольную группу вошло 10 человек, не имеющих юридического образования (в том числе неоконченного).

В эксперименте использовалось 20 стимулов и 35 филлеров. Сначала респонденты знакомились с инструкцией, которая гласила, что им будут представлен ряд предложений, часть которых содержит контексты «с юридико-лингвистической неопределенностью». Затем приводилось краткое определение понятия «юридико-лингвистическая неопределенность» и один иллюстративный неопределенный контекст, в котором локусом неопределенности было параметрическое прилагательное *высокий*. Затем была обозначена следующая последовательность действий: внимательно прочитать предложение; выписать фрагмент предложения с неопределенностью; если неопределенность не обнаружена, поставить в соответствующей графе прочерк. Стимулы были подобраны в результате анализа частотного списка лемм корпуса решений Конституционного Суда РФ «CorDec», ср. *необходимый* (ранг 209, ipm 7039,45)¹, *конкретный* (ранг 245, ipm 6090,47), *разумный* (ранг 488, ipm 2811,67).

6. **Результаты эксперимента** прежде всего таковы. **Доли верных ответов** в группах юристов и неюристов различаются на десятки процента (38,4 % и 38,9 % соответственно). При этом выявлена сильная положительная корреляция ($r = 0,88$) между опытом работы по юридической специальности и количеством верных ответов.

7. Таким образом, выдвинутая гипотеза по результатам эксперимента **не подтвердилась**: юристы справляются с идентификацией неопределенных контекстов статистически незначимо хуже, чем неюристы. Подробная интерпретация полученных результатов вовлекает, в частности, семантические разряды градулируемых прилагательных, задействованных в стимулах; наличие языковых показателей градуируемости; наличие выраженного порога сравнения.

Финансирование работы

Раздел 1 поддержан НИР СПбГУ «Юридико-лингвистическая неопределенность в текстах правовых актов с учетом их коммуникативных особенностей и юридических функций» (шифр проекта 103923270). Остальные разделы поддержаны грантом РНФ № 19-18-00525 «Понятность официального русского языка: юридическая и лингвистическая проблематика».

Балдин А.К. Юридико-лингвистическая неопределенность – коррупционная угроза правоприменительной практике // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2016. Т. 5. С. 166-170.

Блинова О.В., Белов С.А. Языковая неоднозначность и неопределенность в русских правовых текстах // Вестник Санкт-Петербургского университета. Право. 2020. Т. 11. № 4. С. 774-812.

Кустова Г.И. Прилагательные // Материалы к корпусной грамматике русского языка. Вып. III. Части речи и лексико-грамматические классы. СПб.: Нестор-История, 2018. С. 41-107.

Devos F. Semantic vagueness and lexical polyvalence // Studia Linguistica. 2003. Vol. 57. № 3. P. 121-141.

Durant A., Leung J.H.C. Pragmatics and Legal Interpretation // Language and Law. A resource book for students. London and New York: Routledge, 2016. P. 79-85.

Lakoff G. Hedges: A study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts // Papers from the Eighth Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society. Chicago: Chicago University Press, 1972. P. 183-228.

¹ Ранг – позиция леммы в частотном списке; ipm – распространенная мера относительной частоты, количество употреблений на миллион слов корпуса.

ФАКТОР ВРЕМЕНИ В ПРОЦЕССАХ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ

Бондарь А.Т.

(a_bond@rambler.ru)

*Институт биофизики клетки Российской академии наук
(Пущино, Россия)*

Память лежит в основе многих когнитивных функций, поэтому понимание механизмов ее формирования и функционирования имеет как теоретическое, так и практическое значение. Назначение памяти заключается в сохранении памятных следов во времени. Отсюда, основным параметром при описании функции памяти является время. При изучении динамических характеристик памяти обычно используют два основных методических подхода: первым является применение экспериментальной амнезии, вызванной воздействием на память различных амнезирующих агентов через разные промежутки времени, вторым – построение ретенционных кривых, т.е. кривых, отражающих зависимость сохранения в памяти приобретенных условных рефлексов, или какой-либо предъявленной для запоминания испытуемым информации, от времени. Первым, кто попытался получить функциональную зависимость между памятью и временем, был Герман Эббингауз. В 1885 году он опубликовал работу «*Über das Gedächtnis*», которая содержала результаты исследования экспериментов, проводимых на самом себе. Эббингауз запоминал бессмысленные слоги, и затем через определенные промежутки времени воспроизводил запомненное, фиксируя результаты. На рис. 1 показана полученная зависимость между эффективностью воспроизведения и временем.

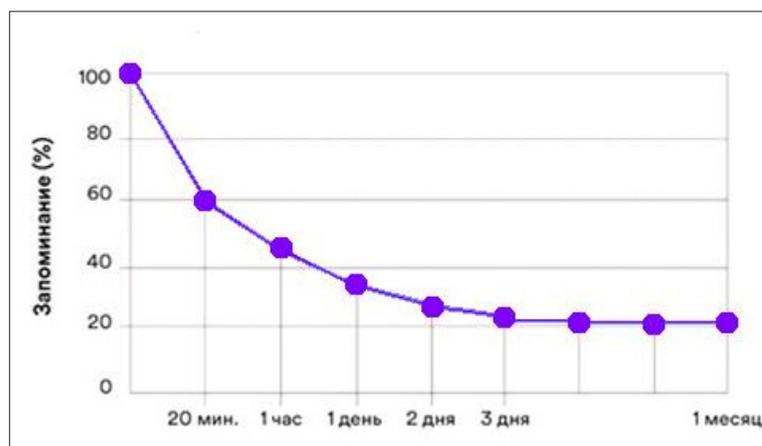


Рис. 1. Кривая забывания Эббингауза

Эта зависимость получила название «кривой забывания Эббингауза» и под этим именем прочно занимает место во всех учебниках психологии и работах, связанных с проблемами обучения и памяти. В то же время она не совсем корректно отражает динамику памятного следа, поскольку все интервалы исследовались на одном и том же испытуемом и, соответственно, содержали элементы обучения.

В дальнейшем вопрос о временной организации памяти стал одним из центральных в когнитивных науках. Ретенционные кривые условных рефлексов у животных выявили немонотонный характер воспроизведения, выражавшийся в наличии интервалов времени с улучшением воспроизведения рефлексов относительно предыдущих. Данное явление получило название «реминисценции» и наблюдалось у различных видов животных. Более того, в ряде работ продемонстрирована множественность реминисценций, что свидетельствовало об активных процессах в энграммах памяти. Данные феномены были продемонстрированы и в памяти человека, что свидетельствовало о чрезвычайно сложной ее организации во времени.

Результаты экспериментальных исследований и клинические наблюдения послужили одним из главных оснований для выделения двух форм памяти – кратковременной и долговременной. Некоторые авторы наряду с кратковременной и долговременной формами постулировали наличие дополнительных этапов в развитии памяти, вычлняя промежуточную или переходную память. Вместе с тем, в ряде исследований высказывается гипотеза о памяти, как едином процессе. Авторы этих работ отказались от вычленения кратковременной памяти как самостоятельного этапа.

В данной работе исследовались ретенционные кривые однократно воспринятой как вер-

бальной (пять двузначных чисел) так и невербальной (пятнадцатисекундный интервал времени) информации. Для исключения обучения на каждом ретенционном интервале использовалась независимая группа испытуемых. Было показано, что ретенционная кривая, отражающая зависимость эффективности воспроизведения запомненной вербальной информации от времени, представляет собой колебательный процесс на всем исследованном интервале времени до 30 дней (рис. 2 А).

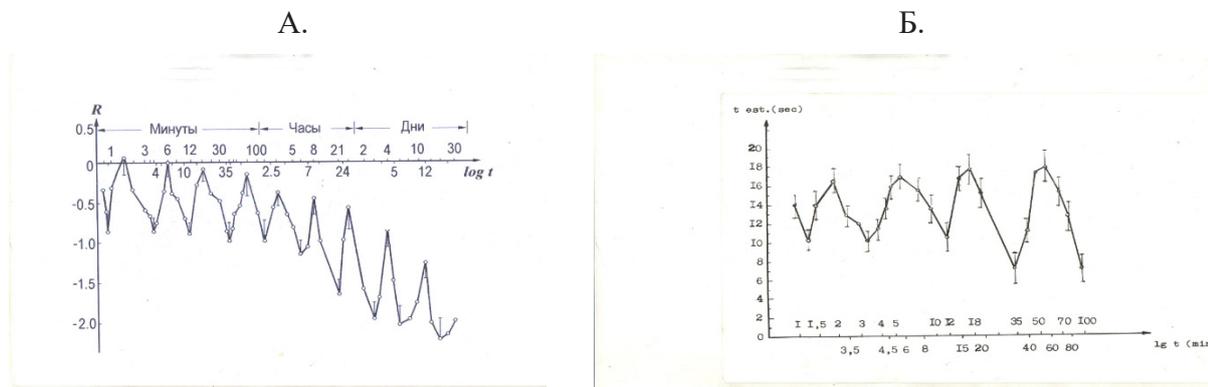


Рис. 2. Ретенционные кривые для вербальной (А) и невербальной информации (Б)

Загруженное воспроизведение чередовалось с отрезками времени с облегченным воспроизведением (реминисценциями). Данный процесс не является периодическим, в то же время он подчиняется определенной закономерности, состоящей в том, что каждый $(k+1)$ -й по счету период превышает k -й в 3 раза, т. е. увеличивается по экспоненте. Таким образом, если начальный период (первый после предъявления для запоминания материала) равняется 25 секундам, то девятый – уже суткам. Такие параметры колебательных процессов, как фаза и период, в данном случае носят динамический характер и всецело определяются начальной фазой и начальным периодом восприятия информации. Фазы реминисценций для вербальной и невербальной информации полностью совпадали, что свидетельствует о едином механизме функционирования памятного следа. Полученные результаты свидетельствуют о динамическом характере памятного следа на всем исследованном интервале времени и, следовательно, деление памяти на кратковременную и долговременную не совсем отражает реально существующие процессы. Различные свойства памятных следов непосредственно после восприятия информации и на отдаленных интервалах времени, возможно, связано лишь с различной скоростью и генерализованностью в мозге динамических процессов.

ИНТОНАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЧИ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ ШИЗОФРЕНИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Борисова В.А.¹

(viktoriya2307@yandex.ru),

Колесникова А.Б.¹

(anna.cello04@gmail.com)

Омельченко М.А.²

(omelchenko-ma@yandex.ru)

Федорова О.В.¹

(olga.fedorova@msu.ru)

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)*

² *ФГБНУ «Научный центр психического здоровья» (Москва, Россия)*

Монотонность речи, обеднение палитры речевой экспрессии с точки зрения лингвистики представляют собой различные фонетические характеристики акустического сигнала. К числу объективных характеристик звуков относятся частота, интенсивность и длительность. Частота – это число полных колебательных циклов в единицу времени; форманты – резонансные частоты речевого тракта определенной формы и объема [Князев, Пожарицкая 2011]. Обычно для человеческой речи определяется 5 формант, наиболее показательными из них являются первые три. Частота основного тона (F0) преимущественно отвечает за интонацию, F1 и F2 – за артикуляцию гласного.

Фонетические особенности речи лиц с психическими расстройствами являются объектом изучения как специалистов в области психиатрии, так и лингвистов. В работе [Mouratai et al. 2023] 11 пациентов с шизофренией и 12 испытуемых контрольной группы выполняли три задания (произнесение отдельных звуков, слов и спонтанный монолог); авторы измерили F0, F1 и F2. Значимыми получились результаты для F1 и F2: артикуляция гласных у испытуемых клинической группы оказалась менее разнообразна. В работе [Compton et al. 2018] исследователи измерили у 98 испытуемых с шизофренией (с симптомом апросодии и без; апросодия [по VandenBos 2015] – отсутствие обычной вариативности в ритме, ударении, частоте основного тона речи, приводящее к монотонной речи) и 102 испытуемых контрольной группы стандартное отклонение F0, F1 и F2 гласных, а также интенсивности речи. Вариативность F0, F1, F2 у контрольной группы оказалась значимо больше, чем у группы пациентов с апросодией.

В данной работе мы исследовали вариативность F0 в речи русскоязычных юношей с расстройствами шизофренического спектра (диагнозы F20 «Шизофрения» с манифестным психотическим приступом и F21 «Шизотипическое расстройство» по МКБ-10, n = 8) относительно контрольной группы испытуемых без психических расстройств (n = 10). Клиническую группу составили пациенты ФГБНУ «Научный центр психического здоровья». Возраст всех испытуемых – 16-25 лет. Каждому испытуемому на экране компьютера был показан «Фильм о грушах» У. Чейфа (продолжительность – 5 мин 55 с), задание заключалось в комментировании фильма вслух во время просмотра. Для аудиозаписи использовался микрофон Røde NT-USB Mini. Мы анализировали комментирование фрагмента фильма под названием «The Samaritan Scene» (86 с), который, согласно [Kruger 2012], содержит 31 действие. Значения F0 были получены в программе Praat путем применения функции Pitch listing (диапазон измерений – с 60 до 400 Гц, шаг – 0.01 с). Вручную были удалены невалидные значения, которые возникли из-за того, что программа принимала за голос звуки из фильма, такие как свист мальчика или звук ударов мячика о ракетку.

Статистические расчеты и визуализация были проведены на языке R в программе RStudio. На рис. 1 представлены скрипичные диаграммы и находящиеся внутри них диаграммы размаха для каждого испытуемого, упорядоченные по убыванию межквартильного размаха значений F0. Синим закрашены диаграммы испытуемых клинической группы – они сконцентрированы в правой части рисунка и в среднем шире, чем у испытуемых группы нормы, что свидетельствует о большей плотности и, как следствие, меньшем разнообразии значений в выборках.

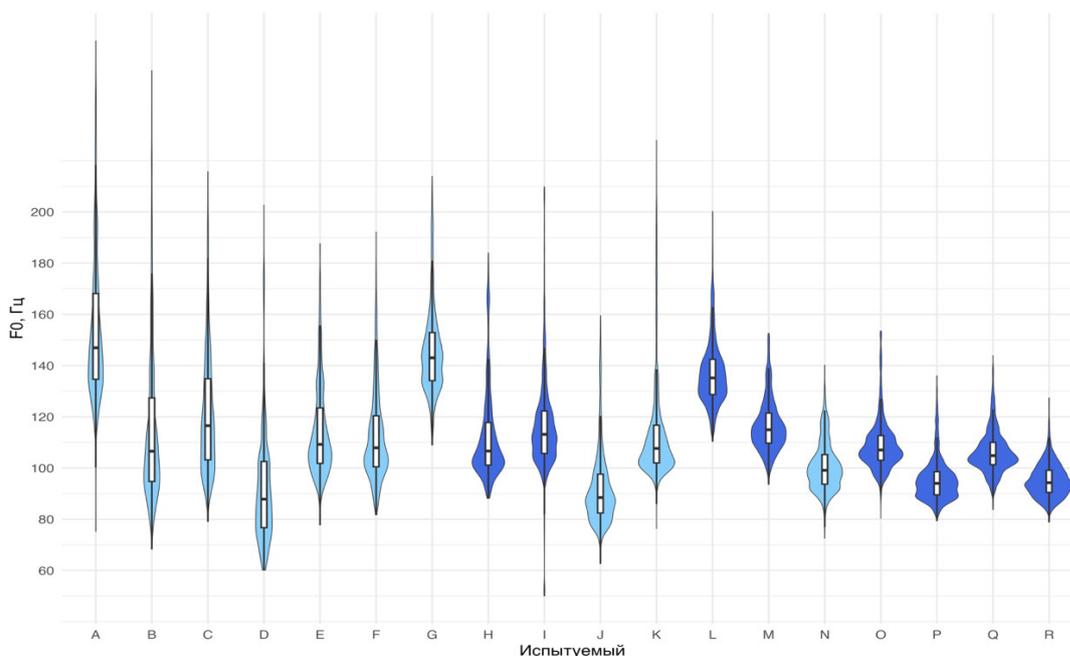


Рис. 1. Скрипичные диаграммы и диаграммы размаха значений F0 испытуемых

Мы сравнили значения мер изменчивости – стандартного отклонения, относительной вариативности¹ и межквартильного размаха – в группах с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни для сравнения двух несвязанных выборок. Во всех трех сравнениях различия оказались значимыми: MW = 11, p-value < 0.01 для стандартного отклонения; MW = 5, p-value < 0.01 для относительной вариативности; MW = 8, p-value < 0.01 для межквартильного размаха.

Таким образом, наша гипотеза о меньшем интонационном разнообразии пациентов с расстройствами шизофренического спектра подтвердилась.

Князев С.В., Пожарицкая С.К. Современный русский литературный язык: Фонетика, орфоэпия, графика и орфография: учеб. пособие для вузов. М.: Академический проект / Гаудеамус, 2011.

Compton M.T., Lunden A., Cleary S.D. et al. The aprosody of schizophrenia: Computationally derived acoustic phonetic underpinnings of monotone speech // Schizophrenia Research. 2018. № 197. P. 392-399.

Kruger J.L. Making meaning in AVT: Eyetracking and viewer construction of narrative // Perspectives: Studies in Translatology. 2012. № 20(1). P. 67-86.

Mouratai A., Dimopoulos N., Dimitriadis A. et al. Acoustic and Temporal Analysis of Speech for Schizophrenia Management // Engineering Proceedings. 2023. № 50(1). P. 13.

Rapcan V., D'Arcy S., Yeap S. et al. Acoustic and temporal analysis of speech: A potential biomarker for schizophrenia // Medical Engineering & Physics. 2010. № 32. P. 1074-1079.

VandenBos G.R. (ed.). APA dictionary of psychology (2nd ed.). Washington, DC: American Psychological Association, 2015.

¹ Относительная вариативность в F0 (relative variation in vocal pitch, метрика из Rapcan et al. 2010) равняется частному среднего и стандартного отклонения.

ШИРОКОМАСШТАБНАЯ СТРУКТУРА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Бородин Н.С.

(borodinik.s@gmail.com)

Кузнецов С.О.

(skuznetsov@hse.ru)

Громов В.А.,

(borodinik.s@gmail.com)

Данг К.Н.

(borodinik.s@gmail.com)

Коган А.С.

(borodinik.s@gmail.com)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

Работа В.А. Громова и А.С. Мигриной [Gromov, Migrina 2017] позволила взглянуть на естественный язык как на единую систему, относящуюся к классу самоорганизованнокритических систем. В настоящей работе предпринимается попытка исследовать геометрические свойства данной системы.

Появление и широкое распространение методов представления слов и n -грамм естественного языка в виде действительностнозначных векторов (*embeddings* в англоязычной литературе) в задачах машинного обучения позволило поставить задачу исследования характеристик языка как характеристик множеств его n -грамм в непрерывном векторном пространстве. Таким образом, исследование находится на стыке прикладной математики и лингвистики, носит, прежде всего, теоретический характер и призвано ответить на перечень вполне конкретных вопросов, возникающих при моделировании естественного языка как динамической системы.

Все вычислительные эксперименты, направленные на решение обозначенной задачи, проводились над различными языками: русским, английским, немецким, французским, вьетнамским.

Решение задачи, как видится авторам, представляет собой независимые исследования языка в двух ипостасях: статической и динамической. Первый подход подразумевает исследование первичных характеристик рассматриваемого геометрического объекта и включает:

Исследование внутренней размерности. При моделировании системы исследователь должен выбирать параметры реконструкции системы. В данном случае такими параметрами являются d – размерность пространства вложения и n – число слов в рассматриваемых n -граммах. Методы топологического анализа данных и математической статистики [3] позволяют оценить d . Формально, для заданного множества текстов естественного языка $\mathfrak{S} = (\Omega_1, \dots, \Omega_N)$ необходимо построить множества $\mathfrak{X}_n(d), n = 1..N, d = 1..D$. Далее для данного $n = k$ по множествам $\mathfrak{X}_k(d), d = 1..D$ определить внутреннюю размерность¹ множества k -грамм соответствующего естественного языка $k^* = f_i(\{\mathfrak{X}_k(d)\})$ с использованием различных подходов f_i . Результаты исследований в данном направлении продемонстрировали идентичность значений внутренней размерности для различных языков ($k^* \approx 9$ во всех случаях), а также выявили факт принадлежности структуры языков к классу фракталов (нецелые значения хаусдорфовой размерности).

Анализ топологии. При исследовании семантического пространства еще одним важным аспектом является изучение структуры пространства, т.е. ее топологии. Авторы предполагают, что в структуре языка могут появиться «дыры» и «пустоты» – гомологии 1-го и 2-го порядков. Такие объекты интересны, так как потенциально являются «скрытыми» на текущий момент областями языка. Для выделения гомологий выбрана фильтрация Вьеториса-Рипса [Chazal, Oudot 2013] над вложениями Такенса [Takens 1981] (эквивалентно рассмотрению n -грамм $\mathfrak{X}_n(d)$), при этом для сокращения вычислительной сложности было решено рассматривать гомологии до первого порядка включительно, т.е. H_0 – связные компоненты и H_1 – дыры. Примечательно, что распределения значений полученных признаков (числа Бетти $\{\beta_i\}$ – количества гомологий; амплитуды) визуально

¹ Понятие внутренней размерности определено в [Gromov et al.]. Читатель может интуитивно понять термин, обратившись к обыкновенной сфере: ее внутренняя размерность всегда равна 2 (поскольку можно однозначно определить точку на ее поверхности, используя два значения – ее широту и долготу), независимо от размера пространства вложения.

отличны для человеческих и искусственно сгенерированных текстов. Это наблюдение также подтверждается критерием Уилкоксона.

Второй подход, в свою очередь, предполагает исследование текстов, порожденных естественным языком как динамической системой, в качестве равномерных временных рядов. На данный момент авторами представлена всего одна задача, отвечающая данному подходу:

Тест на хаотичность. Язык как самоорганизованнокритичная система [Gromov, Migrina 2017] должна порождать ряды (тексты), относящиеся к категории динамического хаоса. В работе [Rosso et al. 2007] предложен метод¹, позволяющий отличать хаотические ряды, с одной стороны, от простых детерминированных процессов, с другой стороны, от стохастических процессов. Помимо подтверждения основной гипотезы (ряды действительно хаотические), метод позволил также оценить оптимальные значения ранее упомянутых параметров n и d . Так, авторы полагают, что достаточно малые n и d , для которых большинство текстов, по-видимому, принадлежат к области чисто случайных процессов (согласно позиции на плоскости «энтропия-сложность»), больше не отражают природу текстов. С другой стороны, поскольку траектории литературных произведений ограничены по размеру, невозможно достоверно оценить энтропию и сложность для очень больших значений n и d . Это определяет нижнюю и верхнюю границы значений параметров, соответственно. С основными результатами по данному направлению читатель может ознакомиться в [Gromov, Dang 2023].

Результаты исследования демонстрируют потенциал применения методов теории информации, кластеризации, а также топологии в задаче изучения и моделирования естественного языка.

Финансирование работы

Тезисы подготовлены по стратегическому проекту «Устойчивый мозг: нейрокогнитивные технологии адаптации, обучения, развития и реабилитации человека в изменяющейся среде» по программе развития НИУ ВШЭ в рамках участия в программе Минобрнауки России «Приоритет-2030». Программа «Приоритет-2030» реализуется в рамках национального проекта «Наука и университеты».

Chazal F., Oudot S.Y. *Interleaved Filtrations: Theory and Applications in Point Cloud Data Analysis*. In: Nielsen, F., Barbaresco, F. (eds). *Geometric Science of Information. GSI 2013. Lecture Notes in Computer Science*. 2013. V. 8085. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-40020-9_65.

Gromov V.A., Migrina A.M. *A Language as a Self-Organized Critical System // Hindawi Complexity*. Vol. 2017, ArticleID 9212538, 7 p.

Gromov V.A., Borodin N.S., Yerbolova A.S. *A Language and Its Dimensions: Intrinsic Dimensions of Language Fractal Structures // Hindawi Complexity [ArXiv preprint, under review: doi: 10.48550/arXiv.2311.10217]*.

Gromov V.A., Dang Q.N. *Semantic and sentiment trajectories of literary masterpieces // Chaos, Solitons & Fractals*. 2023. V. 175. № 1. Article 113934.

Rosso O.A., Larrondo H.A., Martin M.T., Plastino A., Fuentes M.A. *Distinguishing noise from chaos // Physical review letters*. 2007. V. 99. № 15. P. 154102.

Takens F. *Detecting strange attractors in turbulence // Dynamical Systems and Turbulence. Lecture Notes in Mathematics*, 1981. P. 366-381.

¹ Метод базируется на понятии порядковых паттернов (ordinal patterns), и для каждой такой порядковой структуры оценивается вероятность ее появления с последующим вычислением характеристик из теории информации – энтропии Шеннона и сложности. Данные метрики соотносят текст с точкой на плоскости, при этом ее расположение относительно теоретических границ определяет тип ряда. Точки, соответствующие стохастическим процессам, расположены ближе к нижнему правому углу (высокая сложность и низкая энтропия), детерминированные процессы расположены в левом нижнем углу (низкие сложность и энтропия), хаотические процессы дают точки, близкие к вершине кривой верхней теоретической границы [Gromov, Dang 2023].

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ТИФЛОКОММЕНТИРОВАНИЯ (АУДИОДЕСКРИПЦИИ) КАК ВИДА ИНТЕРСЕМИОТИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Борщевский И.С.

(ivan.borshchevsky@avtranslation.ru)

Пятигорский государственный университет (Пятигорск, Россия)

Как отмечают многие авторы [Ваньшин, Ваньшина 2011, с. 7-8; Лозинская, Демчук 2014, с. 102; Моргачева 2020, с. 14], современная история аудиодескрипции, как способа адаптации контента для людей с нарушением зрения, началась с усилий американского профессора Грегори Фрейзера (Gregory Frazier; в труде С.Н и О.П. Ваньшиных его фамилия неверно транскрибирована как Фрезир) в 1970-х гг.

Однако тщательный анализ литературы показывает, что первые специализированные киносеансы для незрячих начались гораздо раньше. Сам Фрейзер в магистерской диссертации, защищенной в 1975 году [Frazier 1975, p. 22], сообщает, что еще до его экспериментов, 20 августа 1974 года состоялся кинопоказ эпизода из сериала Star Trek под названием «Is There in Truth No Beauty?», с подготовленными пояснениями для незрячей аудитории.

Газета The New York Times от 28 августа 1929 года опубликовала заметку о первом известном на настоящее время мероприятии со словесным комментарием для слепых: «Вчера вечером в театре «Модерн» более ста членов Нью-Йоркской ассоциации слепых и Нью-Йоркской лиги слабослышащих посетили специальный показ говорящего кинофильма «Бульдог Драммонд» (Bulldog Drummond). Комментатор объяснял слепым визуальную информацию в паузах между диалогами. Похоже, незрячим фильм понравился, особенно его комедийная часть, и в конце сеанса раздались продолжительные аплодисменты. Это, вероятно, первая говорящая картина, когда-либо показанная специально для слепых» [The New York Times 1929].

В 1933 году кинокомпания Gaumont British Picture Corporation провела ряд демонстраций фильма «I Was a Spy с синхронным тифлокомментированием в разных городах Великобритании. Например, в Эдинбурге (Шотландия) «для показа использовался обычный фильм, но в зале стояла будка, в которой находился комментатор. Оттуда он мог видеть фильм, и в паузах между репликами он описывал, что происходит на экране» [The Scotsman 1933].

Однако в России проблема словесного описания фильмов для слепых была поднята еще раньше незрячим педагогом, журналистом и музыкантом Александром Белоруковым. В ноябре 1912 года в журнале «Слепец» он опубликовал статью «Кинематограф и слепые». Она посвящена труду незрячих пианистов-иллюстраторов, работавших в кинематографе. Один из разделов статьи называется «Пересказывание картин». А. Белоруков отмечает, что «опытные слепцы обыкновенно имеют около себя зрячего, который, сидя рядом с музыкантом, пересказывает ему то, что показывается на экран, благодаря чему слепой бывает в состоянии согласовать свою музыку с картиной. Способ пересказывания картин есть своего рода изобретение слепых музыкантов» [Белоруков 1912, с. 176; Borshchevsky, Kozulyaev 2022, с. 581].

В качестве предшественников современных тифлокомментаторов можно назвать кинолекторов и кинодекламаторов, которые описывали зрителям происходящее на экране и/или озвучивали реплики героев. А первый сеанс «синхронного интерсемиотического перевода», по Ю. Цивьяну, состоялся в 1898 году во время гастролей представителей фирмы «Льюмьер» по югу Российской Империи [Цивьян 1991, с. 274].

Таким образом, первые попытки словесного описания для незрячих предпринимались гораздо раньше общепризнанной даты и изучение опыта ранних тифлокомментаторов позволит повысить качество современных тифлокомментариев.

Финансирование работы

Публикация выполнена в рамках научного проекта «Разработка лингвистических принципов и проектирование технических решений для создания прототипа нейросети для сопровождения аудиодескрипции» по Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ (ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», проект № 1022100500014-8-6.2.1, науч. рук. – канд. филол. наук, проф. А.В. Раздубев).

Белоруков А. Кинематограф и слепые // Слепец. 1912. № 11. С. 173-178.

Ваньшин С.Н., Ваньшина О.П. Тифлокомментирование, или словесное описание для слепых: Инструктивно-методическое пособие. М., 2011. 62 с.

Лозинская О.В., Демчук А.Б. Информационные технологии для незрячих и неслышащих людей // Наука и мир. 2014. № 1(5). С. 102-104.

Моргачева Е.Н. Тифлокомментирование как современная форма включения лиц с нарушениями зрения в социокультурное пространство // Проблемы современного педагогического образования. 2020. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tiflokommentirovanie-kak-sovremennaya-forma-vklyucheniya-lits-s-narusheniyami-zreniya-v-sotsiokulturnoe-prostranstvo> (дата обращения: 23.03.2024).

Цивьян Ю.Г. Историческая рецепция кино: Кинематограф в России, 1896-1930. Рига: Зинатне, 1991. 492 с.

Borshchevsky I., Kozulyaev A. Audio description in Russia // The Routledge Handbook of Audio Description. Routledge, London, 2022. P. 571-595.

Frazier G. The Autobiography of Miss Jane Pittman: An All-Audio Adaptation of the Teleplay for the Blind and Visually Handicapped. Thesis-M.A.: San Francisco State University, 1975. 116 p.

The New York Times. Blind and Deaf At Movie. One Hundred Applaud Talking Film at Special Showing. 1929. URL: <https://www.nytimes.com/1929/08/28/archives/blind-and-deaf-at-movie-one-hundred-applaud-talking-film-at-special.html> (дата обращения: 23.03.2024).

The Scotsman. Blind Persons at the Cinema. 1933. 29 November, 17.

СВЯЗЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ С НАХОЖДЕНИЕМ ОБЩЕГО В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ СТИМУЛАХ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Букинич А.М.

(aleksey.bukinich@mail.ru)

ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии ДЗМ» (Москва, Россия)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

В классической Луриевской нейропсихологии выделяется четыре группы нарушений мышления, протекающие на фоне известных синдромов сенсорной, акустико-мнестической, семантической и динамической афазий [Хомская, 2005, с. 149-152]. При этом не исследуется связь, например, между особенностями зрительного восприятия и мышлением как высшей психической функцией (ВПФ). Каждая ВПФ как функциональная система состоит из различных звеньев. Можно ожидать, что и другие функции, группы функций, выделяемые в нейропсихологическом обследовании условно нормативных респондентов (чья психическая деятельность не нарушается по типу определенного классического синдрома) окажутся связаны с реализацией мыслительной деятельности. Поэтому целью настоящей работы является поиск связи между результатами нейропсихологического обследования и успешностью осуществления мыслительного процесса нахождения общего (на материале последовательности стимулов, предъявляемых в зрительной и слухоречевой модальностях).

В исследовании приняло участие 32 учащихся 2-го и 3-го классов (средний возраст 9,32), 13 девочек, не имевших диагностированных нарушений развития. Все дети проходили нейропсихологическое обследование с количественной оценкой выполнения методик [Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет, 2016], на основании которого вычислялись интегральные показатели (индексы), отражающие состояние 1) функций программирования, регуляции и контроля, 2) функций переработки слухоречевой информации, 3) функций переработки зрительно-пространственной информации, а также 4) проявление утомляемости-замедленности психической деятельности и 5) проявления гиперактивности-импульсивности.

Также каждый ребенок проходил экспериментальную методику, где его задачей выступил поиск общего в последовательно предъявляемых стимулах. Данная методика состояла из двух версий, в обеих стимулы предъявлялись автоматически при помощи компьютера. Первая версия была направлена на поиск общего в зрительных стимулах в виде карточек, предъявляемых в программе Microsoft PowerPoint. На карточках изображались фигуры, (целевыми) признаками для их объединения или различения выступили форма (крест, квадрат, треугольник или круг), количество – одна или две (идентичных) фигуры, окрашенность либо ее отсутствие (есть только контур фигуры). Вторая версия методики была направлена на поиск общего в слухоречевых стимулах в виде уравненных по частотности существительных, предъявляемых в программе Windows Медиаплеер. В качестве целевых признаков выступили первая буква, количество слогов (один или два), число (единственное или множественное). Каждая версия методики содержала 5 серий по 30 стимулов, в первой у стимулов был только один общий признак, во второй, третьей и четвертой – два (сочетания признаков не повторялись), в пятой – три общих признака. Количество слогов и число оказались частично связанными признаками, поэтому с целью балансировки версий методики для серий слов во множественном числе, где всегда было 2 слога (в русском языке нет существительных из одного слога во множественном числе) создавалась аналогичная связь в зрительных сериях: 2 фигуры всегда были закрасены. Длительность предъявления зрительных стимулов – 0,85 сек, слуховых – в среднем 0,85 сек, межстимульный интервал 1 сек в обеих версиях. Фиксировались время прохождения каждой серии (ограничено длительностью предъявления 30 стимулов), количество верных и неверных ответов (включая пропуски). На основании этих данных для каждой серии вычислялся показатель продуктивности по методу «Rate-correct score» [Liesefeld, Janczyk 2019]: в числителе находилась доля правильных ответов в серии, а в знаменателе – время, затраченное ребенком на прохождение серии. Данные показатели затем суммировались для 5 серий каждой версии с целью вычисления общего показателя продуктивности прохождения зрительной или слухоречевой версии методики.

Был осуществлен корреляционный анализ результатов, использовался коэффициент кор-

реляции Спирмена в силу ненормального распределения интегральных показателей результатов нейропсихологического обследования. Также проводился регрессионный анализ, где результаты нейропсихологического обследования в совокупности рассматривались как предикторы продуктивности нахождения общего. Расчеты проводились в программе Jamovi версии 2.3.21.

Продуктивность нахождения общего в последовательности слухоречевых стимулов оказывается значимо связана с состоянием функций программирования, регуляции и контроля (ПРК) – $R=-0.296$ ($p=0.05$), и функциями переработки слухоречевой информации (СР) – $R=-0.301$ ($p=0.047$). Продуктивность нахождения общего в последовательности зрительных стимулов оказалась также значима с ПРК – $R=-0.344$ ($p=0.027$), СР – $R=-0.528$ ($p<0.001$), функциями переработки зрительно-пространственной информации (ЗП) – $R=-0.369$ ($p=0.019$). Корреляции отрицательные, т.к. повышение значения результатов нейропсихологического обследования говорит об ухудшении состояния оцениваемых функций, тогда как возрастание показателя продуктивности говорит о более успешном нахождении общего. Для предсказания продуктивности нахождения общего в последовательности слухоречевых стимулов по данным F-теста ($p=0.024$) оказалась пригодна только модель с единственным предиктором – СР ($R^2=0.158$). Для аналогичного предсказания в случае со зрительными стимулами в итоговую модель со значимым по F-тесту соответствием данным ($p=0.026$) вошли параметры ПРК, СР и ЗП ($R^2=0.277$). Однако заметим, что возможно включение в последнюю модель только СР или ПРК. Практически не обнаруживая мультиколлинеарности по коэффициенту инфляции дисперсии ($VIF<1.5$), они объясняют сходную долю дисперсии.

Связь регуляторных функций и функций переработки слухоречевой информации с продуктивностью нахождения общего в обеих модальностях говорит о значимой роли данных функций в реализации процесса обобщения. Данный результат полностью согласуется с данными классической нейропсихологии, где нарушения мышления рассматриваются относительно дисфункции программирования, регуляции и контроля, а также нейропсихологических факторов, связанных с речевой функцией. Также обнаружена специфическая связь функций переработки зрительно-пространственной информации с продуктивностью реализации процесса обобщения в зрительной модальности, что говорит в пользу роли модальности в реализации мыслительной деятельности. Однако наибольшего внимания и осмысления требует более сильная связь функций переработки слухоречевой информации с продуктивностью нахождения общего в зрительной модальности (средняя связь) по сравнению со связью с продуктивностью нахождения общего в собственно слухоречевой модальности (слабая связь). Возможным объяснением является то, что обобщение в слухоречевой модальности является более сложной формой обобщения: слово само по себе является обобщением, а в соответствующем задании нужно было осуществить как бы обобщение второго порядка – выделить общее в обобщении. Данный результат, безусловно, требует дальнейшего исследования и обсуждения.

Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет / Под общ. ред. Т.В. Ахутиной. М.: В. Секачев, 2016. 280 с.

Liesefeld H.R., Janczyk M. Combining speed and accuracy to control for speed-accuracy trade-offs (?) // Behavior Research Methods. 2019. T. 51. С. 40-60.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОПЫТА КАК СПОСОБ КОМПЛЕКСНОГО НЕФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА

Булава А.И.

(bulavaai@ipran.ru),

Александров Ю.И.

(yuraalexandrov@yandex.ru)

*Лаборатория психофизиологии имени В.Б. Швыркова,
Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)*

Будут обсуждены результаты взаимосвязанных работ по изучению особенностей системного обеспечения разных, отчасти оппонентных, форм поведения (достижение/избегание; approach/withdrawal), с достижением целей которых связаны биохимические каскады, в том числе для организации действий, что опосредует метаболическое обеспечение аллостаза [см. Alexandrov & Pletnikov 2022]. Системогенез, обеспечивающий выживание формирует фенотипию с ранних этапов онтогенеза. С этих позиций может быть рассмотрена плацентация, в процессе которой клеточный сигналинг в хорионе обеспечивает ангиогенез эмбриофетального периода. Постнатально формирующееся поведение может быть описано с использованием таких психологических конструктов, как эмоциональная валентность (достижение(+)/избегание(-)). Эмоции связаны с наиболее онтогенетически ранними и низкодифференцированными уровнями организации поведения и присуще как высокоразвитым, так и примитивным организмам, а валентность эмоций связана здесь с актуализацией разных доменов индивидуального опыта: достижения или избегания. Отметим, что выраженность стрессового компонента является определяющим фактором, обуславливающим отличия адаптаций в ситуациях, требующих избегания [обзор данной проблемы см. в Alexandrov et al. 2007]. Интенсивный и/или хронический стресс может привести к долгосрочным изменениям на нейроэндокринном и морфофункциональном уровнях, потенцировать нейровоспаление и стресс-индуцированные расстройства. При этом системное неспецифическое воспаление, опосредованное стрессреализующей системой, лежит в основе этих эффектов. Показана роль медиаторов воспаления в повреждении и гибели нейронов и глии в острых (инсульт, травма и т.д.) и хронических (напр., болезни Альцгеймера и Паркинсона) патологиях, а также таких расстройствах, как депрессия, посттравматическое стрессовое расстройство, биполярное расстройство, шизофрения. Более детальное понимание патофизиологии этих расстройств, синергетический эффект доклинических и клинических исследований стрессовой психопатологии необходимы для разработки новых физиологически обоснованных методов терапии.

Ранее в наших работах было показано, что в условиях острого/хронического стресса наблюдается значимое снижение количества вовлекаемых в новое поведение нейронов коры (экспрессирующих ген *c-fos*) и значимое повышение экспрессии *c-fos* в ряде подкорковых зон (таламуса, гипоталамуса и амигдалы), а также показано неравномерное вовлечение нейронов разных слоев неокортекса. Так, основной объем вовлекаемых в адаптацию нейронов коры переднего мозга (Cg) содержится в V и VI слоях, тогда как в каудальных зонах (RSD) – в I–IV слоях. Также продемонстрирована значимая связь фактора индивидуальных различий, выявляемых с помощью поведенческого фенотипирования исходного состояния, и числом нейронов структур разного филогенетического возраста, вовлекаемых в обеспечение системогенеза. Показано, что тревожность и исследовательская активность связаны с избирательными изменениями количества Fos экспрессирующих нейронов в глубоких и поверхностных слоях ретроспленальной коры, но не с суммарным количеством таких нейронов всех слоев этой области коры (I–VI). Эффективность «поведенческих вмешательств» у людей демонстрируют многочисленные исследования. Показано, что физическая активность, а также сочетание физических и когнитивных нагрузок могут сказываться на протекании общеорганизменных процессов, например опосредовать противовоспалительные эффекты и снижать возрастную нейродегенерацию, даже если «поведенческие вмешательства» начаты в преклонном возрасте.

Мы утверждаем, что системогенез при формировании нового поведения, связан с характеристиками того домена опыта, системы которого актуализируются в данной ситуации, поэтому мозговое обеспечение формируемого поведения оказывается зависимым от актуализуемого домена

опыта: избегания или достижения. Основными задачами описываемых ниже работ, является установление степени и характера вовлечения мозговых структур разного фило- и онтогенетического возраста (определяемого на основании цитоархитектоники и организации структур в сопоставлении с данными об их эволюционно-морфологическом становлении) в обеспечение поведения, направленного на достижение и избегание. А также определение потенциала комплексного нефармакологического воздействия, заключающегося в формировании и актуализации различных типов поведения (т.е. домен-специфического опыта) на состояние организма, включая отсроченные эффекты такого воздействия. Работы проводятся на животных (крысы породы Long-Evans обоих полов), которых обучают внешне сходному инструментальному поведению, отличающемуся только мотивацией: нажатие на педаль для избегания боли; нажатие на педаль для получения пищи. Оцениваются параметры реализации дефинитивного поведения, неврологический статус, уровни про- и противовоспалительных факторов, а также прогнозируемая продолжительность жизни. Совместно с первым МГМУ им. И.М. Сеченова и ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского для выявления эффектов формирования и реализации разных типов поведения, в том числе превентивных эффектов, проводится серия экспериментов с обучением навыкам достижения/избегания животных с интракраниально имплантированной опухолью в зону префронтальной коры одного полушария мозга и сохранением второго полушария как условно интактного. В работе применяются тканевые модели перевиваемых опухолей глиобластомы 101/8 и анапластической астроцитомы 15-47, а также клеточной линии глиобластомы С6, обладающих уникальными характеристиками, включая разную чувствительность клеточных элементов к глюкокортикоидам (медиаторы стресс-реализующей системы). Показатели нейровоспаления (уровни про- и противовоспалительных факторов), дифференцировки клеток опухоли, пролиферативной активности, апоптоза в тканях мозга животных соответствующих групп, как и степень вовлечения нейронов в поведение, выявляются на криогенных срезах мозга с использованием непрямой иммуногистохимии с пероксидазным окрашиванием (поддержано грантами РФ № 22-18-00435ОНГ и № 3-18-00801ОНГ). Изучение течения патологического процесса в ситуациях приобретения и реализации различных поведенческих навыков может позволить оценить степень и характер вовлечения элементов, находящихся в зоне развития патологического процесса, в общеорганизменные системы, а также влияния поведенческих (нефармакологических) воздействий на локальные процессы.

Финансирование работы

*Текст и доклад подготовлены в рамках госзадания Минобрнауки РФ
(№ 0138-2024-0013), ИП РАН.*

Alexandrov Y.I., Klucharev V.A., Sams M. Effect of emotional context in auditory-cortex processing // International journal of psychophysiology. 2007. № 65(3). P. 261-271. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2007.05.004.

Alexandrov Y.I., Pletnikov M.V. Neuronal metabolism in learning and memory: the anticipatory activity perspective // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 2022. № 137. P. 104664. doi: 10.1016/j.neubiorev.2022.104664.

ИНКУБАЦИОННЫЙ ПЕРИОД ПРИ РЕШЕНИИ ДИВЕРГЕНТНЫХ ЗАДАЧ: ПРОВЕРКА ПРЕДСКАЗАНИЙ МОДЕЛИ ОСОЗНАНИЯ

Валуева Е.А.
(ekval@list.ru)

Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Инкубацией называют перерыв в процессе решения задачи, в результате которого поиск ответа на задачу существенно облегчается. Наиболее правдоподобные объяснительные модели механизмов инкубационного периода – модель селективного забывания (или гипотеза забывания фиксаций) и модель бессознательной работы. Мы предлагаем альтернативную модель инкубационного периода – модель осознания. Согласно этой модели роль инкубационного перерыва заключается не в обнаружении решения, а в его осознании. Модель осознания предполагает, что инкубация будет успешна только в тех случаях, когда решение задачи возникло до инкубационного перерыва, но осознание этого решения затруднено. Результаты наших исследований показывают, что непосредственно в процессе инкубации не происходит изменение активации элементов, связанных с решением [Валуева, Лаптева 2017; Valueva, Lapteva 2020]. При этом инкубация происходит только в том случае, если искомый ответ преактивирован и готов к извлечению, но существует фиксация, препятствующая его обнаружению [Валуева 2016]. В наших предыдущих исследованиях для преактивации одного ответа и фиксации испытуемого на другом были использованы анаграммы с двумя вариантами ответов. Мы предъявляли испытуемым анаграмму и один вариант ответа и в специальном исследовании показали, что второй вариант ответа на анаграмму активируется, но становится труднодоступным для осознания в связи с фиксацией на предъявленном ответе. Именно для таких преактивированных ответов наблюдается инкубационный эффект.

В данном исследовании мы предположили, что этот эффект можно продемонстрировать не только на материале конвергентных задач с одним решением (анаграммы), но и на материале дивергентных задач (с множеством решений).

С помощью процедуры предварительного решения анаграмм мы активировали у испытуемых 2 типа ответов на тест Необычное использование – близкие ассоциации и далекие ассоциации. С помощью близких ассоциаций мы создавали у испытуемых фиксацию на наиболее распространенных способах использования спички. При помощи далеких ассоциаций, где связь со спичкой неочевидна, мы создавали преактивацию возможных решений, предполагая, что именно эти решения будут «вызреть» в процессе инкубации.

На первом этапе испытуемые решали анаграммы. Часть испытуемых решали анаграммы с зашифрованными далекими и близкими ассоциациями (группа с фиксацией), часть – без (группа без фиксаций). На втором этапе испытуемым предлагалось выполнить тест Необычного использования. Испытуемые случайным образом были разбиты на 2 группы. Одна группа выполняла тест с инкубационным перерывом, другая – без. Группу с инкубационным перерывом просили придумать необычные способы использования спички в течение 3 минут, потом испытуемые выполняли тест на пространственный интеллект, после этого возвращались к тесту Необычное использование еще на 2 минуты. Группа без инкубации придумывала необычные способы использования спички в течение 3 минут, а потом сразу еще в течение 2 минут.

Для проверки основной гипотезы был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, где зависимой переменной был процент ответов, соответствующих далеким ассоциациям, независимыми – решение анаграмм с фиксациями или без фиксаций и наличие/отсутствие инкубации. Для контроля в качестве ковариаты использовался процент ответов, соответствовавших далеким ассоциациям на первом этапе. Было выявлено значимое взаимодействие факторов наличия фиксаций и наличия инкубации ($F(4, 246) = 4.19, p = 0.042$), свидетельствующее о том, что в случае преактивации далеких ассоциаций, наличие инкубационного периода способствует извлечению этих ассоциаций. Для близких ассоциаций такого эффекта обнаружено не было ($F(4, 246) = 2.17, p = 0.142$) (см. рис. 1 и 2).

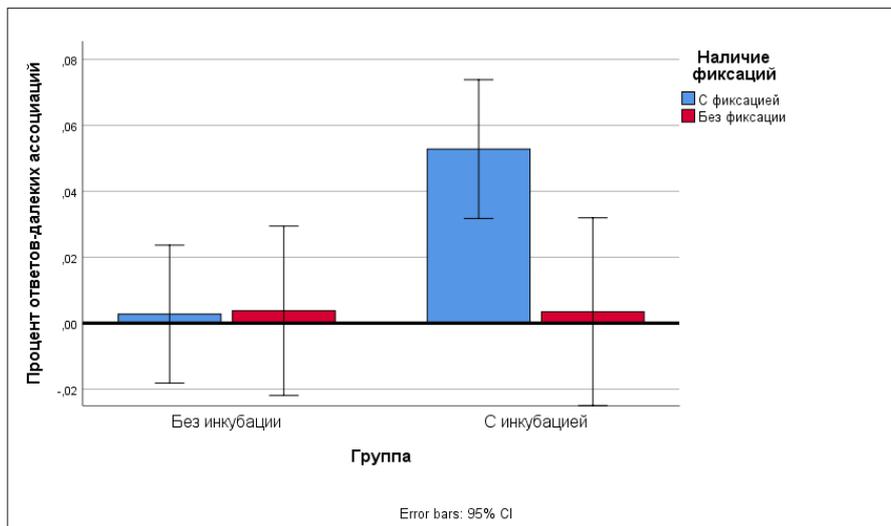


Рис. 1. ANCOVA для далеких ассоциаций на 2-м этапе

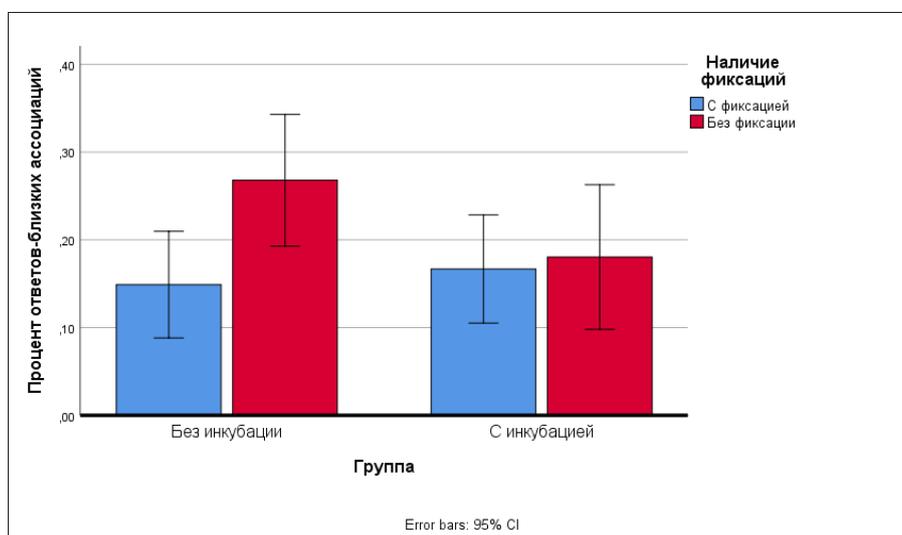


Рис. 2. ANCOVA для близких ассоциаций на 2-м этапе

Таким образом, в соответствии с нашими ожиданиями, эффект инкубации проявился именно для далеких ассоциаций. Стоит отметить, ни один испытуемый не смог явным образом осознать связь между двумя этапами эксперимента (решением анаграмм и генерированием способов использования спички), что свидетельствует о неосознаваемом характере участвующих процессов.

Финансирование работы

Исследование поддержано РНФ, проект № 23-18-01059.

Валуева Е.А. Роль инкубационного периода в решении задач // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2016. Т. 13. № 4.

Валуева Е.А., Лаптева Н.М. Механизмы инкубации в решении задач: проверка модели осознания // Когнитивная наука в Москве: новые исследования: материалы конференции 15 июня 2017 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М.: ООО «Буки Веди», ИППуП, 2017. С. 59-63.

Valueva E.A., Lapteva N.M. Do we need to forget fixations to incubate? A paradox of the forgetting fixation theory // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. 2020. V. 17. № 4. P. 677-691.

ИСКАЖЕНИЯ МЕНТАЛЬНОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ТЕЛА ПОСЛЕ СЕРИИ ПОГРУЖЕНИЙ В VR

Варламов А.В.
(vrlmv@vav62.ru)

*Лаборатория психологии способностей и ментальных ресурсов
им. В.Н. Дружинина Института психологии Российской академии наук*

Анализ современной научной литературы позволяет говорить о резком росте интереса исследователей к изучению особенностей прикладного использования VR после начала широкого распространения VR гарнитур потребительского назначения в 2016-2017 годах. При проведении экспериментальных исследований авторы зачастую останавливаются на этапе описания частных аспектов поведения респондентов и не предпринимают попыток описать общие механизмы адаптации психики человека к условиям погружения [2,3,4]. Можно сказать, что на данный момент мы не имеем теоретических основ для описания психических феноменов в VR. Следовательно, нет возможности с уверенностью говорить о границах безопасного и эффективного использования данной технологии в работе с человеческим сознанием.

Погружение в VR отличается от работы с обычным компьютером степенью вовлеченности движений тела человека. Кроме того, в VR цифровые сенсорные стимулы оказывают более непосредственное и комплексное воздействие на органы-рецепторы человека. Иными словами, используется не только ментальное, но и телесное погружение человека. Данный факт побуждает нас предположить, что описание механизмов искажения восприятия собственного тела в VR должно стать опорной точкой в формулировании теории общей психической адаптации человека к условиям VR.

Для исследования был выбран конструкт ментальной репрезентации собственного тела, как объединяющий процессуальные и структурные компоненты перцептивного искажения [7]. В исследовании мы преследовали 2 основные задачи: установить специфику искажений ментальной репрезентации тела (1) и выявить их воспроизводимость и закрепляемость в серии краткосрочных VR-погружений (2).

Добровольцы для участия в исследовании выбраны среди студентов ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. изъявили желание участвовать в исследовании 40 человек (36 Ж и 4 М). Мужчины (4) и женщины старше 20 лет (4) были исключены из финальной выборки для поддержания ее гомогенности. Итоговую выборку составили 32 женщины, ср возраст 19.15 ± 0.68 лет.

В качестве VR-среды для погружения использовалось популярное приложение Beat Saber VR [1]. Данные о ментальной репрезентации собственного тела респондентами до и после погружений получены с помощью варианта теста «Промеры по М. Фельденкрайзу» в адаптации И.О. Соловьевой. Экспериментальный дизайн включал серию из 5 измерений ментальной репрезентации размеров тела (1 и 5 измерения были однократными контрольными, измерения 2,3 и 4 были двукратными до-после и сопровождалась 15-минутными погружениями в динамичную VR). Был произведен анализ трендов полученных относительных искажений для каждой из включенных в измерение частей тела. На основании рядов данных, тренды искажения которых имели высокий уровень аппроксимации, построены одномерные линейные модели (ОЛМ) для повторяющихся измерений.

Установлено 8 (из 15) измерений, тренды искажения для которых имели высокий уровень аппроксимации ($R^2 > 0,80$). Среди них – размеры верхних конечностей (длина предплечья, длина плечевой кости, длина запястий), корпуса (длина туловища, ширина груди, ширина таза) и нижних конечностей (длина бедер и голени, длина стоп). Все установленные тренды могли быть описаны нисходящей логарифмической закономерностью, т.е. в начале серии погружений ментальная репрезентация размеров собственного тела среди респондентов была значительно преувеличена, однако с каждым следующим погружением относительное искажение уменьшалось, приближаясь к физически адекватному восприятию. Построение ОЛМ установило 5 трендов с высоким уровнем значимости различий между измерениями – к ним относятся такие параметры, как длина туловища, ширина груди, ширина таза, длина бедра и длина голени. Следует отметить, что данные части тела в меньшей степени были задействованы респондентами в процессе погружения.

Таким образом, был сформулирован ряд выводов: ментальная репрезентация большей части размеров тела респондентов стала меньше в ходе эксперимента (1); значимые искажения по

ходу эксперимента в большинстве характерны для размеров корпуса и ног согласно построенным ОЛМ (2); учитывая специфику игры Beat Saber VR (активные действия кистями рук), мы считаем, что это подчеркивает адаптационную избирательность и различную значимость отдельных частей тела при погружении в VR (3). Иными словами, деятельность респондентов с оглядкой одновременно на условия VR и сохранные ощущения из физической реальности (проприоцепция и тактильность), а также различия в степени вовлеченности частей тела с точным трекингом (голова и руки) и без него (корпус и ноги), приводят к задействованию принципиально разных механизмов искажений восприятия респондентами собственного тела при погружении.

Полученные данные приближают нас к пониманию механизма психической адаптации человека к VR. Они будут использованы в дальнейших исследованиях восприятия человека во время погружения в VR-среды.

Соловьева И.А. Кто мы на самом деле? О бессознательном образе тела. М.: Институт консультирования и системных решений, 2017. 216 с.

Чуприкова Н.И. Психология умственного развития: принцип дифференциации. М.: АО «Столетие», 1997. 478 с.

Beat Saber – VR rhythm game. URL: <https://beatsaber.com> (дата обращения: 03.02.2024).

Lohmann J. et al. How Deep Is Your SNARC? Interactions Between Numerical Magnitude, Response Hands, and Reachability in Peripersonal Space // Frontiers in Psychology. 2018. № 9.

Normand J.-M. et al. Multisensory Stimulation Can Induce an Illusion of Larger Belly Size in Immersive Virtual Reality // PLOS ONE. 2011. № 1 (6). P. e16128.

Porssut T. et al. Reaching articular limits can negatively impact embodiment in virtual reality // PLOS ONE. 2022. № 3 (17). P. e0255554.

Varlamov A.V. Body Sizes Mental Representations Distortions during VR Immersions // Natural Systems Of Mind. 2022. V. 2. № 3.

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ВОПРОСА В МЫШЛЕНИИ

Васюкова Е.Е.

(katevass@yandex.ru)

Факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

В психологии мышления эвристики изучались в разных подходах (целостном, деятельностном, когнитивном). Наибольший интерес представляет исследование эвристик в школе О.К. Тихомирова, который пытался выявить специфику именно человеческого мышления, творческого мышления и изучал механизмы, регулирующие степень развернутости и направление поиска решения задачи. В кибернетической литературе эти механизмы и называют эвристиками [Васюкова 2020].

В школе О.К. Тихомирова был осуществлен прорыв в изучении эвристик – выявлена эвристическая функция эмоций, введены новые единицы анализа мышления эвристической природы – операциональные смыслы, показана неоднородность эвристик, несводимость эвристик человека к эвристикам вычислительных машин, дан перечень эвристических принципов [Васюкова 2020].

Понятие «эвристика» в школе О.К. Тихомирова рассмотрено как **единство разных определений (критерии сокращения поиска в пространстве большого количества альтернатив; механизмы, регулирующие степень развернутости и направление поиска решения задачи; правила, закономерности, которым подчиняется поведение при решении задач; искусство решать задачи).**

Нами дополнительно к тихомировским сформулированы несколько эвристических принципов: а) принцип функционального развития познавательной потребности и становления ее личностной чертой, что определяет особенности ситуативного порождения познавательной потребности, возврат к решению в ситуации прерывания на основе познавательной потребности, креативность и диалогичность мышления; б) принцип обеспечения эмоций сомнения, приводящих к разрушению собственных стереотипов и смене зоны поиска; в) принцип внушения образа великой личности, снимающего личностные барьеры.

С нашей точки зрения, **особенности мышления шахматных экспертов можно рассматривать как эвристические принципы, как некие рабочие правила решения задач, упрощенные стратегии, ускоряющие нахождение решения, но не гарантирующие его.** К числу этих особенностей относятся, в частности, широта и глубина зоны ориентировки, переобследования (включение элементов в новые системы отношений), оценки вариантов, включая оценки неопределенности возникающих позиций, задавание вопросов, и вопроса «что?» прежде, чем вопроса «как?» [Васюкова 2020].

Связь эвристик с вопросами отмечал уже К. Дункер. Именно ему принадлежит первое упоминание эвристик в психологии мышления. Он рассматривал эвристики как путь решения. Выделял две эвристики – «анализ ситуации» (материала и конфликта) и «анализ цели», каждая из которых отражалась в вопросах: почему не получается? (анализ конфликта); что можно использовать? (анализ материала); что я хочу, без чего я могу обойтись? (анализ цели).

Развитие идей гештальтпсихологов привело к акцентированию роли вопроса, в котором стали усматривать продуктивные регулирующие функции [Васюкова 2020]. Вопрос стали понимать не только как компонент рефлексии [Зарецкий, Семенов 1980], но и как компонент вопрос-ответного цикла в диалоге [Кучинский 1982].

Н.Б. Шумакова отмечала, что вопрос – исходное звено познавательного процесса, первый признак начинающейся работы мысли и зарождающегося понимания [Шумакова 1984]. Согласно Н.Б. Шумаковой, два корня вопроса (в общении и мышлении) определяют его специфику – обращенность к другому человеку и поисковую направленность. На разных этапах поиска решения задачи вопрос выполняет специфическую функцию – функцию постановки, формулирования задачи, поисковую и оценочно-результативную функции [Шумакова 1984].

Обучение детей креативной постановке вопросов рассматривалось важным направлением поддержки одаренности [Ландау 2022].

Роль вопросов в шахматном творчестве отмечалась в работах М.Ю. Левидова, А. Авни, Н.В. Крогиуса. М.Ю. Левидов выделял особый род вопросов – «революционизирующие вопросы». А. Авни говорил о планирующей функции вопросов. По Крогиусу, вопросы оказываются полезными в борьбе с негативным влиянием остаточных, инертных и опережающих образов.

Несмотря на интерес к проблематике вопроса, их виды и функции в мышлении не достаточно изучены.

Цель исследования – определение структуры вопросов в мыслительной деятельности шахматиста, выявление их эвристического потенциала.

Методика – шкалирование шахматистами вопросов по частоте их задавания себе во время игры (в пятибалльной системе оценок). Перечень вопросов был составлен на основе анализа литературы и бесед с мастерами и гроссмейстерами, а также тренерами по шахматам.

Испытуемые – 71 шахматист от 11 до 90 лет разной квалификации (без звания, мастера и гроссмейстеры с коэффициентом ЭЛО от 1400 до 2650). 19 женщин, остальные – мужчины.

Общая матрица данных (71 человек ответили на 31 вопрос) была обработана методом главных компонент с косоугольным вращением облимин.

Результаты. Было выделено три фактора суммарно объясняющие 54,63 % общей дисперсии Их можно обозначить как вопросы об игре соперника, собственной игре, об идеях. Такая структура вопросов отражает диалогическую природу шахматной игры и понимание шахмат как интеллектуального искусства, в основе которого лежит идея.

Почти всегда задаваемый вопрос – «Как соперник сыграет в ответ на выбранный мной ход?» В этом вопросе проявляется диалогический характер мышления шахматиста. Вплетение речи (ходов) соперника в собственную речь (варианты), ориентация на другого – это особенности внутреннего диалога. Как отмечает Г.М. Кучинский, мышление – это особый диалог, разговор, а не только особая форма взаимодействия субъекта с познаваемым объектом, осуществляемого в виде действий, операций. Внутренний диалог – обязательный компонент продуктивного мышления личности [Кучинский 1982, с. 106]. «Корни внутреннего диалога – в способности человека воспроизводить чужую речь в собственной, а также реагировать на свою речь как на чужую» [Кучинский 1982, с. 63].

Квалификационные различия обнаружены по пяти вопросам: «Чего хочет соперник?», «Почему мне нравится та или иная позиция?», «Почему я делаю тот или иной ход?», «Где главная слабость?», «Какая фигура стоит плохо?». Гроссмейстеры чаще мастеров задают вопрос «Где главная слабость?».

Семь вопросов отличают шахматистов разного возраста (четырёх возрастных групп – до 20 лет, 21-40, 41-65 и 66 и старше). Это вопросы разного рода – оценочные вопросы «Что я думаю об этой идее?», каузальные «Почему мне нравится та или иная позиция?», целевые «Какова цель последнего хода?», «Чего хочет соперник?», контрольные «Не зеваю ли я этим ходом?» и прогнозистические «Что может сделать соперник?», «Как сыграет соперник в ответ на мой ход?». Женщины чаще мужчин задают стратегические вопросы («Где главная слабость?», «Что я должен сделать?»).

Итак, вопросы шахматистов имеют структуру и обладают эвристическим потенциалом. Эвристическая функция вопросов состоит в сужении поиска и его регуляции на основе ключевых вопросов, отражающих сущность шахматной игры и создающих определенную направленность мышления (на оценку, постановку цели, выявление оснований решения, прогнозирование и контроль решения).

Васюкова Е.Е. Эвристики мышления // Психология когнитивных процессов: материалы 9-й всероссийской научной конференции; под ред. В.В. Селиванова. Смоленск: СмолГУ, 2020. С. 129-142.

Васюкова Е.Е. Вопросы шахматиста во время игры как проявление диалогической природы шахмат // Психология диалога и мир человека: сб. научных трудов; под ред. Л.Г. Дмитриевой. Уфа: Изд-во УУНУТ, 2023. Т. 6. С. 247-256.

Кучинский Г.М. Психология внутреннего диалога. Минск: Университетское, 1988.

Ландау Э. Одаренность требует мужества: Психологическое сопровождение одаренного ребенка. М.: Издательский центр Академия, 2002.

ПРОЦЕСС РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОВ СОПРЯЖЕН С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯМИ РЕЖИМА КОЛЕБАНИЙ НА ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ КОРЫ МОЗГА

Введенский В.Л.¹
(VictorLvo@yandex.ru),

Верхлютов В.М.²
(verkhliutov@mail.ru)

Гуртовой К.Г.¹
(gurtoko@hotmail.com)

¹ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Москва, Россия)

² Лаборатория высшей нервной деятельности человека, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Спонтанная электрическая активность мозга на каждом участке коры представляет собой последовательность колебательных эпизодов, каждый со своей длительностью, формой и периодом колебаний. Эпизоды разнообразны – от одного колебания с периодом в десятки миллисекунд до цуга, длящегося около шести секунд. Множество стереотипных эпизодов может быть сведено в подобие словаря, содержащего несколько тысяч объектов [Neymotin et al. 2022]. Наши ЭЭГ измерения процесса восприятия слов на слух показали, что переходы между эпизодами происходят скачкообразно, причем скачки часто совпадают по времени с началом и концом процесса распознавания [Vvedensky et al. 2022]. Ранее такое скачкообразное поведение сигнала ЭЭГ отмечалось в работе [Kaplan et al. 2005]. В этой статье мы приводим результаты исследования процесса распознавания слов с помощью МЭГ, детали измерений описаны в работе [Верхлютов и др. 2023]. МЭГ регистрирует сигналы на 204 сенсорах градиента магнитного поля, которые отражают электрическую активность на всей внешней поверхности больших полушарий. Типичный пример сигнала МЭГ показан на рис. 1. Мы аккуратно просматривали каждое событие распознавания слова, и оказалось, что всегда от 25 до 50 из 204 сенсоров (большой частью в теменно-затылочной области) реагировали на начало или конец процесса распознавания скачкообразным изменением режима колебаний. Этот энцефалографический сигнал существенно сильнее, чем вызванные ответы на внешнее воздействие, для получения которых требуются многократные повторения стимула.

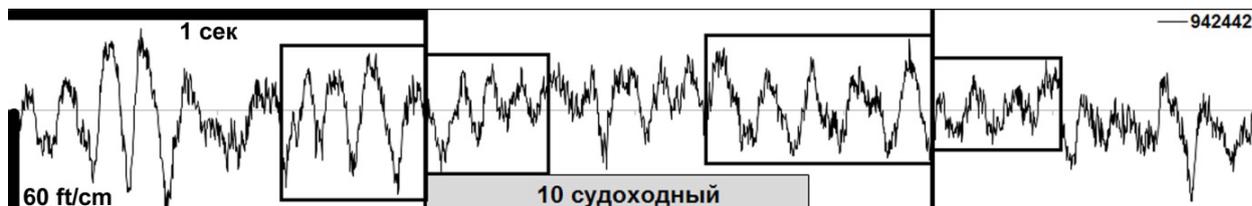


Рис. 1. Сигнал с одного из сенсоров МЭГ

Двумя парами рамок отмечены смены эпизодов, совпадающие с началом звучания слова и с моментом нажатия кнопки, которым испытуемый подтверждал узнавание слова *судоходный*. Это слово звучало в течение времени, отмеченного серым прямоугольником. Моменты начала и конца процесса распознавания дополнительно отмечены вертикальными линиями.

Колебательный эпизод характеризуется устойчивым в течение некоторого времени набором параметров, определяющих вид кривой, регистрируемой на каждом из сенсоров. Можно перечислить основные параметры: доминирующая частота колебаний, нестабильность частоты, амплитуда, скорость изменения амплитуды, форма колебаний и устойчивость этой формы, дрейф нулевой линии, скачкообразный сдвиг нулевой линии, регулярность или хаотичность колебаний. Изменение каждого из этих параметров отражается на виде временного ряда, которым является принимаемый сигнал, и заметно при визуальном просмотре. Необходимо автоматическое выявление скачкообразных событий на двух сотнях принимаемых сигналов, однако пока нам не удалось разработать метод, позволяющий это реализовать.

Очень точное совпадение моментов времени, когда происходят переключения режимов колебаний на сенсорах, находящихся далеко друг от друга и «следающих» за различными участками коры, позволяет предположить, что мы наблюдаем процесс предиктивного кодирования. В момент

появления звука, вообще говоря, неизвестно будет ли это слово и нужно ли что-то распознавать. Тем не менее, в десятке разных мест коры, удаленных друг от друга, происходит явный сбой текущих колебательных процессов с одновременным включением новых режимов колебаний. Скорее всего, такая согласованность является результатом установки на решение поставленной задачи и ее вряд ли можно ожидать при реакции на случайный стимул. Вовлеченность многих областей коры в процесс распознавания хорошо согласуется с тем, что слова порождают отклики почти на всей поверхности больших полушарий мозга [Huth A. et al. 2016].

Другим важным следствием полученных результатов становится убеждение, что в процессе принятия решения о том, какое слово прозвучало, участвуют около десятка разных мест коры, которые синхронно прекращают текущий колебательный процесс в момент нажатия испытуемым кнопки. Вероятнее всего, именно согласованная деятельность этих нейронных популяций и запускает эту реакцию нажатия кнопки. Следует отметить, что при узнавании каждого нового слова состав «консилиума» изменяется – некоторые члены уходят, но появляются новые.

Дальнейшие исследования синхронных переключений колебательных процессов при выполнении даже более сложных когнитивных задач, несомненно, дадут важные результаты.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 23-78-00011.

Верхлютов В.М. и др. Распознавание устной речи по данным МЭГ с использованием ковариационных фильтров // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2023. Т. 73. № 6. С. 800-808.

Kaplan et al. Nonstationary nature of the brain activity as revealed by EEG/MEG: Methodological, practical and conceptual challenges // Signal Processing. 2005. № 85. P. 2190-2212.

Huth A. et al. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex // Nature. 2016. № 532. P. 453-458.

Neymotin et al. Detecting Spontaneous Neural Oscillation Events in Primate Auditory // Cortex. Eneuro. 2022. № 9(4).

Vvedensky V. et al. Alpha Rhythm Dynamics During Spoken Word Recognition. In: Kryzhanovsky et al. (eds) // Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research VI. NEUROINFORMATICS 2022. Studies in Computational Intelligence. V. 1064. P. 65-70.

ЦВЕТОВАЯ ЛЕКСИКА В ОПИСАНИИ ЗАПАХА

Велис Л.А.
(lolla-99@mail.ru)

Пятигорский государственный университет (Пятигорск, Россия)

На сегодняшний день существует много исследований, подтверждающих пересечение сенсорных модальностей. В частности, опыт восприятия запахов сопровождается чувственным опытом других органов восприятия. Результаты исследований демонстрируют, что цвет способен влиять на восприятие запаха [Morrot et al. 2001] в той же степени, как и запах, может влиять на коррекцию цветовосприятия [Ward et al. 2023]. Наличие ассоциативной связи между цветом и запахом активно используется в различных сферах, связанных с ольфакторным опытом (парфюмерной, чайной, винной индустриях), где для удобства классификации создаются разные варианты так называемого «Колеса запахов» (Колесо ароматов). Чаще всего при этом используются следующие цвета: зеленый, коричневый, красный (в разных его проявлениях), желтый, синий и др.

В рамках данной работы предпринимается попытка выявить, как часто данные цвета в сочетании со словом «запах» встречаются в языке. Выборка производилась на базе корпусов: Основной корпус национального корпуса русского языка и СОСА (для английского языка). Поисковыми словами являлись «запах» и «smell», а в качестве коллоката вводились прилагательные семи основных цветов, а также «белый», «черный» и «коричневый» и их эквиваленты на английском языке соответственно.

Результаты корпусной выдачи оказались незначительными для большинства прилагательных, кроме «коричневого» и «оранжевого», которые в принципе не были выявлены в сочетании с «запахом».

В русскоязычной выборке также отсутствовали «красный», «синий» и «фиолетовый» запахи. «Голубой» и «желтый» были представлены двумя и тремя вхождениями.

В английском отсутствовал «white» (белый), а «red» (красный) и «blue» (синий/голубой) имели всего по одному вхождению. Незначительными были также «yellow» (желтый) и «purple» (фиолетовый) (по два вхождения).

«Белый» запах в русскоязычной выборке использовался для описания растений и природы (1. над благоухающими хризантемами садом, впрочем, их запах, белый, сухой и горький, 2. счастливым белом запахе нарциссов, 3. белый запах нарциссов, 4. необыкновенный, счастливый, белый весенний запах), персонажей (5. От нее исходил мягкий, добрый, белый запах) и прочих предметов (6. белый болезненный запах укулов, 7. повеяло удушливым запахом хлеба, белым, свежим запахом французского хлеба).

Из вышеприведенных примеров видно, что эмоциональная составляющая не всегда отличается положительной окраской, следовательно, появление цветových прилагательных в описании запаха скорее направлено не на эмоции, а на характеристику источника запаха.

То же можно проследить и в анализе «черного/black» запаха. В английском языке, в большинстве своем, видна отсылка к дыму или прочим темным предметам (1. The black smell of smoke, 2. the black smell of its smoke, 3. If you called it a black smell, 4. the deep black smell of Arabian beans). Русскоязычная выборка также свидетельствует о переходе по смежности (1. Вдоль насыти дул горячий ветер, срывая черный запах со шпал) и отсылке к состоянию природы (2. Над черными запахами сирени 3. Этот запах таял, заменяясь черной свежестью). Т.е. цветových прилагательные призваны: 1) усиливать ольфакторный образ источника при наличии уточняющего существительного; 2) указывать на источник, при отсутствии существительного.

Наиболее многочисленной в английском языке оказалась выборка с прилагательным «green» (22 вхождения), в то время как в русском языке «зеленый» запах встречается только 4 раза. «Зеленым», что неудивительно, в русском языке чаще всего описывается растительность (1. переслаивал зеленые бодрые запахи <...> листвы. 2. трава <...>, и ее тихого зеленого запаха не могла заглушить... 3. до тошноты острый зеленый запах тростника), реже вода (4. зеленый тревожный запах весенней воды).

Что касается английского языка, то стоит иметь в виду, что английское слово «green» является полисемичным и может обозначать: 1) цвет, 2) растительность, 3) молодость, 4) сырое состояние продукта и пр. Поэтому в данном случае затруднительно говорить, используется ли данное слово в значении цвета или в каком-либо другом значении.

Как и в русскоязычной выборке, данные примеры можно разделить на описание зеленой растительности (1. *in the green, springy smell of apple blossom*; 2. *the green smell of their leaves*; 3. *green smell of healthy plants*; 4. *with the heady, green smell of the forest floor*; 5. *with the green smell of the leaves*; 6. *the thick green smell of grass and marigolds*; 7. *the pine trees had a green smell*; 8. *Premature melons smell green, grassy, stemmy*; 9. *The alley bleeds its green smell where the mower cut*), описание воды и водоемов (10. *The green, thick smell of the river*; 11. *the fresh, green smell of water*; 12. *green smell of creek water*; 13. *the green smell of the cold lake*; 14. *the cold green smell of the lake water*), описание воздуха (15. *watery, moldy, green smell hangs stagnantly in the air*; 16. *the air with a unique "green" smell*; 17. *the green smell of mountain air*) и прочие описания (18. *a green and nourishing smell*; 19. *its sharp green smell*; 20. *the pale green smell of fresh sawdust*, 21. *A bitter green smell rose from the wall where the cattle drovers urinated*; 22. *green hospital smell*).

Принимая во внимание немногочисленность полученной выборки для основных и наиболее употребимых цветообозначений, можно предположить, что кроссמודальные описания ольфакторного опыта (запах-цвет) не являются нормой, несмотря на наличие сильной ассоциативной связи.

Поскольку ольфакторный опыт в целом тяготеет к приобретению положительной или отрицательной эмоциональной нагрузки, то также стоит отметить, что в данных примерах эмоциональность достигается не за счет прилагательных цвета, поскольку они не обладают подобной функцией, она служит лишь описательным усилителем источника запаха.

Финансирование работы

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00540,
<https://rscf.ru/project/24-28-00540>*

*The research was funded by Russian Science Foundation
No. 24-28-00540, <https://rscf.ru/en/project/24-28-00540>.*

Колесо ароматов. URL: <https://select-one-store.ru/wheel?ysclid=lw8udyxqbf56011141> (дата обращения: 15.05.2024).

Morrot G., Brochet F., Dubourdieu D. The Color of Odors // Brain and Language. 2001. № 2 (79). P. 309-320.

Ward R.J. et al. Odors modulate color appearance // Frontiers in Psychology. 2023. № 14. P. 1-18.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ СОЗНАНИЯ КАК МЕХАНИЗМА РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Витяев Е.Е.

(vityaev@math.nsc.ru)

*Институт математики им. С.Л. Соболева СО Российской академии наук
(Новосибирск, Россия)*

Мир многогранен как алмаз рис. 1 и не существует его единого непротиворечивого описания и функция сознания – правильно выбрать соответствующий контекст, который позволит получить максимально точное прогнозирование воспринимаемой части мира.

В науке такими контекстами являются парадигмы, формирующие определенный взгляд, систему понятий и соответствующую теорию для рассматриваемых явлений мира.

Контексты, как и парадигмы, как правило, не совместимы между собой, поэтому сознанию требуется определенная работа по выбору или формированию наилучшего контекста. Этот процесс анализировался в работах В.М. Аллахвердова: «Сознание, столкнувшись с противоречивой информацией, пытается удалить эту информацию с поверхности сознания или так ее видоизменить, чтобы противоречие исчезло или перестало осознаваться как противоречие».



Рис. 1. Многогранность мира

Для описания «естественных» понятий и категорий в когнитивных науках используется теория причинных моделей, в соответствии с которой: «people's intuitive theories about categories of objects consist of a model of the category in which both a category's features and the causal mechanisms among those features are explicitly represented». Поэтому отношение объекта к категории в этой теории основывается уже не на множестве признаков, а на сходстве порождающего причинного механизма, что хорошо описывается вероятностными формальными понятиями.

Для формализации контекстов и возникающих противоречий воспользуемся формальной моделью восприятия, категоризации и «естественных» понятий, основанной на Вероятностных Формальных Понятиях (ВФП). При восприятии некоторого целостного объекта причинные связи, связывающие между собой свойства объекта, зацикливаются сами на себя, что дает определенный образ «естественного» класса этого объекта, который воспринимается как «прототип» соответствующей ему категории, что формирует «резонирующую» систему причинных связей, образующую «причинную модель» этой категории, которая математически описывается «неподвижной точкой» соответствующего ВФП.

В работе В.М. Аллахвердова и его коллег приводится 7 случаев разрешения сознанием противоречий. Приведем краткое описание некоторых случаев и объяснение их поведения с помощью вероятностных формальных понятий и их взаимодействия.

Случай 1. Самый простой способ избавиться от противоречия или двусмысленности – выбрать для осознания какую-то одну интерпретацию, а все остальные (несовместимые с ней) не осознавать (негативно выбрать).

Пример. Явление бинокулярной конкуренции, когда испытуемому одновременно предъявляются на разные глаза разные стимулы. Если предъявлять два изображения, одно из которых является более вероятным или более знакомым, испытуемые преимущественно видит только его.

Объяснение. ВФП, возникающее по изображению, взаимно предсказывает не только те свойства, которые входят в категорию, но также предсказывает отрицание свойств, которых не

должно быть в этой категории при наличии имеющихся свойств и тем самым вытормаживает альтернативы.

Случай 2. Если у испытуемых нет возможности не осознавать несовместимые понятия, то эти понятия могут появляться в сознании по очереди, но никогда вместе.

Пример. На рис. «2 лица – ваза» никто не может увидеть в одно и то же время и человеческие профили, и вазу. Разные значения двойственных изображений осознаются лишь поочередно.

Объяснение. При восприятии двойственного изображения *в контакте с реальностью* в процессе цикла восприятия в ВФП может оставаться только одно изображение (цикл взаимных предсказаний свойств ВФП изображения по причинным связям с одновременной проверкой правильности предсказаний путем их сверки с реально поступающими стимулами). Этот случай аналогичен эксперименту У. Найсера, когда на экране монитора показывалось одновременно две «игры» – футбол и хоккей. Испытуемых просили наблюдать за одной игрой и игнорировать другую. В этом случае испытуемые видели только одну игру.

Случай 3. При смене контекста отвергнутое ранее (негативно выбранное) значение может внезапно актуализироваться в сознании.

Пример. При предъявлении двойственного изображения «жена или теща», испытуемые при описании по памяти увиденного могли вспомнить у молодой женщины горбатый нос, заимствованный у старухи. А испытуемые, видевшие старуху, приписывали ей украшение на шее, принадлежащее молодой женщине.

Объяснение. При восприятии двойственного изображения формируется два ВФП по имеющимся стимулам, однако *в контакте с реальностью* в процессе цикла восприятия, в котором превосходятся по причинным связям свойства изображения и проверяется их наличие, остается только одно, а второе вытормаживается и остается в «воображении». При воспоминании в воображении, без контакта с реальностью, может возникнуть некоторая комбинация этих двух ВФП.

Случай 4. При осознании разных сторон противоречия делается попытка найти способ объяснения – соединение разных сторон в непротиворечивое целое.

Пример. В условиях бинокулярной конкуренции, если предъявить на один глаз красный круг, а на другой – черный треугольник, то испытуемый увидит черный треугольник на красном фоне.

Объяснение. Если воспринимаемые признаки не противоречат друг другу и не вытормаживают друг друга, то может сформироваться объединенное ВФП.

В приведенных случаях разрешения противоречия и формирования наиболее точного ВФП для контекста мы получаем наиболее точные предсказания свойств контекста в соответствии с причинными связями данного ВФП.

Аллахвердов В.М., Науменко О.В., Филиппова М.Г., Щербакова О.Б., Аванесян М.О., Воскресенская Е.Ю., Стародубцев А.С. Как сознание избавляется от противоречий // SHAGI/STEPS. 2015(1).

Аллахвердов В.М. Сознание как парадокс. СПб.: Издательство «ДНК», 2000.

Витяев Е.Е., Мартынович В.В. Формализация «естественной» классификации и систематики через неподвижные точки предсказаний // Сибирские электронные математические известия. 2015. Т. 12. С. 1006-1031.

Витяев Е.Е., Неупокоев Н.В. Формальная модель восприятия и образа как неподвижной точки превосхищений // Подходы к моделированию мышления: сборник под ред. д.ф.-м.н. В.Г. Редько). М.: УРСС Эдиториал, 2014. С. 155-172.

Найсер У. Познание и реальность. М.: Прогресс, 1981. 232 с.

Mill J.S. System of Logic. Ratiocinative and Inductive. L., 1983.

Vityaev E., Pak B. Prototypes of the “natural” concepts discovery // Cognitive Systems Research. 2021. № 67. P. 1-8.

Rehder B. Categorization as causal reasoning // Cognitive Science. 2003. № 27. P. 709-748.

Vityaev E.E., Martinovich V.V. Probabilistic Formal Concepts with Negation // A. Voronkov, I. Virbitskaite (Eds.). PCI 2014, LNCS 8974, 2015. P. 385-399.

СВЯЗАННЫЕ С ПОВЕДЕНИЕМ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА И УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ВОКАЛИЗАЦИЯ У КРЫС ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОГО И ТОГО ЖЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНО И СОВМЕСТНО (ПРИ НАБЛЮДЕНИИ, КООПЕРАЦИИ И АЛЬТРУИЗМЕ)

Гаверилов В.В.
(*nvv gav@mail.ru*)

Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Исследование организации активности мозга в социальном поведении («социального мозга») [Adolphs 2001] является одной из актуальных проблем психофизиологии. Следуя традициям структурно-функционального подхода, многие исследователи пытаются отыскать структуры мозга, обеспечивающие социальное поведение. Среди таких структур называют вентромедиальную префронтальную кору, миндалевидное тело, правую соматосенсорную кору, островок, прилежащее ядро. Следует, однако, заметить, что активность этих структур не менее важна и при реализации индивидуального поведения и, кроме того, нельзя «привязать» ту или иную функцию к определенной структуре или группе структур.

В нашем исследовании мы пытались выяснить, как в активности мозга проявляются различия при реализации субъектом *одного и того же* поведения, когда он совершает его в одиночку или же в присутствии конспецифика. Для этого были использованы три модели: наблюдение за поведением конспецифика, совместное достижение результата (кооперация) двумя крысами, проявление альтруизма.

В многочисленных работах показано, что крысы издают ультразвуки (УЗ) в разных видах поведения, которые обычно описываются как «happy» и «unhappy» звуки, типология которых представлена в ряде работ [Brudzynski 2013; Brudzynski, Burgdorf 2021 и др.]. Мы предположили, что в совместном поведении крысы будут использовать УЗ для коммуникации и можно будет выяснить особенности УЗ-вокализации в вышеназванных видах поведения.

Методика. В нашем исследовании крысы должны были нажимать на педаль для получения порции пищи в кормушке. Это поведение реализовывалось индивидуально, либо в присутствии конспецифика в трех видах поведения: при наблюдении за поведением другой крысы, реализующей это поведение; при кооперации и в тесте на альтруизм. Экспериментальная клетка была поделена на половины прозрачной перегородкой. В углах клетки находились две кормушки и две педали. При исследовании *наблюдения* за поведением конспецифика наивные и обученные пищевобывательному поведению крысы мягко фиксировались в гамаке, который помещался в одной половине клетки, а в другой находился активный субъект, за поведением которого наблюдала крыса в гамаке. При исследовании *кооперации* предварительно обученные крысы в своей половине экспериментальной клетки для получения порции пищи должны были *одновременно* нажимать на педали. При исследовании *эмпатии и альтруизма* крысы имели возможность нажимать на ближнюю или на дальнюю педаль по удаленности от кормушки для получения пищи, но только нажатие на дальнюю педаль не сопровождалось электростимуляцией конспецифика-жертвы мягко фиксированного в гамаке в другой половине клетки. Суммарную электрическую активность мозга (ЭЭГ) и ультразвуковую вокализацию (УЗ) регистрировали в течение 30-минутных сессий и индивидуального, и совместного поведения. ЭЭГ регистрировали эпидурально над моторной, зрительной и лимбической областями коры мозга.

Результаты и обсуждение. В исследовании участвовали 60 взрослых самцов крыс Long Evans. У всех регистрировали ЭЭГ. УЗ зарегистрировали у 25 крыс в индивидуальном поведении, у 16 – в кооперативном и у 9 – при исследовании альтруизма; при наблюдении УЗ не регистрировали.

В *индивидуальном* поведении (в одиночку) крысы обычно «молчат»: не издают ни слышимые людьми звуки, ни УЗ. В усредненных от отметок нажатия на педаль и опускания головы в кормушку потенциалах ЭЭГ выделяются негативные колебания, соответствующие реализации актов подхода к педали и подхода к кормушке, а сменам актов соответствуют позитивные колебания. Такая конфигурация потенциалов наблюдалась у всех животных и была сходной во всех отведениях ЭЭГ, что означает единую системную организацию активности мозга в поведении, а не реализацию разнообразных функций в разных областях мозга. Такие же результаты были получены нами ранее в сходном поведении у кроликов [Гаверилов 1987; Швырков 1987].

При наблюдении у наивных крыс в усредненных от поведенческих отметок потенциалах никаких колебаний не обнаруживается, в то время как у имеющих опыт исследуемого поведения животных, выявляется такая же конфигурация потенциалов, как и при их собственном поведении, однако колебания имеют меньшую амплитуду, а латенции пиков сдвинуты «влево», что может означать, что в голове опытных наблюдателей «проигрывается» наблюдаемое поведение и они «предвидят» реализацию следующих актов.

При кооперации все крысы использовали УЗ-вокализацию, хотя и в разной степени. Крысы издавали УЗ преимущественно в начале экспериментальной сессии, при этом УЗ в основном наблюдались в актах подхода к педали и при нажатии на педаль. В этом поведении наблюдались как «happy», так и «unhappy» УЗ, которые не были связаны с успешностью совместного поведения. В связанных с поведением потенциалов мозга при совместной реализации поведения выявлялись дополнительные компоненты на значимых для эффективного завершения поведения этапах (непосредственно перед нажатием и нажатии на педаль), что может свидетельствовать об особенностях организации активности мозга на этих этапах, связанных с формированием дополнительных элементов опыта и/или изменениями в отношениях между имеющимися элементами опыта.

При тестировании на альтруизм УЗ-вокализацию использовали и крысы-жертвы, и крысы, которых испытывали на альтруизм и эмпатию, хотя жертвы издавали УЗ чаще и у них преобладали «unhappy sounds». Иногда у жертв наблюдались и «happy sounds». У испытуемых также наблюдались «unhappy sounds» типичные для жертв. Следует отметить, что УЗ-вокализация была не у всех крыс и не во всех сессиях. УЗ-вокализация могла быть на протяжении всей сессии или только на определенных этапах сессии (в начале или конце). В связанных с поведением колебаниях ЭЭГ, несмотря на схожесть общей ранее описанной для индивидуального поведения конфигурации, выявлены различия в разных отведениях на разных этапах поведения.

Заключение

1. Колебания суммарной электрической активности мозга отражают динамику отношений между элементами индивидуального опыта в поведении [Гаврилов 1987; Швырков 1987]. При реализации одного и того же многократно повторяющегося инструментального пищедобывательного поведения индивидуально или в присутствии конспецифика общая конфигурация потенциалов мозга остается сходной, что свидетельствует о сходстве мозговых процессов во всех этих условиях, а выявленные различия связаны с формированием новых элементов опыта и особенностями отношений между уже имеющимися элементами опыта в сравниваемых условиях реализации поведения.

2. Крысы используют УЗ-вокализацию в совместном поведении. УЗ-звуки различаются частотой, формой, длительностью, количеством в пачке. При этом, описанные в литературе «happy» и «unhappy», по-видимому, не вполне соответствуют своим названиям. Кроме того, крысы из пары иногда издавали УЗ поочередно с короткими интервалами, что позволяет предположить наличие у них «диалога». Также выявлены индивидуальные особенности УЗ-вокализации у разных крыс. Возможно, УЗ разных диапазонов имеют разное значение, однако в ситуациях и удовольствия, и неудовольствия наблюдаются как «happy», так и «unhappy» УЗ. Можно предположить, что УЗ-вокализация у крыс – относительно развитая система коммуникации, больше, чем просто оповещение конспецифика о своем эмоциональном состоянии.

Финансирование работы

Работа выполнена по госзаданию № 0138-2024-0013.

Гаврилов В.В. Соотношение ЭЭГ и импульсной активности нейронов в поведении у кролика // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях; под ред. В.Б. Швыркова, В.М. Русалова, Д.Г. Шевченко. М.: Наука, 1987. С. 33-44.

Швырков В.Б. Что такое нейрональная активность и ЭЭГ с позиций системно-эволюционного подхода // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях; под ред. В.Б. Швыркова, В.М. Русалова, Д.Г. Шевченко. М.: Наука, 1987. С. 3-33.

Adolphs K. The neurobiology of social cognition // Current Opinion in Neurobiology. 2001. № 11. P. 231-239.

Brudzynski S.M. Ethotransmission: communication of emotional states through ultrasonic vocalization in rats // Current Opinion in Neurobiology. 2013. № 23(3). P. 310-317.

Brudzynski S.M., Burgdorf J.S. Recent Studies of Rat Ultrasonic Vocalizations—Editorial // Brain Sci. 2021. № 11. P. 1390.

ИЗМЕНЕНИЯ ССП У ДЕТЕЙ 4-6 ЛЕТ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕМАТИЧЕСКИХ РОЛЕЙ В ПРЕДЛОЖЕНИЯХ С ПРЯМЫМ И ОБРАТНЫМ ПОРЯДКОМ СЛОВ

Гальперина Е.И.
(galperina-e@yandex.ru),

Кручинина О.В.

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
(Санкт-Петербург, Россия)*

Установление тематических ролей в предложении является одним из ключевых аспектов понимания речи. Мозговые механизмы понимания предложно-падежных конструкций, кодирующих субъектно-объектные отношения, описаны в основном у взрослых [Gattei et al. 2015], у детей изучены мало. В то же время некоторые дети уже в 4-5 лет способны правильно воспринимать пассивные конструкции, однако даже 7-8-летние порой сталкиваются с затруднениями, особенно в случае синтаксически сложных, обратимых предложений с пассивным залогом или обратным порядком слов [Kruchinina et al. 2022a; Ахутина и др. 2017]. Нами показано было, что чувствительность фронто-центральных и теменно-височных областей коры обоих полушарий, особенно левого к грамматическим маркерам залога, обеспечивает эффективное понимание сложных грамматических конструкций у детей уже в 4-5 лет [Kruchinina et al. 2022a]. *Цель данного исследования:* описать возрастную динамику связанных с событиями потенциалов (ССП) мозга при восприятии различных типов грамматических конструкций детьми 4-6 лет.

Методика. В исследовании принял участие 61 ребенок в возрасте 4-6 лет, состояние речевых и других когнитивных функций у детей соответствовало возрастным нормативам, что было протестировано на I этапе исследования в ходе логопедического обследования, а также оценки внимания, памяти и интеллекта. На II этапе во время записи ЭЭГ дети выполняли тест на соотнесение картинки и предложения (sentence-picture matching task), который предъявлялся с помощью программы «Грамконструктор» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020616013). В состав теста входят парные сюжетные картинки и трехсловные предложения четырех типов (всего 268 предложений): активный залог с прямым порядком слов (АП, например, «Внук обнял деда»), активный залог с обратным порядком слов (АО, «Деда обнял внука»), пассивный залог с прямым порядком слов (ПП, «Дед обнят внуком»), пассивный залог с обратным порядком слов (ПО, «Внуком обнят дед»). В качестве объекта и субъекта действия были подобраны пары одушевленных существительных, которые были сбалансированы по роду, склонению, количеству слогов и фактору частотности. Лингвистический, слуховой и зрительный стимульный материал были уравновешены по параметрам, влияющим на вызванный ответ мозга (подробно методика и процедура исследования представлены в [Kruchinina et al. 2022b]). Рассчитывались процент правильных ответов и время реакции. Достоверность различий оценивалась с помощью Н-критерия Краскела–Уоллиса. Проводились апостериорные сравнения с помощью U-критерия Манна–Уитни для каждого типа предложения для каждой возрастной группы детей. Обработка ЭЭГ и расчет связанных с событием потенциалов от начала предъявления каждого слова в предложении производились в программе «WinEEG» (версия 2.140.113). Для статистического анализа ССП усреднялись группы отведений ЭЭГ по зонам интереса, наиболее часто выделяемым при описании восприятия речи [Skeide, Friederici 2016]. Фронтально-центральная зона интереса – 9 электродов (F3, F4, Fz, FC3, FC4, FCz, C3, C4, Cz), по 5 электродов теменно-височных зон правого (T8, TP8, P8, CP4, P4) и левого полушария (T7, TP7, P7, CP3, P3). Из 61 ребенка, принявших участие в исследовании, в дальнейшем анализ были взяты результаты тех, кто дал не менее 60 % правильных ответов в предложениях с ПП (4 г., n=13; 5 л., n=14; 6 л., n=16), и сопоставлялись средние амплитуды компонентов ССП для каждого слова в предложении на последовательных интервалах с шагом в 100 мс с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с последующими апостериорными сравнениями по Бонферрони. Статистический анализ производился в пакете программ IBM SPSS Statistics версия 26.

Процент правильных ответов в тесте на сопоставление изображения и предложения ожидаемо увеличивался с возрастом. Дети, справляющиеся с определением тематических ролей в пассивном залоге на уровне выше случайного (>60 %), составляли 61 % из обследованных детей 4 лет, 68 % – 5 лет, 83 % – 6 лет. Показаны достоверные отличия по проценту правильных ответов и времени принятия решения: дети 4 и 5 лет отличаются от детей 6 лет при восприятии всех 4 типов

предложений (апостериорные сравнения по каждому параметру проводились с помощью U-критерия Манна–Уитни, $p=0.001$).

Для каждого типа предложений показано влияние фактора Возраст на амплитуду ССП теменно-височной области левого полушария при восприятии первого слова в предложении. При этом амплитуда вызванного ответа мозга для предложений АП и АО у детей 5 лет была достоверно больше, чем у 6 летних на интервале 300-400 мс ($p=0.05$), а для ПП больше у 6 летних, чем 5 летних на интервале 500-700 мс ($p=0.01$). Для предложений ПО были выявлены отличия только между детьми 4 и 6 лет на интервале 0-200 мс ($p=0.005$). При восприятии второго слова в предложениях с обратным порядком слов были выявлены также возрастные отличия амплитуды ССП как левой, так и правой теменно-височной областях мозга. Для АО на интервале 200-400 мс в левом полушарии ($p=0.01$) и 300-400 мс, 500-600 мс в правом ($p=0.01$) амплитуда вызванного ответа больше у детей 4 лет, чем 5. Для ПО на интервале 500-600 мс в левом полушарии ($p=0.01$) и 600-700 в правом ($p=0.02$) амплитуда вызванного ответа больше у детей 6 лет, чем 4 и 5. При восприятии третьего слова в предложении возрастные отличия были выявлены только для предложений АП во фронто-центральной и правой теменно-височной областях на интервале 700-900 мс ($p=0.02$). Таким образом, показаны возрастные изменения нейрофизиологических коррелятов процесса обработки синтаксической информации, наиболее ярко проявляющиеся в амплитуде ССП теменно-височных областей левого полушария.

Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Возрастная динамика понимания логико-грамматических конструкций у младших школьников и ее мозговые механизмы // Специальное образование. 2017. № 3(47). С. 15-31.

Gattei C.A., Tabullo Á., París L., Wainelboim A.J. The role of prominence in Spanish sentence comprehension // ERP study. Brain Lang. 2015. № 150. P. 22-35. doi: 10.1016/j.bandl.2015.08.001.

Kruchinina O.V., Stankova E.P., Guillemard D.M., Galperina E.I. The Level of Passive Voice Comprehension in the 4–5 Years Old Russian Children Reflects in the ERP's // J Evol Biochem Phys. 2022a. № 58(2). P. 395-409. doi: 10.1134/S0022093022020089.

Kruchinina O., Stankova E., Guillemard D., Galperina E. Passive Voice Comprehension during Thematic-Role Assignment in Russian-Speaking Children Aged 4–6 Is Reflected in the Sensitivity of ERP to Noun Inflections // Brain Sci. 2022b. № 12. P. 693. doi: 10.3390/brainsci12060693.

Skeide M.A., Friederici A.D. The ontogeny of the cortical language network // Nat Rev. Neurosci. 2016. № 17. P. 323-332.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ДИСТРАКТОРОВ – ИЗОБРАЖЕНИЙ ЖИВОТНЫХ И ПРЕДМЕТОВ – НА БАЗОВУЮ И СУПЕРОРДИНАТНУЮ КАТЕГОРИЗАЦИЮ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ

Герасименко Н.Ю.
(*nger@mail.com*),

Кушнир А.Б.
(*naya.kushnir@gmail.com*)

Михайлова Е.С.
(*esmikhailova@mail.ru*)

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
(Москва, Россия)*

Категоризация объектов зрительной среды – функция чрезвычайно важная для восприятия, мышления и научения человека. Существенное влияние на категоризацию стимулов оказывает предшествующая зрительная информация. Ранее нами было показано, что характер влияния зависит как от уровня категоризации, так и от категории дистрактора. Например, дистракторы-предметы будут затруднять базовую категоризацию других предметов, но облегчать суперординатную, а дистракторы-лица не мешают опознанию стимула за счет увеличения пространственного внимания [Герасименко и др. 2020; Мошникова и др. 2022]. Животные являются эволюционно-значимой категорией зрительных стимулов, они выделяются из фона и опознаются очень быстро [Drewes et al. 2011], поэтому могут оказывать влияние на восприятие другой зрительной информации. Целью настоящей работы был анализ влияния изображений животных, предшествующих значимому стимулу, на категоризацию стимулов в зависимости от уровня категоризации.

В исследовании участвовало 19 испытуемых (10 женщин, 9 мужчин) в возрасте от 19 до 32 лет (23.6 ± 0.7 лет). Дистракторами и стимулами служили черно-белые фотографии животных и предметов. Каждый испытуемый участвовал в трех сериях. В одной он осуществлял базовую категоризацию предметов (две категории – «кувшин» и «настольная лампа»), в другой – базовую категоризацию животных («белка» и «собака»), а в третьей – суперординатную категоризацию («животные» и «предметы»). В сериях на базовую категоризацию использовалось 64 пары дистрактор-стимул, в суперординатной серии – 128 пар. Каждая пара предъявлялась по 2 раза. Длительность дистрактора – 100 мс, сразу после него на 100 мс предъявляли стимул. Межстимульный интервал варьировал от 2.8 до 3.2 с. Предъявление стимулов, регистрацию точности и времени реакции (ВР) проводили с помощью программы E-Prime 2.0 и выносной клавиатуры Serial Response Box. С помощью 128-канального электроэнцефалографа (Electrical Geodesics Inc., USA) регистрировали ЭЭГ. В программе NetStation 4.5.4 проводили усреднение вызванных потенциалов (ВП) на значимый стимул с учетом категорий дистрактора и стимула. Амплитуды компонентов ВП анализировали в затылочных, височных, центральном и лобных кластерах электродов. Статистический анализ проводили с использованием дисперсионного анализа ANOVA RM.

Анализ ВР показал, что на базовом уровне предметы категоризируются существенно медленнее, чем животные. Дистрактор – изображение животного замедлял выполнение задания по сравнению с дистрактором – предметом. При суперординатной категоризации категория дистрактора (животное или предмет) не влияла на ВР, но наблюдалось увеличение точности опознания при дистракторе-животном.

Анализ зрительных ВП показал, что самые ранние эффекты дистрактора наблюдались через 150 мс после его предъявления, т.е. через 50 мс после начала демонстрации значимого стимула. Полученные эффекты не зависели от уровня категоризации и выражались в достоверном увеличении амплитуды компонентов N50 в височном и P50 в центральных отведениях при дистракторе-животном. Такие независимые от уровня категоризации эффекты, вероятно, связаны с большим экзогенным вниманием к данной категории изображений.

Существенные отличия характера влияния дистрактора при категоризации на разных уровнях были выявлены для среднелатентных компонентов P130 в каудальных и N150 в лобных областях. При базовой категоризации в затылочной и височных областях наблюдалось увеличение P130 при дистракторе-животном по сравнению с предметом. Для компонента N150 ВП лобных областей

также наблюдалась большая амплитуда при дистракторе-животном. При суперординатной категоризации достоверные эффекты выявлены только в затылочных областях для амплитуды P130: она больше при дистракторе-животном. Среднелатентные компоненты отражают процесс разделения значимой и незначимой информации. При базовой категоризации дистрактор влиял на ВП во всех анализируемых областях, а при суперординатной – только в затылочной. Можно предположить, что это связано с тем, что для категоризации на одушевленные и неодушевленные объекты используются низко- и среднеуровневые характеристики изображений, такие, как наличие закругленных и прямых линий [Zachariou et al. 2018], поэтому разделение дистрактора и стимула происходит на уровне ранних зрительных областей. В то время, как разделение базовых категорий требует использования большего количества характеристик изображения.

Анализ поздних компонентов также выявил различия влияния категории дистрактора на параметры ВП. При базовой категоризации амплитуда N400 в лобных отведениях была больше при дистракторе-предмете по сравнению с животным. Компонент N400 связан с семантическим анализом изображения [Proverbio et al. 2007], который, вероятно, усложняется при использовании дистрактора-предмета. При суперординатной категоризации категория дистрактора влияла на амплитуду поздней центральной позитивности LP, которая увеличивалась, если предшествующее изображение было животным. Поздняя позитивность LP связана с процессом высокоуровневой когнитивной переработки информации [Perez-Gay Juarez et al. 2019], ее увеличение при дистракторе-животном может отражать привлечение дополнительных ресурсов внимания для переработки стимула, так как изображение животного «оттягивает» внимание на себя.

Герасименко Н.Ю., Кушнир А.Б., Михайлова Е.С. Зависимость эффективности прямой маскировки социально значимыми изображениями от категории маски и ее пространственно-частотных характеристик // Физиология человека. 2020. № 46(1). С. 22-35.

Мошникова Н.Ю., Кушнир А.Б., Михайлова Е.С. Психофизиологическое исследование базовой и суперординатной категоризации предметов, осложненной влиянием предшествующего нерелевантного стимула // Физиология человека. 2022. № 48(6). С. 44-56.

Drewes J., Trommershauser J., Gegenfurtner K.R. Parallel visual search and rapid animal detection in natural scenes // Journal of vision. 2011. № 11(2). P. 20.

Perez-Gay Juarez F., Sicotte T., Theriault C., Harnad S. 2019. Category learning can alter perception and its neural correlates // PLoS ONE. 2019. № 14(12). P. e0226000.

Proverbio A.M., Del Zotto M., Zani A. The emergence of semantic categorization in early visual processing: ERP indices of animal vs. artifact recognition // BMC Neuroscience 2007. № 8. P. 24.

Zachariou V., Del Giacco A.C., Ungerleider L.G., Yue X. Bottom-up processing of curvilinear visual features is sufficient for animate/inanimate object categorization // Journal of Vision. 2018. № 18(12). P. 1-12.

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ГИППОКАМПАЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ АНСАМБЛЕЙ IN VIVO У МЫШЕЙ С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Герасимов Е.И.¹

(evgeniigerasimov1997@gmail.com),

Пчицкая Е.И.¹

(katrin.pchitskaya@gmail.com),

Власова О.Л.¹

(olvlasova.medphys@gmail.com),

Безпрозванный И.Б.^{1,2}

(mnlabspb@gmail.com)

¹ Лаборатория молекулярной нейродегенерации, Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)

² Департамент физиологии, Юго-Западный медицинский центр Техасского университета (Даллас, Техас, США)

В головном мозге связи между нейронами осуществляются синапсами, которые образованы дендритными шипиками, являющимися выступами дендритной мембраны [Matsuda et al. 2009]. Синапсы позволяют нейронам собирать и интегрировать сигналы от других нервных клеток. Эти сигналы могут быть возбуждающими или тормозящими, в совокупности способствуя стабильности и функциональному представлению различных областей мозга. Более того, известно, что функционирование нейронов поддерживается астроцитами и микроглией, которые вместе организуют сложные нейронные цепи и ансамбли [Perea et al. 2009]. В этом случае каждый нейрон связан с большим количеством других клеток, образуя сложную нейронную сеть. Таким образом, сложно организованные сети взаимосвязанных нейронов, которые контролируют подавляющее большинство высших нервных функций, можно обнаружить по всему мозгу.

Миниатюрная флуоресцентная микроскопия – мощный инструмент в арсенале современной нейробиологии. Этот метод позволяет исследователям одновременно отслеживать активность сотен нейронов у свободно передвигающихся мышей [Cai et al. 2016] благодаря небольшому весу микроскопа, приблизительно 3 грамма. Визуализация возбуждения нейронов достигается путем экспрессии в нейронах чувствительных к кальцию индикаторов, таких как GCaMPs. Эти генетически кодируемые индикаторы увеличивают интенсивность флуоресценции в ответ на повышение концентрации внутриклеточного кальция, что является прямым коррелятом возбуждения нейронов.

В текущем исследовании метод миниатюрной флуоресцентной микроскопии был использован для изучения свойств нейронных цепей гиппокампа мышей-моделей болезни Альцгеймера на in vivo уровне в свободном движении. Сравнение активности и состояния нейронной сети мышей дикого типа и трансгенной линии 5xFAD возраста 9 месяцев было проведено в тесте открытое поле без внешних воздействий. Было определено, что средняя частота активаций нейронов в гиппокампальной сети у линии 5xFAD, моделирующих болезнь Альцгеймера, достоверно увеличена по сравнению с мышами дикого типа (дикий тип: $1,00 \pm 0,02$ vs 5xFAD: $1,30 \pm 0,11$, $p=0,0431$, тест Уэлча). Эти результаты коррелируют с литературными данными, в которых широко описана гиперактивность нейронной сети гиппокампа у мышей с генетической моделью болезни Альцгеймера 5xFAD. Также, среднее значение статистической метрики “network spike rate”, описывающей процент нейронов, находящихся в активном состоянии в течение различных временных интервалов (все записи были разделены на участки продолжительностью 1 секунда, и количество активных нейронов вычислялось для каждого интервала) у мышей дикого типа была достоверно выше, чем у трансгенной линии 5xFAD (дикий тип: $17,67 \pm 1,07$ vs 5xFAD: $6,15 \pm 0,82$, $p < 0,0001$, тест Стьюдента). Для того, чтобы выяснить природу увеличенной активности нейронов в гиппокампальной сети у трансгенной линии все нейроны были распределены по группам: молчащие (число активаций в минуту $< 0,3$), среднеактивные ($0,3 <$ число активаций в минуту < 3) и гиперактивные (число активаций в минуту > 3). Число молчащих нейронов статистически ниже у мышей дикого типа (дикий тип: $5,22 \pm 0,91$ % vs 5xFAD: $11,06 \pm 2,21$ %, $p=0,0093$, тест Стьюдента), процент же среднеактив-

ных нейронов у группы мышей дикого типа статистически выше (дикий тип: $90,56 \pm 1,22 \%$ vs 5xFAD: $81,55 \pm 1,30 \%$, $p=0,0009$, тест Стьюдента), а число гиперактивных нейронов гиппокампа у трансгенной линии 5xFAD достоверно увеличено (дикий тип: $3,07 \pm 0,65 \%$ vs 5xFAD: $7,73 \pm 2,41 \%$, $p=0,0144$, тест Стьюдента). Таким образом, нейронная сеть гиппокампа трансгенной линии 5xFAD характеризуется нарушенным профилем активности нейронов, выраженным в увеличенном числе молчащих и гиперактивных нейронов.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-15-00049.

Matsuda S., Hamada F., Ishizuka N. The structure of dendritic spines // Dendritic Spines Biochem. Model. Prop. 2009. № 2. P. 151-162.

Perea G., Navarrete M., Araque A. Tripartite synapses: astrocytes process and control synaptic information // Trends Neurosci. 2009. № 32. P. 421-431. doi: 10.1016/j.tins.2009.05.001.

Cai D.J., Aharoni D., Shuman T., Shobe J., Biane J., Song W. et al. A shared neural ensemble links distinct contextual memories encoded close in time // Nature. 2016. 534. P. 115-118. doi: 10.1038/nature17955.

АКТИВАЦИЯ WNT КАСКАДА ПРИВОДИТ К ЧАСТИЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ НАРУШЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ У КРЫС

Герасимов К.А.^{1,2}

Добрякова Ю.В.
(julkadobr@gmail.com)

Короткова Т.А.¹
(ppurplepineapple@gmail.com)

Корягина А.А.¹
(koraljona3@gmail.com)

Маркевич В.А.¹
(markevich@ihna.ru)

Большаков А.П.¹
(al230679@yandex.ru)

¹Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии
Российской академии наук (Москва, Россия)

² Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н. И. Пирогова Минздрава России

Несмотря на различия в симптомах, ряд нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера, тяжелые формы болезни Паркинсона, деменция с тельцами Леви и т.д., имеет ряд общих элементов. Одним из таких элементов является нарушение функционирования холинэргической системы переднего мозга, происходящее в результате дегенерации холинэргических нейронов базальных ядер переднего мозга. Другим общим элементом является понижение активности внутриклеточного сигнального каскада wnt; предполагается, что этот элемент может лежать в основе гиперактивации киназы гликогенсинтазы 3-бета (GSK3b) и формирования нейрофибриллярных клубков гиперфосфорилированного тау-белка.

GSK3b является одним из ключевых ферментов в двух сигнальных каскадах – каскаде, запускаемом инсулиновым рецептором, и wnt каскаде, запускаемом frizzled (fzd) рецепторами. Исследования роли сигнального каскада wnt показали, что снижение активности wnt каскада приводит к накоплению бета-амилоида и активация каскада, напротив, препятствует его накоплению и подавляет экспрессию протеазы BACE, расщепляющей белок-предшественник амилоида (APP). Мы предположили, что роль wnt каскада не ограничивается функциями, связанными с процессингом APP, и он может быть вовлечен в регуляцию синаптической пластичности и способствовать поддержанию нормальной синаптической передачи при патологических условиях. В нашей работе мы изучили защитную роль гиперэкспрессии лиганда сигнального пути wnt (wnt3a) в условиях холинэргической дисфункции.

Эксперименты выполнили на половозрелых крысах-самцах Вистар (n = 64, масса тела 250–350 г). Холинэргическую дисфункцию индуцировали введением иммунотоксина 192IgG-сапорина в медиальную септальную область (МСО). Контрольным животным вместо иммунотоксина вводили физ.раствор. Все животные были случайным образом разделены на три экспериментальные группы, состоявшие из крыс, которым вводили 192IgG-сапорин и контрольную конструкцию (n = 20), животных, которым вводили фосфатно-солевой буфер и контрольную конструкцию (n = 24) и крыс, которым вводили 192IgG-сапорин и конструкцию, гиперэкспрессирующую wnt3a (n = 20). Электрофизиологическому и поведенческому исследованиям предшествовала хирургическая операция, во время которой делали инъекцию в МСО, а также в оба гиппокампа вводили вирусную конструкцию, несущую wnt3a или контрольную конструкцию в объеме 1 мкл/сторону. Эксперименты проводили через 21 день после операции.

Анализ влияния на синаптическую пластичность выполняли в серии электрофизиологических экспериментов in vivo (n = 34) под уретановым наркозом. Стимулирующий никель-хромовый электрод вживляли в вентральную гиппокампальную комиссуру (ВГК). Регистрирующий электрод имплантировали в область CA1. Базовую синаптическую активность регистрировали в течение 30 мин. После этого индуцировали долговременную потенциацию (ДП) в поле CA1, тетанизируя ВГК высокочастотной стимуляцией.

Начиная с 21-го дня после инъекции токсина, на оставшихся особях ($n = 30$) провели серию тестов для анализа поведенческой активности, включая «Открытое поле» (21-й день), «Сужающаяся дорожка» (22-26-й дни) и «Y-образный лабиринт» (26-й день).

У части крыс собирали образцы гиппокампов для оценки активности ацетилхолинэстеразы. Активность фермента в гиппокампе крыс определяли спектрофотометрическим методом. На фоне введения иммунотоксина выявили статистически значимое снижение активности фермента ($p < 0,0167$), а оверэкспрессия *wnt3a* не компенсирует индуцированный дефицит ($p < 0,0167$).

В первой серии ДП, индуцировали в синапсах ВГК-СА1 с помощью высокочастотной стимуляции ВГК, которая одновременно активирует аксоны, исходящие из МСО и области СА3 гиппокампа. В эксперименте наблюдали статистически значимый эффект основного воздействия на ответы, вызванные высокочастотной стимуляцией ВГК ($F_{1,19} = 5,99$, $p < 0,01$). Прирост амплитуды ВПСП у животных из группы, получавших иммунотоксин 192IgG-сапорин был статистически значимо ниже, чем у крыс, получавших инъекцию растворителя. У животных, которым одновременно вводили 192IgG-сапорин и конструкцию для оверэкспрессии *wnt3a*, выявили восстановление величины долговременной потенциации, оцениваемой по приросту амплитуды ВПСП, по сравнению со значениями амплитуды у животных, которым вводили только 192IgG-сапорин и вирусы с контрольной конструкцией. Таким образом, ДП, индуцированная одновременной активацией глутаматергических аксонов пирамидных нейронов зоны СА3 и септальных волокон критически зависит от активации септальных холинергических аксонов, а оверэкспрессия *wnt3a* частично восстанавливает нарушения, вызванные холинергическим дефицитом.

Во второй серии экспериментов при анализе горизонтальной или вертикальной двигательной активности или исследованных показателей поведения в тесте «Открытое поле» достоверных различий между группами не выявили. При анализе показатели тонкой координации движения в тесте «Сужающаяся дорожка» выявили существенное изменение у крыс, получавших инъекции 192IgG-сапорин. На фоне инъекции 192IgG-сапорин отметили статистически значимое снижение координации, измеренному по балльной шкале ($9,8 \pm 0,35$ баллов, $n = 11$) по сравнению со значением показателя у животных из контрольной группы ($11,3 \pm 0,21$, $n = 13$, $p < 0,01$) и животными, которым инъецировали аденоассоциированные вирусы, несущие кассету с *wnt3a* ($10,8 \pm 0,25$, $n = 10$, $p < 0,05$). Поведение спонтанного чередования рукавов в Y-образном лабиринте позволяет, хотя и в достаточно примитивной форме, оценить состояние кратковременной (рабочей) памяти. Введение 192IgG-сапорина приводило к выраженному нарушению чередования и оверэкспрессия *wnt3a* не предотвращала ухудшение показателей в этом тесте. Установлено, что чередования в контроле наблюдались на уровне $66,5 \pm 3,23$ %, а у животных из групп, которым вводили 192IgG-сапорин и 192IgG-сапорин с *wnt3a* $49,96 \pm 7,03$ % и $50,15 \pm 6,5$ % соответственно.

На основании данных, полученных при исследовании защитного эффекта активации канонического *wnt*-каскада на модели холинергического дефицита, вызванного введением иммунотоксина 192IgG-сапорин в МСО, показали, что при оверэкспрессии *wnt3a* в гиппокампе происходит частичное восстановление амплитуды синаптического ответа в области СА1 гиппокампа в ответ на стимуляцию ВГК и восстановление моторной активности в тесте «Сужающаяся дорожка».

ИМПЛИЦИТНАЯ КОНКУРЕНЦИЯ ОТВЕТОВ В ЗАДАЧЕ НА ДОПОЛНЕНИЕ СЛОВ С ДВОЙСТВЕННОЙ ДОСТРОЙКОЙ И ЕЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ

Гершкович В.А.¹

(*valeria.gershkovich@gmail.com*),

Морошкина Н.В.¹

(*Moroshkina.N@gmail.com*) Замковая М.Е.¹

Замковая М.Е.¹

(*mariaelenazamkovaya@gmail.com*)

Гулькин А.В.²

(*agulkin2001@mail.ru*)

Князева И.С.¹

(*knyazeva@ihb.spb.ru*)

Киреев М.В.¹

(*kireev@ihb.spb.ru*)

Аллахвердов В.М.¹

(*vimiall@gmail.com*)

Черниговская Т.В.^{1,2}

(*tatiana.chernigovskaya@gmail.com*)

¹ *Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)*

² *Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)*

Исследование посвящено изучению позитивного и негативного прайминг-эффектов, возникающих как результат разрешения конкуренции при достройке двойственных фрагментов слов. Традиционно, прайминг-эффекты подразделяются на перцептивные и концептуальные, однако вариативность получаемых эффектов и трудности диссоциации между задачами, которые должны провоцировать соответствующие виды прайминг-эффектов, привели к появлению гипотезы идентификации/продукции [Gabrieli et al. 1999]. В рамках указанной гипотезы прайминг-эффекты зависят от задачи, которую решает человек: задачи идентификации требуют только определить форму (например, лексическое решение) или значение стимула (например, название стимула), задачи продукции требуют сгенерировать ответ (например, ассоциации). В последнем случае, предполагается, что происходит активация нескольких конкурирующих репрезентаций, что требует вовлечения процессов селекции одного из вариантов ответа. При этом, согласно некоторым теориям [Gernsbacher et al. 2001; Аллахвердов 2000], сам процесс селекции предполагает активацию выбранной репрезентации (позитивный прайминг-эффект) и подавление альтернативных (негативный прайминг-эффект), конкурирующих за доступ к осознанию. Однако этот вопрос остается малоизученным.

Мы предположили, что при достройке двойственных фрагментированных слов, в которых фрагмент слова можно достроить двумя альтернативными вариантами, происходит конкуренция репрезентаций и, соответственно, включение механизмов селекции. Достройка тех же фрагментов в однозначном варианте выбора репрезентации не предполагает. Мы также предположили, что в результате селекции значений слов в условиях двойственной достройки, их связи с общим семантическим окружением должны изменяться: усиливаться в отношении выбранного значения и ослабевать в отношении невыбранного. Для проверки гипотез разработан внутригрупповой эксперимент, в котором варьировались однозначность/двойственность достройки фрагмента на первом этапе и сохранение выбранного варианта достройки/смена на ранее отвергнутый вариант на втором. Выборку составили 99 участников в возрасте от 18 до 42 лет ($M=25.3$, $SD=5.8$), 79 женщин, носители русского языка.

На основе предыдущих исследований [Kireev et al. 2022] для первого этапа были созданы словосочетания (прил + сущ). В существительном пропуск одной буквы позволял достраивать слово двумя альтернативными вариантами, например, п-рог (пирог/порог), пропуск другой бук-

вы позволял только однозначный вариант достройки (пир-г/-орог). Прилагательные с пропуском буквы задавали контекст для распознавания существительного (яб-очный п-рог/ дв-рной п-рог). Всего по 36 каждого типа (144 шт.). Для второго этапа было создано 72 словосочетания, в которых к тем же существительным на основе корпуса НКРЯ (<https://ruscorpora.ru/>) были подобраны прилагательные, подходящие к обоим вариантам достройки существительного (всего 36 пар, например, домашний пирог/домашний порог).

На первом этапе участникам предъявлялось 36 словосочетаний (18 однозначных и 18 двойственных) с инструкцией как можно быстрее достроить словосочетание до осмысленного варианта, нажать кнопку и произнести ответ вслух. Фиксировались время ответа и ошибки. Затем сразу наступал второй этап, на котором предъявлялось 36 новых словосочетаний без пропущенных букв. В этих словосочетаниях существительное либо совпадало со словом, достроенным на первом этапе, либо заменялось на альтернативный вариант достройки, прилагательное при этом подходило к обоим возможным вариантам. Задача участников – оценить, насколько сильно, на их взгляд, слова в предъявленном словосочетании связаны по смыслу (0 – совсем не связаны, 100 – сильно связаны). Фиксировались выбранное значение на шкале и время ответа. Все пробы, в которых на первом этапе была осознана двойственность достройки, исключались из анализа.

На первом этапе мы ожидали увеличение времени достройки двойственных фрагментов по сравнению с однозначными (свидетельство включения механизмов селекции). На втором этапе ожидался эффект прайминга: ускорение оценки в пробах с повторением ранее предъявленного слова по сравнению с пробами, где на втором этапе предъявляется альтернативное слово. Ожидался также эффект взаимодействия фактора двойственности и смены/сохранения слова: оценка семантической связи с прилагательным будет выше при повторении существительного и ниже при смене существительного на слово, альтернативное ранее достроенному в том случае, если на первом этапе была конкуренция их значений (двойственная достройка) по сравнению с пробами, где достройка была однозначной.

Результаты. На первом этапе время достройки двойственных стимулов ($M = 1.88$ с., $SD = 0.45$) значительно дольше, чем время достройки однозначных ($M = 1.75$ с., $SD = 0.37$) ($p = .004$). На втором этапе значимых эффектов фактора количества вариантов достройки, а также его взаимодействия с фактором смены/сохранения существительного обнаружено не было. Обнаружено влияние фактора сохранения/смены слова: при сохранении существительного семантическая близость слов оценивается выше ($M = 75.4$ балла, $SD = 15$), чем при изменении ($M = 73.1$ балла, $SD = 15$) ($p = .004$), а время оценки значительно быстрее при сохранении ($M = 2.91$ с., $SD = 0.33$), чем при изменении слова ($M = 3.04$ с., $SD = 0.34$) ($p < .001$).

Таким образом, достройка двойственных фрагментов требует больше времени, чем достройка однозначных вариантов, что согласуется с данными других исследователей [Neuman et al. 2001]. Последствия разрешения двойственности на оценку семантической связности слов обнаружить не удалось. При этом был обнаружен положительный прайминг-эффект от повтора слова не только на скорость оценки, но и на саму оценку семантической близости. Можно предположить несколько объяснений. На первом этапе при идентификации и произнесении слова активировалось его семантическое окружение, соответственно, на втором этапе при повторении слова его семантические связи были уже преактивированы, и семантическая близость оценивалась выше и быстрее (эффект семантического прайминга). Можно также предположить, что повтор слова на втором этапе провоцировал повышение беглости его обработки, которое участники ошибочно атрибутировали оценке семантической близости предъявленных слов.

Финансирование работы

Исследование поддержано грантом РФФИ № 23-18-00-407.

Аллахвердов В.М. Сознание как парадокс. СПб.: Издательство ДНК, 2000.

Gabrieli J.D., Vaidya C.J., Stone M., Francis W.S., Thompson-Schill S.L., Fleischman D.A., Wilson R.S. Convergent behavioral and neuropsychological evidence for a distinction between identification and production forms of repetition priming // Journal of Experimental Psychology: General. 1999. № 128(4). P. 479-498.

Gernsbacher M.A., Keysar B., Robertson R.R., Werner N.K. The role of suppression and enhancement in understanding metaphors // Journal of Memory and Language. 2001. № 45(3). P. 433-450.

Heyman T., Van Akeren L., Hutchison K.A., Storms G. Filling the gaps: A speeded word fragment completion megastudy // Behav Res. 2016. № 48. P. 1508-1527.

Kireev M., Gershkovich V., Moroshkina N., Slioussar N., Allakhverdov V., Chernigovskaya T., Korotkov A., Masharipov R., Zheltyakova M., Cherednichenko D. Suppression of non-selected solutions as a possible brain mechanism for ambiguity resolution in the word fragment completion task // Scientific Reports. 2022. № 12(1).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОТ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ И ЭКСТРАЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Глебкин В.В.¹

(gleb1514@gmail.com),

Кузнецова В.А.²

(variokotik@gmail.com),

Ивлева Е.А.³

(ikate2706@gmail.com),

Боханов Н.Д.⁴

(nick.bokhanov@gmail.com)

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, школа № 1514 г. Москвы (Москва, Россия)

² независимый исследователь (Франкфурт-на-Майне, Германия)

³ независимый исследователь (Москва, Россия)

⁴ независимый исследователь (Москва, Россия)

Представление о том, что различные носители языка используют, воспринимают и оценивают язык по-разному, кажется интуитивно очевидным и лежит в основе широкого спектра как теоретических, так и практических исследований в области когнитивной лингвистики. Тем не менее, в ряде фундаментальных теорий, оказавших заметное влияние на лингвистику последней трети XX века и в определенной степени сохраняющих это влияние в первой четверти XXI века [напр., Chomsky 1965; 1975; Wierzbicka 1985, p. 19, 69-70, 212, 332-333; 1996, p. 347; ср. Schutze 1996, p. 24-26], важное место занимает тезис о тождественности языковых компетенций, присущих «компетентным» носителям языка, и связанное с этим представление об интроспекции как главном способе верификации теоретических утверждений. Важно подчеркнуть, что авторы указанных теорий аргументируют свою позицию ссылками на установки философского рационализма XVII-XVIII вв. [напр., Chomsky 2006, p. 9-12; 2009, p. 59-77; Wierzbicka 1980, p. 9-10; 1996, p. 13; 2015, p. 385], т.е. в ее основе лежат не экспериментальные наблюдения, а спекулятивные утверждения, ограниченность которых была наглядно продемонстрирована последующей философской традицией.

Представленная в заявленном докладе серия экспериментов проверяла тезис о тождественности языковых компетенций носителей языка в области семантики. Важным теоретическим основанием проведенных экспериментов является выделение трех областей в пространстве всех возможных предложений русского языка: области А корректных предложений (предложений, которые все «компетентные» носители языка оценивают как корректные, напр., *Молодая девушка быстро шла по улице*), области В некорректных предложений (предложений, которые все «компетентные» носители языка оценивают как некорректные, напр., *Испуганный тангенс треугольника проливал синусы над тензорным яблоком*) и области С «сомнительных» предложений, которые «компетентный» носитель языка не может однозначно оценить ни как корректные, ни как некорректные (напр., *Крупный запах голландского сыра отчетливо ощущался на кухне*) [Глебкин, Кузнецова 2022, с. 46-47]. Тогда, если тезис о тождественности языковых компетенций справедлив, все (на практике – значимое большинство) носителей языка должны оценивать эти предложения как «сомнительные». Если значительная часть носителей оценит эти предложения как корректные и значительная часть как некорректные, это будет говорить о несовпадении языковых компетенций.

Представленная в данном докладе серия из восьми экспериментов (в сумме 1741 участник различного возраста, пола, образования и вида деятельности) проверяла на различном материале (56 предложений русского языка, относящихся к группе С и включающей в себя различные типы «сомнительных» коллокаций) тезис о тождественности языковых компетенций носителей языка, а также влияние различных лингвистических и экстралингвистических факторов на оценку предложений группы С.

В экспериментах проверялась зависимость оценок предложений группы С от пола, возраста, образования, вида деятельности (в частности, в экспериментах принимали участие студенты-филологи и студенты Литературного института, а также профессиональные лингвисты, специали-

рующиеся в области русского языка), от способа восприятия предложения (чтение напечатанного текста или на слух), от положения «сомнительной» коллокации в предложении (напр., *Шершавый вид городской свалки открылся за поворотом* и *За поворотом открылся шершавый вид городской свалки*).

В ходе экспериментов участников просили оценить по шкале от 1 до 5 (1 – предложение абсолютно не соответствует нормам русского языка, 2 – предложение, скорее всего, не соответствует нормам русского языка, 3 – оценка соответствия нормам русского языка вызывает затруднения, 4 – предложение, скорее всего, соответствует нормам русского языка, 5 – предложение полностью соответствует нормам русского языка) корректность выступающих для них в качестве стимулов предложений группы С, не привлекая никаких рациональных соображений, но опираясь исключительно на их языковую интуицию. Время оценки одного предложения составляло в среднем 20-30 сек.

Основные результаты, полученные в указанных экспериментах, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Проведенные эксперименты дали убедительное опровержение постулата о тождественности языковых компетенций носителей языка в области предложений группы С. Расхождения в оценке всех используемых в экспериментах предложений были существенными. Сделанное утверждение справедливо как для обычных носителей языка, так и для экспертов. Эксперты в целом оценивали предложения критичнее, и гомогенность их оценок была выше, но расхождения между ними оказались также значительными [Глебкин, Кузнецова 2022, с. 56-57].

1.1. Несогласованность в оценках присуща не только различным носителям языка, но и одному носителю. Один и тот же участник эксперимента в двух различающихся по времени (но совпадающих по месту и процедуре) сериях в значительном числе случаев оценивал одно и то же предложение по-разному.

2. Каких-либо универсальных закономерностей, демонстрирующих корреляцию оценки с возрастом, полом, образованием выявить не удалось. Можно утверждать, что оценка зависит от сложной совокупности лингвистических и экстралингвистических факторов: респонденты с разным уровнем образования заметно различались в оценках предложений одних типов и не показывали значимых различий в оценках предложений других типов. Сказанное справедливо также для респондентов различного пола, вида деятельности и т.д.

2.1. В качестве одного из важных локальных результатов можно отметить расхождение в оценках предложений с безличными гендерными маркерами (напр., *Он прилетел вечерним рейсом, и его встретил горький шум города*) респондентами мужского и женского пола. Если гендеры агенса в подобном предложении и респондента совпадали, такое предложение оценивалось в среднем выше, чем в противоположном случае, если его эмоциональная окраска была нейтральной или положительной, и ниже, если окраска была отрицательной.

Глебкин В.В., Кузнецова В.А. Языковая компетенция как объект экспериментального исследования // Русский язык в научном освещении. 2022. № 43(1). С. 44-76.

Chomsky N. Aspects of the theory of syntax. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.

Chomsky N. The logical structure of linguistic theory. New York: Plenum, 1975.

Chomsky N. Language and mind. Cambridge etc.: Cambridge University Press, 2006.

Chomsky N. Cartesian Linguistics. A Chapter in the History of Rationalist Thought. Cambridge etc.: Cambridge University Press. First edition in 1966, 2009.

Schutze C. The empirical basis of linguistics: Grammaticality judgements and linguistic methodology. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

Wierzbicka A. Lingua mentalis: The Semantics of natural Language. Sydney etc.: Academic Press, 1980.

Wierzbicka A. Lexicography and Conceptual Analysis. Ann Arbor: Karoma, 1985.

Wierzbicka A. Semantics: primes and universals. Oxford, N.Y.: Oxford University Press, 1996.

НЕЙРОКОГНИТИВНАЯ ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО И ГРУППОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНОГО НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКО-СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ СТОЛИЧНОГО МЕГАПОЛИСА

Глебов В.В.
(vg44@mail.ru)

Шевцов В.В.
(vg44@mail.ru)

Российский университет дружбы народов имени П.Лумумбы (Москва, Россия)

Актуальность. Поведение – это сложный процесс взаимодействия личности и окружающей среды, опосредованный индивидуальными особенностями и внутренней деятельностью личности, оцениваемый с социальной позиции «норма/ненормальность». Психически больной человек или имеющие некоторые проблемы (например, акцентуацию) считается девиантным, поведение, которого отклоняется от наиболее значимых и социально принятых норм, причиняет вред обществу и личности и сопровождается социальной дезадаптацией. Как показано в работах ряда авторов [Исачев, Черноризов, Адамович, Гудков 2017] поведенческие расстройства зависят от многих факторов (личностных, возрастных, ролевых, психоэмоциональных, установочных и т.д.). Большую роль в этом играют и условия среды обитания человека [Глебов, Шевцов, Ефремова 2023]. Необходимо отметить, что в последнее время тема воздействия среды обитания на психическое здоровье и когнитивные функции получает большой отклик в научном мире. Это подтверждает относительно недавно опубликованные результаты лонгитюдного исследования китайских ученых Xin Zhanga, Xi Chenb and Xiaobo Zhangd (2018) где оценивалось текущее и кумулятивное влияние химического загрязнения воздуха на когнитивные способности большой выборке китайского населения. Проводилось сопоставления результатов вербальных и логических тестов на возрастной выборке 10 лет и старше в ходе национального репрезентативного опроса и данными о качестве воздуха в соответствии с точными датами и местами проведения интервью. Было выявлено, что накопленное воздействие химического загрязнения воздуха ухудшает результаты тестов исследуемых. Более того с возрастом людей отрицательный эффект становится более выраженным, особенно у мужчин.

Исследователи делают вывод о разрушительном воздействии химического загрязнения воздуха на когнитивные способности, особенно на стареющий мозг, подразумевая, что косвенное воздействие токсичности среды на социальное благосостояние может быть намного больше, чем считалось ранее. В этой связи **целью** данного сообщения дать оценку воздействия факторов окружающей среды на когнитивную сферу и поведения школьного населения, проживающего в Москве.

Материалы и методы. Наши лонгитюдные исследования проводились (2013-2019) на выборке 399 практически здоровых учеников 2-6 классов (в возрасте от 8,3 до 12,7 лет), которые проживали в разных административных округах г. Москвы: ЮЗАО (Юго-Западный) и ЮВАО (Юго-Восточный) и имели разные условия проживания.

В исследовании использовали стандартную анкету с блоком вопросов социально-экономического и экологического характера. Исследование интеллекта школьного населения мы осуществляли с помощью теста Кеттелла. Оценка разных видов памяти (зрительной, долговременной и кратковременной) исследовали по методике А. Р. Лурии.

Для статистической обработки результатов исследования использовались стандартные статистические методы: дисперсионный однофакторный анализ, метод ранговой корреляции Спирмена, t-критерий Стьюдента.

Оценка влияние факторов среды на психофункциональное состояние школьников оценивалось методом однофакторного дисперсионного анализа One-way ANOVA. Влияние считалось значимым при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Анкетирование выявило, что проживания учащихся имело разные условия. На этом основании учащихся мы поделили на 4 группы: *Гр1* – проживала в неблагоприятной экологической и социальной среде, *Гр2* – в неблагоприятной экологической и благоприятной социальной среде, *Гр3* – в неблагоприятной социальной и благоприятной экологической среде, *Гр4* (контроль) – в благоприятной социальной и экологической среде. В качестве эталона (контрольная группа) мы взяли школьников 4 группы где условия эко-социальной среды были оптимальными и сопоставимыми для сравнения.

В качестве неблагоприятных условий выступали: высокое химическое загрязнение воздуха, шум; социальными дистресс факторами были низкий социально-экономический статус семьи, плохие условия проживания, гипер и гипопека.

Тест Кеттелла показал, что факторы окружающей среды оказывают значимое влияние на интеллектуальное развитие исследуемой выборки. Так сочетанное воздействие неблагоприятной экологической и социальной среды в группе *Гр1* показала снижение показателей по уровням интеллектуального развития: максимальные значения процента встречаемости детей на «низком» (42,4 %) «ниже среднем» (24,3 %) и «среднем» (26,1 %). При благоприятной сочетаемости средовых факторов отмечается обратная картина. Так в контрольной группе показатели процента встречаемости школьников по интеллектуальному развитию имели высокие результаты на «среднем» уровне (59,8 %), «выше среднего» (23,1 %) и «высоком» (7,1 %). В подгруппе *Гр2* и *Гр3* интеллектуальное развитие школьников занимали промежуточное место между группами *Гр1* и *контролем*.

Оценка зрительной, долговременной и кратковременной памяти между *Гр1* и *К* показала значимые различия ($p < 0,05$): оценка *кратковременной памяти Гр1* показало увеличение числа школьников по уровням «низкий» (30,1 %), «удовлетворительный» (57,1 %), «хороший» (12,8 %) и не одного школьника с уровнем запоминания «отличный». В *контрольной* группе показатели были следующими: «низкий» (13,2 %), «удовлетворительный» (46,1 %), «хороший» (28,2 %), «отличный» (12,5 %).

Важно также отметить, что в *Гр1* отмечался достаточно высокий уровень девиантных школьников (32,7 %), в *Гр2* (21,1 %), в *Гр3* (20,4 %) и ни одного в *контрольной* группе. Девиантное поведение отмечалось в форме краж и протекций (34,7 %), агрессивных действий – оскорблений, драк, побои (32,1 %), уклонение от гражданских обязанностей – прогулы, бродяжничество, алкоголизм, наркомания, токсикомания (35,3 %). В группе девиантных школьников также отмечалось ослабление мнестической функции: сложности с запоминанием, связной речи и передачи информации, мышления и концентрации внимания.

Выводы. Таким образом, анализ результатов анкетного исследования, психологического тестирования интеллекта и памяти исследуемой выборки школьников дает основание сделать следующий вывод: неблагоприятная экосоциальная среда негативно воздействует на мнестическую функцию школьного населения. Это в свою очередь оказывает влияние на поведение школьников, которая протекает в девиантной форме в виде краж, агрессии, прогулов и алкоголизма.

Глебов В.В., Шевцов В.В., Ефремова Д.Н. Многофакторная модель индивидуального и популяционного здоровья человека // Российский кардиологический журнал. 2023. Т. 28. № S5. С. 47-48.

Исайчев С.А., Черноризов А.М., Адамович Т.В., Гудков В.Н. Психофизиологические индикаторы динамики эмоциональных состояний в процессе социально-психологического тестирования межэтнических и межконфессиональных установок // Фундаментальные и прикладные исследования современной психологии. Результаты и перспективы развития; Отв. ред. А.Л. Журавлев, В.А. Кольцова. М., 2017. С. 1549-1556.

Xin Zhanga, Xi Chenb and Xiaobo Zhangd. The impact of exposure to air pollution on cognitive performance // PNAS. 2018. September. № 11. V. 115. № 37. P. 9193-9197.

ДВУСМЫСЛЕННОСТЬ И КОГНИТИВНОЕ ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

Головачева И.В.
(igolovacheva@gmail.com)

Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

Инструментарий когнитивного литературоведения, как и любой другой метод прочтения текстов, не универсален, однако представляется незаменимым для интерпретации, в частности двусмысленных произведений (*ambiguous narratives*) [Van Krieken 2018]. Примером решения проблемы двойственности послужит анализ наивного и критического прочтений знаменитой новеллы о двойниках – «Вильяма Вильсона» («William Wilson», 1839) Эдгара По [Рое 1978]. Ей посвящено множество исследований, вся совокупность которых лишь в малой степени способствует целостному и непротиворечивому ее восприятию. Критики оценивают повествователя в этом тексте как «ненадежного рассказчика» и эта позиция не вызывает возражений. Однако данная повествовательная оптика хотя и корректирует наивное прочтение, но не приводит к интегральной интерпретации данного парадоксального текста. Предложенные ранее точки зрения на новеллу По в большинстве своем грешат тем, что игнорируют частное ради общего. Так, версия паранойи протагониста не объясняет следующего факта: наличие двойника подтверждено свидетелями. Приняв психопатологическую интерпретацию, критик оказывается не только в тупике тотального недоверия, но и в ситуации когнитивного обрушения, так как очевидно, что мы имеем дело не с абсурдистскими «записками сумасшедшего», а с текстом, предъявляющим биографическую историю преступления, снабженную мотивировкой. На реальность происходящего как будто указывает тот факт, что читателю предъявлены письменные показания. Не ясно, однако, кто именно дает признательные показания, так как убийца в финале приравнен к жертве, двойнику. Химерический и порой онейрический образ двойника, Второго Вильяма Вильсона, представляет собой центральную, но не единственную загадку. Другая проблема возникает вследствие резких смен регистра, повествовательной манеры – пафосный финал обрывает все менее подробное аналитическое изложение фактов.

Особый вызов данная новелла предъявляет, как это ни парадоксально, именно специалистам по творчеству Э. По. Зная постулаты эстетической теории «единого эффекта», декларированной великим американцем в [Рое 1842], трудно не согласиться с тем, что все парадоксы «Вильяма Вильсона» им рассчитаны. Следовательно, конструируемая двусмысленность [Brooks 2010] направлена на создание специфического эффекта. Но какого именно эффекта добивается автор, в особенности с учетом того, что сюжет в конечном итоге предстает в качестве «невозможного объекта» [Penrose and Penrose 1958]? При этом трансформация прежде «правдоподобного» повествования в самоотрицающий текст происходит неожиданно и словно в нарушение «контракта с читателем». Инструментарий когнитивистики, в частности [Dennett 1981], и когнитивного литературоведения [Walsh 2010] позволяет предложить новую интерпретацию новеллы По как текста, исследующего двусмысленность и с этой целью расставляющего логические ловушки. В таком свете несообразности новеллы оказываются парадоксально эффективными. «Удовольствие от текста» [Барт 1994] проистекает не столько из интереса к оригинально представленному двойническому сюжету, эксплуатирующему эффект *vertigo*, сколько из вовлеченности в придуманную автором когнитивную игру [Cave 2016], которая предполагает в том числе кинестетическую активность: взыскующий ясности читатель, прочитав загадочный финал, пролистывает новеллу в обратном порядке, чтобы возвратиться к не менее загадочному зачину.

Барт Р. Удовольствие от текста // Р. Барт. *Избранные работы: Семиотика. Поэтика*. М.: Прогресс, 1994. С. 462-518.

Brooks D. *Ambiguity, the literary, and close reading. Comparative Literature and Culture 12.4 Thematic issue*. P. Bartoloni, A. Stephens (ed.) *Ambiguity in culture and literature*. 2010. Web-resource: URL: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1677&context=clweb>.

Cave T. *Thinking with literature: towards a cognitive criticism*. New York: Oxford University Press, 2016.

Dennett D. *Are dreams experiences?* In: D.C. Dennett (ed.) *Brainstorms: philosophical essays on mind and psychology*. MIT Press, 1981. P. 129-148.

Penrose L., Penrose R. *Impossible objects: a special type of visual illusion* // *British Journal of Psychology*. 1958. № 49. P. 31-33.

- Poe E.A. Review of Twice-Told Tales. Graham's Magazine, 1842. May. P. 298-300.*
- Poe E.A. William Wilson. In: Th. O. Mabbott (ed.). The Collected Works of Edgar Allan Poe. V. II: Tales and Sketches. Cambridge (Mass), London: The Belknap Press, Harvard University Press, 1978. P. 422-451.*
- Walsh R. Dreaming and narrative theory. In: Fr. L. Aldama (ed.). Toward a cognitive theory of narrative acts: cognitive approaches to literature and culture. Austin: University of Texas Press, 2010. P. 141-157.*
- Van Krieken K. Ambiguous perspective in narrative discourse: effects of viewpoint markers and verb tense on readers' interpretation of represented perceptions // Discourse Processes. 2018. № 55:8. P. 771-786.*

ДВУХУРОВНЕВОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ОСВОЕНИЯ ЯЗЫКА

Головина А.А.¹,
(alinagolovina88@icloud.com)

Александрова Н.Ш.²
(nina.alexandrova@gmx.net),

Яхно В.Г.^{1,3}
(yakhno@ipfran.ru)

¹ *Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

² *независимый исследователь*

³ *ФИЦ Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук*

Язык – один из ключевых аспектов человеческой коммуникации и мышления. В данной работе, опираясь на данные из [Paradis 2004; Alexandrova et al. 2021; Александрова 2020], представлены примеры двухуровневого описания процесса освоения языков, которые включают в себя как имплицитное, так и эксплицитное знание.

На первом уровне разрабатываются алгоритмы для сохранения основных знаний, забываемого каркаса языка, который приобретаетса произвольно и становится неотъемлемой частью здорового человека. Этот уровень включает в себя механизмы, которые позволяют человеку автоматически улавливать и использовать языковые структуры без активного осознания этого процесса. Языковой каркас может быть нарушен только в случае болезни (травмы).

На втором уровне разрабатываются алгоритмы для обработки и запоминания языковых навыков произвольным способом, который приводит к приобретению языковых навыков забываемой природы. Этот уровень включает в себя активное изучение стихотворений, лексики, правил грамматики и другие аналогичные процессы. Таким алгоритмам обучения хорошо подходит название – развитие «артистических» способностей. Характерным является возможность забывания, если освоенный материал долго не использовался.

Биологический забываемый каркас языковой функции (проявляется как способность вербального общения на родном языке) в социуме обрастает навыками забываемой природы (варианты алгоритмов «артистизма») и служит для них обязательной основой. При разрушении забываемого каркаса языковой функции (афазии вследствие болезни или травмы) страдают все другие проявления функционирования языковой системы (билингвизм, письменная речь).

Имплицитное и эксплицитное знания взаимодействуют и дополняют друг друга, обеспечивая человеку возможность свободно и эффективно использовать язык в различных ситуациях. Понимание этого двухуровневого процесса освоения языка имеет большое значение для разработки методик обучения и изучения языков, а также для понимания механизмов коммуникации и мышления человека.

Опираясь на анализ литературы [Paradis 2004; Alexandrova et al. 2021; Александрова 2020], используем наиболее простую базовую модель из балансных уравнений для качественного описания механизмов переключения между динамическими режимами изменения алгоритмических возможностей при функционировании живых систем [Alexandrova et al. 2021; Александрова 2020]:

$$\frac{dk_i}{dt} = Y_i(t) \left(-\frac{k_i}{\tau_{2k_i}} + \frac{1}{\tau_{1k_i}} F_i[-\tau_i + \gamma_{ii} k_i - \sum_{j \neq i} \gamma_{ij} k_j] \right), \quad (1)$$

$$\frac{dV_p}{dt} = Y_p(t) \left(-\frac{V_p}{\tau_{2V_p}} + \frac{1}{\tau_{1V_p}(k_i)} F_p[-\tau_p + \gamma_{pp} V_p - \sum_{j \neq p} \gamma_{pj} V_j] \right), \quad (2)$$

где, k_i – количество алгоритмов для создания «каркаса – забываемые знания»; V_p – количество алгоритмов для создания «забываемые знания». τ_1 – характерное время освоения; τ_2 – характерное время забывания; $F_0 []$ – ступенчатообразные функции, крутизна которых характеризует разброс величин порогов около усредненных значений; γ_{ij} – весовые коэффициенты, взаимной связи между подсистемами; $-\tau_i$ – порог запуска алгоритмов

обучения; i и p – количество вариантов ситуаций, на которые обучался каркас языка (i) и алгоритмы «артистизма» (p); $Y(t)$ – управляющий модуль, реализован через заданные временные функции смены внешних ситуаций, которые стимулировали обучение.

На рис. 1 приведены результаты расчетов, иллюстрирующие динамику обучения для двух видов ситуаций, способствующих развитию изучаемой системы (т.е. $i=2$ и $p=2$). Имплицитное обучение каркасу языка может привести к различным уровням имплицитных алгоритмов (точки 1 и 2 после 20 шагов обучения на рис. 1а). Предполагается, что при больших значениях должны происходить характерные изменения в динамике эксплицитного обучения, связанные с уменьшением $\tau_{1VP}(k_i)$, если $i = p$, и увеличением $\tau_{1VP}(k_i)$, если i не равно p . Расчеты, представленные на рис. 1б и на рис. 1в (после 10 шагов обучения алгоритмам «артистизма»), подтвердили такую динамику изменений количества алгоритмов, связанных с «забываемыми знаниями». При значениях k_1 (точка 1 на рис. 1а) лучше формируются алгоритмы V_1 , а при превышении k_2 над k_1 (точка 2 на рис. 1а) лучше формируются алгоритмы V_2 .

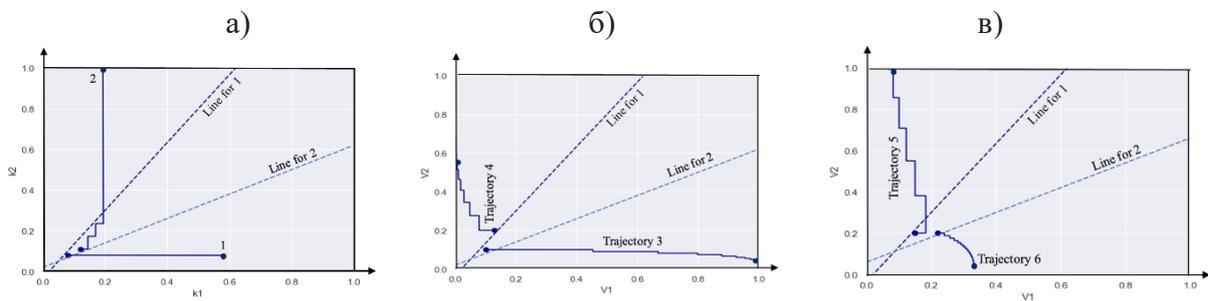


Рис. 1. Примеры движения изображающих точек на фазовых плоскостях:

а) варианты возможных процессов имплицитного обучения на плоскости (k_1, k_2) ; б) более успешное развитие эксплицитных алгоритмов V_1 (траектория 3) по сравнению с V_2 (траектория 4), в случае использования каркаса, где $k_1 > k_2$; в) более успешное развитие эксплицитных алгоритмов V_2 (траектория 5) по сравнению с V_1 (траектория 6), в случае $k_2 > k_1$. Пунктирными линиями изображены пороги переключения для k_1 и k_2 на рис. а, соответственно V_1 и V_2 на рис. б и в

Предложенная структура формализованных моделей для двухуровневого описания процесса освоения языка и проведенные с их помощью демонстрационные расчеты показали свою эффективность. Развитие адекватного языка описания для механизмов многозадачной коммуникации и мышления человека требует рассмотрения более широкого спектра динамических режимов взаимодействия модельной системы с окружающей средой и нахождения успешных соответствий экспериментальным данным.

Александрова Н.Ш. Билингвизм и другие проявления функционирования языковой системы в свете пластичности мозга // Языкознание. Филологические науки. 2020. № 6. С. 170-176. doi: 10.20339/PhS.6-20.170.

Головина А.А., Яхно В.Г. Математическое моделирование многозадачных режимов в нейроноподобных распознающих системах // Нелинейные дни в Саратове для молодых: сборник научных трудов. Вып. 17. Саратов, 2023. 162 с. ISSN 2949-2459.

Paradis M. A Neurolinguistic Theory of Bilingualism. 2004 Amsterdam/Philadelphia John Benjamins.

Alexandrova N.Sh., Antonets V.A., Kuzenkov O.A., Nuidel I.V., Shemagina O.V., Yakhno V.G.: Bilingualism as an Unstable State: Advances in Cognitive Research, Artificial Intelligence and Neuroinformatics, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021, Volume 1358, Page 359-367 DOI: 10.1007/978-3-030-71637-041.

ИМПЛИЦИТНЫЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОППОЗИЦИИ КАК КОГНИТИВНЫЙ ПАРАМЕТР ХАРАКТЕРИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Горбунова Н.Н.
(gorbunova@pgu.ru)

Пятигорский государственный университет (Пятигорск, Россия)

С когнитивной точки зрения термины рассматриваются как репрезентанты структур специального знания [Голованова 2011], и уже более тридцати лет назад терминоведы отмечали, что роль когнитивной науки особенно велика в том, чтобы: а) рассмотреть структуру специального понятия, представляемого термином, б) выявить механизмы формирования такого понятия, специфика которых, несомненно, обуславливает его структуру [Wijnands 1993]. Между тем, репрезентация термином специального понятия – процесс комплексный (с определенной долей упрощения мы отразили его на схеме 1).

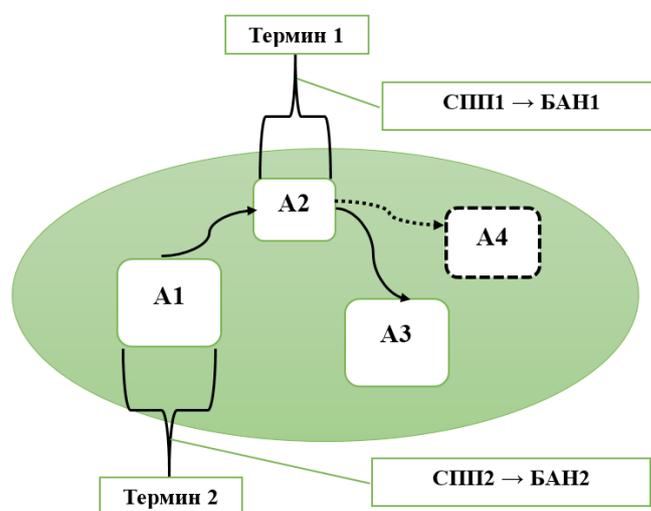


Схема 1. Процесс репрезентации термином специального понятия

На схеме 1 представлено наше понимание того, как отражается в семантике термина специальное понятие и каким образом на основе этого могут возникать терминологические оппозиции. В терминологических единицах, как правило, репрезентацию находит лишь часть понятия (на схеме понятия определенной специальной предметной сферы обозначены как А1, А2 и А3); крайне редко можно встретить термины, в которых отражается весь содержательный объем референтного понятия. В подавляющем большинстве случаев репрезентируется салиентный (центральный для субъекта терминотворчества) признак понятия (СПП на схеме). СПП может находить несколько видов представления как во внешней, так и во внутренней форме термина [см. подробнее об этом: Лейчик 2009; Алимуратов, Раздубев 2016] в виде базового аспекта номинации (БАН на схеме), определяющего, в том числе, и степень мотивированности термина.

Терминологическая оппозиция может возникать в трех случаях: 1) когда термины отражают разные СП одного и того же понятия (в нашем эмпирическом материале такие примеры не встретились, однако похожие случаи разбираются в [Алимуратов, Лату, Раздубев 2012]); 2) когда термины отражают сходные СП контрарных специальных понятий (в этом случае СПП1 = СПП2, откуда следует, что БАН1 = БАН2); 3) когда термины отражают сходные СП контрадикторных специальных понятий (СПП1 = СПП2 по тем же причинам, что и в случае 2). В ходе анализа англоязычных терминов предметной области менеджмента мы пришли к выводу о том, что оппозиции терминов не всегда являются фактически выраженными, т.е. не всегда вербализуются терминокомпонентами или терминологическими элементами (например, аффиксами) [Алимуратов, Лату 2010].

Если СП специального понятия представлен в виде базового аспекта номинации в системном основообразующем терминокомпоненте, а различительный семантический компонент вербализуется классифицирующим(и) компонентом (компонентами) многокомпонентных терминов, оппозиция по классифицирующему терминокомпоненту может являться имплицитной. Это про-

исходит, когда один из членов оппозиции в анализируемой терминосистеме отсутствует, но его появление в дальнейшем, как и его потенциальную форму, можно спрогнозировать. В результате формируется невербализованное смысловое пространство (или понятийная лакуна), предполагающее возможность формирования нового специального понятия и – как следствие – нового термина, его репрезентирующего.

Например, для различительного семантического компонента «цвет/материал» в анализируемом нами терминокорпусе характерны оба типа оппозиций: одна из них фактическая, или эксплицитная – white-collar worker («белый воротничок») и blue-collar worker («голубой воротничок»); white knight («белый рыцарь») и black knight («черный рыцарь»), «промежуточными» между которыми стоят yellow knight («желтый рыцарь») и grey knight («серый рыцарь»). Нельзя не отметить и имплицитную терминологическую оппозицию, представленную такими лексическими единицами, как golden handcuffs («золотые наручники»), golden parachute («золотой парашют»), tin parachute («оловянный парашют»), «жестяной парашют») [Kurian 2013].

Отдельную группу в том, что касается формирования имплицитных терминологических оппозиций в рамках предметной области «Management», составляют эпонимичные терминологические единицы. Может показаться, что термину с онимическим компонентом нельзя противопоставить обычный, неэпонимичный, термин. Однако мы считаем, что создание оппозиции «эпонимичный термин – обычный термин» вполне возможно. Наш анализ показывает, что в рамках терминов-эпонимов могут образовываться, как правило, именно имплицитные оппозиции, т.е. эпонимичный термин семантически противопоставляется несуществующему пока что неэпонимичному термину. Например, в данной связи заслуживает упоминания термин Cog's ladder («лестница Кога», т.е. модель развития групповых отношений в рабочей группе); такому термину можно поставить в семантическую оппозицию потенциально возможный термин individual development model.

В чем заключается когнитивная значимость имплицитных терминологических оппозиций для характеристики соответствующей предметной области? Для нас значимость рассматриваемых оппозиций заключается, прежде всего, в возможности их использования для фиксации потенциальных точек приращения научного знания, своеобразных «точек роста», расширения, детализации предметной области.

Велик и предиктивный потенциал такого рода семантических корреляций между терминологическими единицами: учитывая близость или тождество БАН, репрезентируемых основообразующими терминокомпонентами, и потенциальную контрарность / контрадикторность различительных семантических компонентов, можно спрогнозировать структуру потенциально возможного члена имплицитной семантической оппозиции.

Алимурадов О.А., Лату М.Н. Особенности моделирования семантики терминологических оппозиций (на материале англоязычной военной терминологии) // Вестник Иркутского государственного лингвистического университета. 2010. № 3. С. 6-15.

Алимурадов О.А., Лату М.Н., Раздубев А.В. Особенности структуры и функционирования отраслевых терминосистем (на примере терминосистемы нанотехнологий): монография. Изд. 2-е испр. и доп. Пятигорск: СНЕГ, 2012. 128 с.

Голованова Е.И. Введение в когнитивное терминоведение: учебное пособие. М.: Флинта: Наука, 2011. 221 с.

Лейчик В.М. Терминоведение: предмет, методы, структура. 3-е изд. М.: URSS, 2007. 254 с.

Раздубев А.В., Алимурадов О.А. Некоторые антропоцентрические параметры терминологической номинации (на материале терминов-эпонимов сферы нанотехнологий) // Когнитивные исследования языка. Материалы Круглого стола «Антропоцентрический подход в когнитивной лингвистике» (08 ноября 2016 года, г. Москва), 2016. Вып. XXVII. С. 580-591.

Kurian G.T. The AMA Dictionary of Business and Management. NY; Chicago: American Management Association, 2013. 298 p.

Wijnands P. Terminology versus Artificial Intelligence // Terminology: Applications in Interdisciplinary Communication / Ed. by H.B. Sonneveld, K.L. Loening. Amsterdam; Philadelphia: John Benjamins Publishing Co., 1993. P. 165-180.

ОТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОПЫТА ИЗ РАЗНЫХ ЕГО ДОМЕНОВ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПО НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ

Горкин А.Г.

(agorkin@yandex.ru),

Михайлова Н.П.

(agorkin@yandex.ru)

Рождествин А.В.

(agorkin@yandex.ru)

Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Одним из ключевых положений системно-эволюционного подхода является принцип системоспецифичности нейрона [Швырков 1995, Александров 2005]. В ситуации научения в процессе системогенеза происходит формирование функциональной системы поведенческого акта, которая направлена на достижение результата и фиксирует способ его достижения в конкретных условиях среды. Эта функциональная система и соответствующий ей элемент индивидуального опыта становятся «добавкой» к прежде существовавшему опыту и приводит к его реорганизации [Швырков 1995]. В процессе формирования новой системы поведенческого акта происходит специализация части нейронов мозга относительно данного элемента опыта. Это проявляется в появлении в потоке спайковой активности этих нейронов специфической активации при всех случаях выполнения данного поведенческого акта. В то же время эти нейроны могут демонстрировать некую неспецифическую активность и при выполнении других актов, которая, однако, не соответствует критериям специфической ни по интенсивности, ни по вероятности появления при выполнении этих актов. Такая активность [Швырков 1995] свидетельствует об актуализации специфического для данного нейрона элемента опыта при выполнении другого элемента индивидуального опыта.

Для описания динамики актуализации элементов индивидуального опыта в процессе научения и исполнения выученного поведения мы регистрировали хронически вживленными электродами активность нейронов у крыс, предварительно обученных реализации циклического инструментального пищедобывательного поведения (ЦИПП) на одной стороне экспериментальной клетки, при формировании поведения на второй стороне аналогичного ранее сформированному поведению на первой стороне. При этом по активности специализированных относительно поведенческих актов разных форм поведения нейронов предполагалось реконструировать картину перестройки актуализации элементов разных доменов структуры индивидуального опыта в результате включения в него новых элементов.

Нами был проведен анализ активности нейронов ретроспленальной коры крысы в 9 сессиях формирования поведения ЦИПП на второй стороне экспериментальной клетки у крыс предварительно обученных ЦИПП на первой стороне. В начале и в конце экспериментальной сессии регистрации нейронной активности животные осуществляли группы актов разнообразных форм поведения, включая акты оборонительного, поискового, ориентировочного, питьевого и межиндивидуального поведения. В середине сессии после реализации серии поведенческих пищедобывательных циклов на первой стороне клетки проводили обучение ЦИПП на второй стороне клетки. В результате для каждой экспериментальной сессии имели относительно репрезентативные выборки поведенческих актов упомянутых выше форм поведения животного. Выделение границ отдельных актов проводили на основе анализа видеозаписи поведения и сигналов поведенческих отметок. Зарегистрированную многоканальным микроэлектродом нейронную активность разделяли с помощью специальной компьютерной обработки на потоки активности отдельных нейронов ретроспленальной коры крысы. Выделенные потоки активности каждого нейрона сопоставляли с поведением, определяли паттерн средней частоты спайковых разрядов нейрона в выделенных поведенческих актах, а также вероятность наличия активации в выборке реализаций для каждого поведенческого акта.

Сопоставление активности зарегистрированных нейронов с выделенными нами отдельными актами этих форм поведения позволило выявить наряду с пищедобывательными и ряд других специализаций. Наиболее представленными в популяции ретроспленальных нейронов кроме «пищедобывательных» оказались «оборонительные» специализации относительно этапов взятия экспериментатором крысы, ее подъема над полом и удержания в поднятом положении с последу-

ющим аккуратным опусканием. В этой процедуре мы выделили три поведенческих акта: захват животного и подъем вверх, удержание над полом и опускание крысы на пол. Наличие отношения между элементами опыта проявляется в определенном уровне спайковой активности специализированного нейрона в реализациях другого, отличного от специфического, акта. Косвенным показателем числа таких отношений между элементами опыта исследуемого поведения является доля достоверных различий нейронной активности при попарных сравнениях активности в полной выборке пар актов. Из совокупности зарегистрированных у 6 животных нейронов нами были выделены 13 специализированных относительно актов ЦИПП и 7 – относительно актов оборонительного поведения. В актах ЦИПП средняя доля достоверных различий активности для группы нейронов ЦИПП составила 77 %, а для оборонительных нейронов – 55 %. В то же время в выборке пар актов из двух доменов опыта, т.е. один акт пищедобывательный, а второй – оборонительный, у нейронов ЦИПП средняя доли достоверных различий была 40 %, а у оборонительных – 88 %. Эти данные свидетельствуют, что элементы опыта оборонительного поведения фиксируют больше междоменных отношений, чем элементы опыта домена ЦИПП. Полученные нами результаты демонстрируют существование отношений между элементами опыта из разных его доменов и определенную асимметрию этих отношений.

Для исследования межиндивидуального взаимодействия крыс в сессиях регистрации нейронной активности после выполнения программы пищедобывательного и оборонительного поведения к регистрируемой крысе подсаживали другую особь. В разных экспериментах это была взрослая крыса другого пола, либо крысенок в возрасте около 1 месяца. В процессе взаимодействия крыс велась запись активности нейронов ретроспленальной коры и видеорегистрация поведения. На основании просмотра видеозаписей взаимодействия в 12 сессиях регистрации нейронной активности у 5 крыс в поведении межиндивидуального взаимодействия были выделены 6 типичных, неоднократно повторяющихся, актов взаимодействия. К ним были отнесены: следование за другой особью, избегание взаимодействия, физический контакт с другой особью, обнюхивание тела и отдельный акт – обнюхивания хвостовой области, а также обнюхивание меток на полу клетки. В 12 сессиях с эпизодами межиндивидуального взаимодействия было зарегистрировано 58 потоков активности одиночных нейронов. Сопоставление их активности с межиндивидуальным поведением не привело к обнаружению клеток, специализированных относительно выделенных актов. В то же время в этой выборке были обнаружены 4 клетки с пищедобывательной специализацией и 3 клетки с оборонительной специализацией. Их активности при выполнении актов межиндивидуального взаимодействия характеризовались разными паттернами, что позволяет говорить о наличии определенных отношений между актами межиндивидуального взаимодействия и актами этих форм поведения в структуре опыта. Стоит особо отметить, что в проведенных экспериментах не было обнаружено ни одного нейрона, который бы демонстрировал активации, соответствующие критерию специфических в двух актах разных форм поведения, что является очередным свидетельством в пользу предложенного В.Б. Швырковым принципа системоспецифичности нейрона.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания № 138-2024-0002.

Швырков В.Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М.: Институт психологии РАН, 1995.

Александров Ю.И. Научение и память: традиционный и системный подходы // Журнал высшей нервной деятельности. 2005. Т. 55. Вып. 62.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИВНОЙ РЕЧИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАС И ИХ СВЯЗЬ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЭЭГ

Давыдова Е.Ю.¹
(davidovaeju@mgppu.ru),

Салимова К.Р.¹
(salimovakr@mgppu.ru),

Давыдов Д.В.¹
(davydovdv@mgppu.ru),

Переверзева Д.С.¹
(pereverzevads@mgppu.ru),

Мамохина У.А.¹
(mamohinaua@mgppu.ru),

Данилина К.К.¹
(danilinakk@mgppu.ru),

Тюшкевич С.А.¹
(tyushkevichsa@mgppu.ru),

Горбачевская Н.Л.^{1,2}
(gorbachevskaya@yandex.ru)

¹ Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)

² Научный центр психического здоровья (Москва, Россия)

Актуальность. В группе расстройств аутистического спектра (РАС) речевые нарушения возникают на этапах раннего развития ребенка и затрагивают различные уровни речевого взаимодействия: прелингвистическое взаимодействие, понимание обращенной речи, этап звуковой имитации, развитие речевого прогноза и др. [Мамохина 2017]. Аномальное развитие экспрессивной речи наблюдается у большинства детей с расстройствами аутистического спектра [Arutiunian et al. 2021]. Из-за высокой частоты речевых нарушений актуальным остается поиск нейробиологических особенностей, лежащих в основе гетерогенности речевого развития при РАС. Нами было проведено междисциплинарное исследование особенностей экспрессивной речи в этой группе и их связи с нейробиологическими характеристиками.

Методики и участники. В исследовании участвовало 45 детей (37 мальчиков, 8 девочек) с РАС, обучающихся по программам 8.1 (20 детей, средний возраст 10.42, SD = 0,746) и 8.2 (25 детей, средний возраст 10.30, SD = 1,225). Программа 8.1 рекомендована детям с РАС, достигающим к моменту поступления в организацию уровня развития, близкого возрастной норме, 8.2 – детям с РАС, не достигающим к началу обучения уровня развития, близкого возрастной норме, и не имеющих дополнительных ограничений здоровья, препятствующих получению образования в условиях, учитывающих их образовательные потребности.

Диагноз расстройства аутистического спектра был поставлен врачом-психиатром, дополнительно проводилась диагностика *выраженности аутистических проявлений* при помощи Плана диагностического обследования при аутизме (ADOS-2).

Помимо этого проводилась оценка *уровня экспрессивной речи* (батарея тестов КОРАБЛИК, «Клиническая оценка развития базовых лингвистических компетенций» [Lopukhina et al. 2019]), *уровня невербального интеллекта* (NV IQ, батарея тестов Кауфманов (КАВС-II)), а также *нейрофизиологическая оценка* (ЭЭГ-мониторинг). Запись ЭЭГ осуществляли с помощью системы Neuro-KM с помощью международной системы «10-20 %» в состоянии покоя при закрытых глазах.

Результаты. Исследование связи спектральных характеристик ЭЭГ в группах 8.1 и 8.2 с общим баллом порождения речи в группе 8.1 выявило достоверную отрицательную корреляцию этого параметра ($r = -0,53$, $p < 0,05$) с уровнем альфа- и бета-2 активности, а в группе 8.2 – с уровнем 2-4 Гц дельта-активности. Таким образом, в группе с менее выраженными нарушениями функционирования более высокий уровень экспрессивной речи коррелирует с меньшим индексом бета-2 активности, в группе с более выраженными – с меньшим индексом медленноволновой активности.

Сравнение групп 8.1 и 8.2 при помощи однофакторного дисперсионного анализа ANOVA и

непараметрического критерия Манна-Уитни показало, что учащиеся с РАС подгруппы 8.1 имеют достоверно более высокие показатели по суммарному баллу «порождение речи» и двум субтестам (повторение предложений и порождение синтаксиса) и более низкие значения по параметру «неравномерность порождения речи». По выраженности аутистических проявлений (сырой балл по ADOS и балл по шкале социальный аффект) а также по невербальному IQ различий не выявлено.

Результаты корреляционного анализа показателей выраженности аутистических проявлений (сырой балл по ADOS-II), коммуникативных трудностей (Социальный аффект по ADOS-II), невербальному IQ с результатами выполнения субтестов на порождение речи существенно различались между подгруппами. Так, для подгруппы 8.1. была показана только положительная связь между параметрами «невербальный IQ» и «Порождение синтаксиса». В подгруппе 8.2 были выявлены достоверные отрицательные связи между выраженностью аутистических проявлений и всеми субтестами на порождение речи (кроме повторения псевдослов) и положительная связь с «неравномерностью порождения речи».

Анализ внутренних корреляций между речевыми параметрами также выявил различия между подгруппами. Ожидаемая связь между пониманием и порождением существительных, глаголов и предложений, а также между «различением звуков» и «повторением псевдослов» была выявлена только во подгруппе 8.2. Для этой группы оказалась характерной высокая связь практически между всеми исследованными речевыми параметрами, что свидетельствует различных причинах снижения показателей речевого развития у детей с высоким и низким уровнем функционирования.

Таким образом, при исследовании особенностей психического развития при РАС наряду с показателями интеллекта и выраженности аутистических проявлений необходимо учитывать уровень функционирования, обусловленный нейробиологическими особенностями.

Финансирование работы

Исследование выполнено в рамках Государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации № 073-00038-23-02 от 13.02.2023.

Мамохина У.А. Особенности речи при расстройствах аутистического спектра // Аутизм и нарушения развития. 2017. Т. 15. № 3. С. 24-33.

Arutiunian V., Lopukhina A., Minnigulova A., Shlyakhova A., Davydova E., Pereverzeva D., Dragoy O. Expressive and Receptive Language in Russian Primary-School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder // Research in Developmental Disabilities. 2021. № 117. P. 104042. doi:10.1016/j.ridd.2021.104042.

Lopukhina A., Chrabaszc A., Khudyakova M. et al. Test for assessment of language development in Russian "KORABLIK" // Proceedings of the Satellite of AMLaP conference "Typical and Atypical Language Development Symposium". М.: HSE University, 2019. P. 30-31.

ОЦЕНКА НАЛИЧИЯ У ЛОШАДЕЙ ПРЕСТАВЛЕНИЯ О «НЕИСЧЕЗАЕМОСТИ» ОБЪЕКТОВ

Дегтярева А.С.
(degreva@gmail.com),

Смирнова А.А.
(annsmirn1@gmail.com)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Важной когнитивной функцией является формирование представлений о свойствах объектов окружающего мира, и в том числе о том, что объекты, исчезнувшие из поля зрения, продолжают существовать. В рамках своей теории развития интеллекта Пиаже описал 6 стадий формирования этого представления у детей (object permanence) [Piaget 1954]. Представление о неискчеаемоcти объектов Л.В. Крушинский называл одним из эмпирических законов, которые могут усваивать животные [Крушинский 1986].

Несмотря на десятилетия исследований степени развития этого представления у животных, полученные результаты все еще не позволяют корректно сравнивать этот аспект когнитивных способностей у разных видов. Это связано с различиями в используемых методиках, а также с тем, что во многих исследованиях все еще не решены следующие проблемы: возможность нахождения приманки за счет формирования ассоциативных правил выбора или за счет перцептивного определения ее местоположения. Кроме того, в большинстве работ животных предварительно обучают решению базовой задачи (нахождению приманки, спрятанной в единственном укрытии), что оставляет открытым вопрос о том, способны ли животные в ходе своей жизни самостоятельно сформировать представление о «неискчеаемоcти».

На протяжении тысячелетий домашние лошади являются компаньоном человека, однако о степени развития их когнитивных способностей известно немного. Представление о «неискчеаемоcти» объектов у домашних лошадей целенаправленно исследовали лишь в двух работах [Trösch et al. 2020; Rørvang et al. 2021]. Ни в одной из них не удалось решить все вышеперечисленные методические проблемы, поэтому полученные в них данные нуждаются в уточнении. Целью данной работы была разработка методики тестирования лошадей, позволяющей выяснить, есть ли у них представление о «неискчеаемоcти» объектов.

Исследование проводили на базе конюшни Московского Зоопарка. Во время эксперимента лошадь находилась в домашнем деннике, выход из которого преграждали две натянутые веревки. В ходе ознакомительных проб приманку (ржаной сухарь) предъявляли на доске, которая лежала на полу между лошадью и экспериментатором. На доске были размещены три белых листа картона, с дополнительными порциями сахарной крошки под ними (для маскировки запаха приманки). Экспериментатор показывал лошади два кулака, в одном из которых сухарь был на виду, а в другом – спрятан. Далее он разводил кулаки и помещал приманку на один из листов (второй кулак одновременно подносили к другому листу). Здесь и далее лицо и глаза экспериментатора были скрыты повязкой, полями широкополой шляпы и темными очками. В ходе каждой пробы он фиксировал взгляд в центре доски и не двигался в то время, когда лошадь совершала выбор. Считали, что лошадь совершила выбор, когда она прикоснулась мордой к одному из листов. Анализ результатов первых 24 проб показал, что лошади часто выбирали пустой лист, т.к. они следили не столько за приманкой, сколько за движением предпочитаемой руки экспериментатора. Поэтому далее лошадей поэтапно обучили брать приманку с листов, вне зависимости от того, какой рукой ее туда положили.

После этого четверем лошадям предъявили тест на поиск приманки, спрятанной за одной из двух ширм (стадия 5а по Пиаже). Между лошадью и экспериментатором на полу лежала доска, на краях которой были закреплены белые листы, с дополнительными порциями сахарной крошки под ними. К листам были прикреплены куски картона (ширмы), нависающие над дальней от лошади частью листов. Тест был организован таким образом, чтобы избежать обучения в ходе тестирования: 24 тестовые пробы (в них лошадь получала приманку лишь в 50 % проб и вне зависимости от правильности выбора) чередовали с 48 фоновыми (в них лошадь получала приманку только в случае правильного выбора). В тестовых пробах экспериментатор показывал лошади два кулака, в одном из которых сухарь был на виду, а в другом – спрятан. Далее он имитировал помещение су-

харя за ширму – заносил руки за ширмы, прикасался сухарями к белым листам за ширмами, после чего прятал оба сухаря в кулаки и одновременно убирал их за спину. Далее он придвигал доску к лошади, давая ей возможность сделать выбор. Выбором считали прикосновение мордой к одной из ширм. В фоновых пробах сухарь помещали на доску в поле зрения лошади (перед ширмой). В фоновых пробах все лошади почти безошибочно выбирали лист с приманкой ($p < 0.0001$). Из четырех лошадей во всех 24 тестовых пробах лишь одна лошадь (Чупа) достоверно чаще случайного уровня находила приманку (16 из 23; $p = 0.047$). Другая (Бриджит) успешно делала это только в первых 12 пробах (10 из 12, $p = 0.019$), но не в последних (5 из 12, $p = 0.806$).

С этими двумя лошадьми провели контроль, оценивающий влияние неосознанных подсказок экспериментатора на выбор. В контрольных пробах после демонстрации сухаря экспериментатор прятал его в кулаке, что не позволяло лошади проследить за его перемещением. Однако лошадь могла использовать неосознанные подсказки экспериментатора, если они влияли на ее поведение ранее. Контрольные пробы чередовали с ранее использованными фоновыми. У обеих лошадей в контрольных пробах доля правильных решений не превышала случайный уровень, что свидетельствует о том, что неосознанные подсказки экспериментатора не оказывали заметного влияния на выбор.

Таким образом, одна из четырех протестированных лошадей справилась с задачей, соответствующей стадии 5a по Пиаже. Благодаря особенностям разработанной нами методики мы можем утверждать, что лошадь не могла найти спрятанный объект по запаху, не решала тест за счет применения простых ассоциативных правил, и не научилась решать задачу в ходе тестирования. Вероятно, она использовала ранее сформированное представление о «неисчезаемости».

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23–28–00364).

Крушинский Л.В. Биологические основы рассудочной деятельности: Эволюционный и физиолого-генетический аспекты поведения. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1986. 270 с.

Piaget J. The Origins of Intelligence in Children. New York: International University, 1954.

Rørvang M.V., Ničová K., Sassner H., Nawroth C. Horses' (Equus caballus) Ability to Solve Visible but Not Invisible Displacement Tasks Is Associated With Frustration Behavior and Heart Rate // Frontiers in Behavioral Neuroscience. 2021. № 5. Article 792035.

Trösch M., Flamand A., Chasles M., Nowak R., Calandrea L., Lansade L. Horses solve visible but not invisible displacement tasks in an object permanence paradigm // Frontiers in Psychology. 2020. № 11. Article 562989.

ЭПИЗОДИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ ВО ВРЕМЯ ДНЕВНОГО СНА ВЫЗЫВАЕТ МЕДЛЕННЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ, ПРОБУЖДЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОЗНАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дорохов В.Б.
(vbdorokgov@mail.ru),

Ткаченко О.Н.
(tkachenkoon@gmail.com)

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
(Москва, Россия)*

При выполнении монотонной операторской деятельности возникают эпизоды короткого сна, которые сопровождаются ошибками в деятельности и кратковременной потерей сознания, что вызывает аварии на транспорте и производстве. Мы предлагаем гипотезу, что быстрое возобновление операторской деятельности, обусловлено сохранением во время сна инструкции о выполняемой деятельности в гипотетической эпизодической памяти оператора. Во время коротких эпизодов 2-й стадии сна возникают высокоамплитудные медленные осцилляции (МО), которые обычно называют К-комплексами и другими медленными осцилляциями, регистрируемые от поверхности головы испытуемых. Построение полисомнограммы во время проведения психомоторного теста (рис. 1) показало, что наибольший пик МО1 связан с пробуждением испытуемого от сна и возобновлением операторской деятельности, связанной с нажатием на кнопку. А другие медленные осцилляции МО2 и МО3 во время коротких эпизодов сна, где МО2 – являются фоновыми эпизодами сна и МО3 – связанного с возникновением нового феномена в состоянии сниженного уровня бодрствования после начала нажатий на кнопку.

Задачей исследования является возможность показать, что при выполнении психомоторного теста, во время кратковременных эпизодов сна, гипотетическая эпизодическая память может вызывать появление высокоамплитудного МО1, который вызывает пробуждение и восстановление выполнения психомоторного теста. А также возникновение МО2 и МО3, связанных с другими показателями выполнения теста. Для проверки предлагаемой гипотезы мы использовали бимануальный монотонный психомоторный тест, который выполняется лежа с закрытыми глазами и состоит из чередования серий счета «про себя» от 1 до 10 с одновременными нажатиями на кнопку, попеременно двумя руками [Dorokhov et al. 2023a; Dorokhov et al. 2023b]. Монотонное выполнение психомоторного теста вызывало снижение уровня бодрствования и появление в течение 1 часа нескольких эпизодов короткого сна с последующим пробуждением. Во время коротких эпизодов сна нажатия прекращаются и возникает ЭЭГ активность, характерная для 1-й и 2-й стадий сна, которая может достигать 10 минут. На рис. 1 (ВВЕРХУ) статистическим анализом показано, что во время коротких эпизодов 2-й стадии сна эпизодическая память вызывает достоверное увеличение вероятности появления МО1 перед моментом пробуждения и нажатием на кнопку [Dorokhov et al. 2023b]. Причем на полисомнограмме рис. 1 (ВНИЗУ) конфигурация этих МО1, предшествующих пробуждению отличалась по форме от фоновых МО2 во время 2-й стадии сна. На нисходящей медленной волне таких МО1 наблюдались сонные веретена с последующим альфа – ритмом и нажатием на кнопку. На рис. 1 (ВНИЗУ) видно, что после нажатия на кнопку во время бодрствования появляются третья разновидность МО3 для усиления активации коры. В статьях Mednic с соавторами [Malerba et al. 2019; Chen et al. 2021] показано, что во время 2-й стадии сна глобальные МО, совмещенные с сонными веретенами, представляют форму характерную для эпизодической памяти, представленную диалогом структур мозга гиппокамп, – кора и связаны с нейромедиатором ГАВА. Но локальные МО без сонных веретен характерны для рабочей памяти, расположенной в префронтальной коре и Locus Coeruleus и связаны с норадреналином. Между этими двумя системами эпизодической памяти и рабочей памятью существуют антагонистические противоречия, которые во сне решаются взаимодействием структур мозга, определяющих генез сонных веретен [Chen et al. 2021].

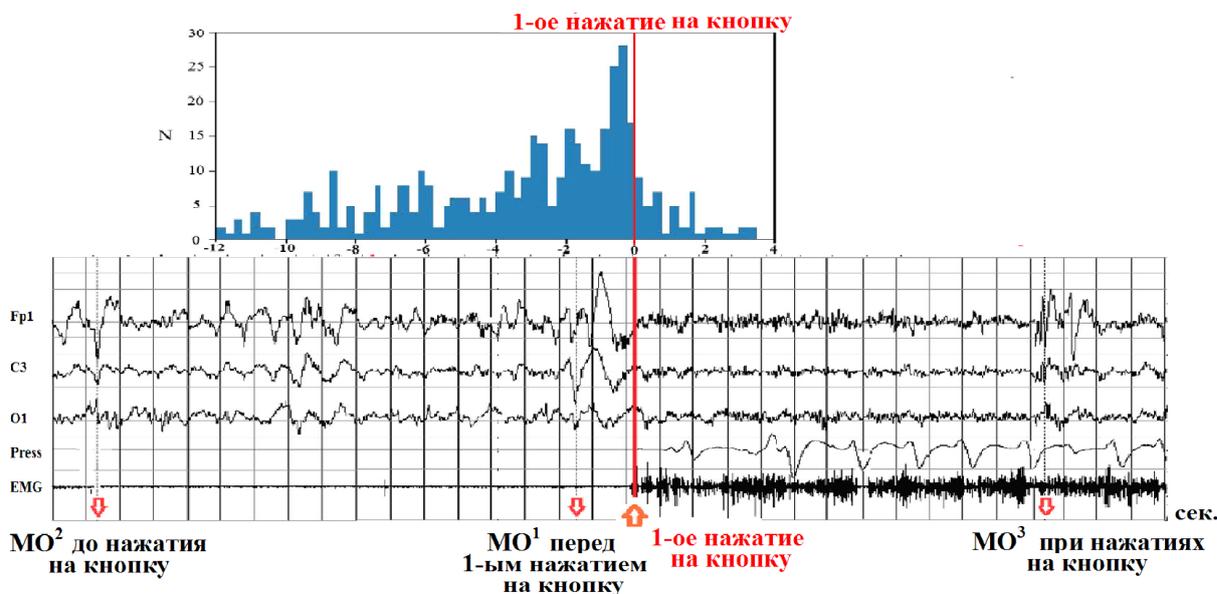


Рис. 1

ВВЕРХУ: Гистограмма между последней медленной осцилляцией (МО) на интервале -12..и +4 с. вокруг времени 1-го нажатия на кнопку. Вертикальная линия: 1-е нажатие на кнопку после сна. Ось X – время в секундах, 1-е нажатие на кнопку, окно гистограммы = 250 мс. Ось Y – число МО в 250 мс окне гистограммы. Данные для 20 субъектов, 27 экспериментов, общее количество пробуждений – 195. ВНИЗУ: Полисомнограмма перед и после 1-го нажатия на кнопку: Ось X: МО¹-перед нажатием на кнопку, МО² – до нажатия на кнопку, МО³ – при нажатиях на кнопку, 1-е нажатие на кнопку. Ось Y: Fp1, C3, O1 – электроды ЭЭГ, Press – нажатие на кнопку, EMG – электромиограмма. Видно возникновение сонных веретен и альфа-ритма ЭЭГ после МО¹, а затем 1-е нажатие на кнопку.

Таким образом, результаты и данные литературы позволили нам сформулировать гипотезу, что пробуждение и восстановление выполнения психомоторного теста во время сна, инициируется извлечением инструкции из бессознательной эпизодической памяти [Dorokhov et al. 2023b]. На физиологическом уровне маркером извлечения инструкции является МО¹ с сонными веретенами и альфа ритмом, которые вызывает пробуждение от сна и интеграцию нейрональных ансамблей мозга для получения доступа инструкции о выполнении теста к исполнительным системам мозга. После чего начинаются нажатия на кнопку, которые связаны с активацией сознания, необходимого для поведенческой реализации выполнения психомоторного теста «считай и нажимай».

Dorokhov V.B., Runnova A., Tkachenko O.N., Taranov A.O., Arseniev G.N., Kiselev A., Selskii A., Orlova A., Zhuravlev M. Analysis two types of K complexes on the human EEG based on classical continuous wavelet transform // *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*. 2023a. № 33(3). P. 031102.

Dorokhov V.B., Tkachenko O.N., Taranov A.O., Arsen'ev G.N., Gandina E.O., Ligon N.V. Episodic memory causes a slow oscillation of EEG, awakening and performance recovery from sleep episodes during monotonous psychomotor test // *Phys. J. Spec. Top.* 2023b. doi: org/10.1140/ejps/s11734-023-01075-1.

Malerba P., Whitehurst L.N., Simons S.B., Mednick S.C. Spatio-temporal structure of sleep slow oscillations on the electrode manifold and its relation to spindles // *Sleep*. 2019. Jan 1. № 42(1). doi: 10.1093/sleep/zsy197.

Chen P.C., Niknazar H., Alaynick W.A., Whitehurst L.N., Mednick S.C. Competitive dynamics underlie cognitive improvements during sleep // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2021. № 118(51). P. e2109339118. doi: 10.1073/pnas.2109339118.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МНЕМИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ С ОСОБЕННОСТЯМИ ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Духновский С.В.¹
(*dukhnovskysv@mail.ru*),

Заикин А.В.²
(*zav20001@mail.ru*)

¹ Санкт-Петербургский государственный университет МВД России
(Санкт-Петербург, Россия)

² Югорский государственный университет (Ханты-Мансийск, Россия)

Особенности психического состояния, его особенностей отражаются на функционировании и проявлении мнемических способностей. Например, трудности запоминания нужной информации или ее вспоминания повышают напряженность, тревожность человека, изменяя тем самым психическое состояние в неблагоприятную для него сторону, и наоборот легкость запоминания может быть индикатором его уверенности, проявление того, что субъект находится в благоприятном психическом состоянии. Считаем, что посредством оценки мнемических способностей можно говорить об особенностях психического состояния субъекта. Однако это нуждается в дополнительных эмпирических исследованиях. В этом плане актуальными являются следующие вопросы: существует ли взаимосвязь параметров доминирующего психического состояния с общим уровнем мнемических способностей их продуктивности – производительности, качества, надежности? Какие параметры доминирующего состояния будут различаться у субъектов с разным уровнем мнемических способностей? Ответы на поставленные вопросы и послужили основной целью нашего исследования.

Методика исследования. Респондентами выступили 184 студента высших учебных заведений (92 девушки и 92 юноши). Возраст обследуемых от 19 до 21 года. В качестве психодиагностических методов использовали: опросник «Доминирующее состояние» (ДС-8), разработанный Л.В. Куликовым [Куликов 2003], направленный на оценку параметров относительно устойчивых (доминирующих) состояний, а также авторскую экспериментальную методику диагностики мнемических способностей (тест-ДМС), предполагающую оценку успешности запоминания и общего уровня развития мнемических способностей, их продуктивности. Тест-ДМС состоит из семи серий, каждая из которых включает в себя основные и дополнительные геометрические фигуры, имеющие различную последовательность расположения, направленность и цвет. Время предъявления каждой серии для запоминания 15 секунд. Испытуемому предлагается внимательно посмотреть на предложенный набор фигур и запомнить каждую фигуру, их последовательность, направление и цвет. После каждого предъявления «стимула для запоминания» интервал перед его воспроизведением заполняется интерферирующим воздействием («посторонней» деятельностью). В качестве такового используется: подсчет геометрических фигур, а также выбор эмоции, которую вызывает фотография, представленная на интерферирующем стимуле [Духновский, Злоказов 2023]. По результатам выполнения всех семи серий подсчитывается «общий показатель успешности воспроизведения» (уровня выраженности мнемических способностей). В качестве методов математической статистики в исследовании применяли корреляционный (коэффициент r Пирсона) и сравнительный анализ (применяли критерий t -Стьюдента). Обработка результатов проводилась при помощи программного пакета «SPSS 23.0».

Описание результатов исследования. На первом этапе нами установлены значимые корреляционные связи общего показателя мнемических способностей по методике «ДМС» с показателями по шкалам «активное-пассивное отношение к жизненной ситуации» ($r=0,49$, при $p \leq 0,05$), «бодрость-уныние» ($r=-0,48$, при $p \leq 0,05$) и «спокойствие-тревога» ($r=-0,45$, при $p \leq 0,05$) методики «ДС-8». Отрицательные взаимосвязи объясняются тем, что в методике «ДС-8» данные шкалы являются инвертированными, чем меньше балл по шкале, тем более выражен ее положительный полюс. Полученные данные говорят о том, что успешное решение мнемических задач соотносится с бодростью, активным отношением к жизни, снижением тревожности.

На втором этапе, в зависимости от выраженности общего показателя мнемических способностей, обследованная выборка была разделена на две группы. В первую вошли 117 обследованных с повышенными оценками данного показателя, во вторую – 67 лиц с умеренными показателями

ми. Укажем, что в исследовании не установлено субъектов, обладающих низкими и пониженными значениями решения мнемических задач и соответственным уровнем развития данных способностей. Далее, с использованием критерия t-Стьюдента, были установлены различия в выраженности параметров доминирующего состояния по методике «ДС-8» между данными группами.

В результате исследования установлено, что показатели «отношение к жизненной ситуации», «бодрость», «тонус» и «спокойствие» в группе обследованных с повышенными оценками показателя мнемических способностей достоверно выше, чем в группе с умеренными его значениями (значения t-критерия находятся в диапазоне от 1,95 до 1,98). Данные показатели в первой группе выражены на повышенном и высоком уровне (при переводе «сырых» значений в «стандартные» – находятся в диапазоне от 57 до 61 Т-балла), тогда как во второй группе – они выражены на среднем уровне (при переводе «сырых» значений в «стандартные» – находятся в диапазоне от 52 до 54 Т-баллов). На основании полученных данных делаем заключение что психическое состояние обследованных успешно решающих мнемические задачи (с повышенным уровнем мнемических способностей) – более благоприятное. Обследованным присуще оптимистическое отношение к жизненной ситуации, есть готовность к преодолению препятствий, вера в свои возможности, бодрое настроение, положительный эмоциональный фон, ощущение внутренней собранности, энергии, и, соответственно, повышена готовность к работе, и том числе длительной, уверенность в своих силах и возможностях. Тогда как у обследованных второй группы (с умеренными показателями мнемических способностей) указанные параметры достоверно ниже, что говорит об отклонении их психического состояния в неблагоприятную сторону.

Таким образом, в результате проведенного исследования нашло свое эмпирическое подтверждение наше предположение о существовании взаимосвязи общего уровня мнемических способностей с особенностями психического состояния, и наличии различий в параметрах психического состояния у субъектов с разным уровнем мнемических способностей. Благоприятное психическое состояние (или приближенное к нему) является, с одной стороны, условием успешного решения мнемических задач, а с другой – выступает индикатором его благоприятности. Это делает возможным использование разрабатываемой нами методики экспериментальной диагностики мнемических функций для оценки отношения к текущей жизненной ситуации и особенности настроения, включая тревожность, в целях превенции и профилактики состояний риска у молодежи.

Духновский С.В., Злоказов К.В. Визуально-когнитивная психотехника профайлинга: характеристика и возможности использования // Морально-психологическое обеспечение деятельности органов внутренних дел: современные подходы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции. СПб., 2023. С. 157-161.

Куликов Л.В. Руководство к методикам диагностики психических состояний, чувств и психологической устойчивости личности. Описание методик, инструкции по применению. СПб., 2003.

ПОВРЕЖДЕНИЯ ДНК НЕЙРОНОВ: МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ ОБУЧЕНИЯ ИЛИ ПЛАТА ЗА ПЛАСТИЧНОСТЬ?

Дьяконова В.Е.
(dyakonova.varvara@gmail.com)

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук (Москва, Россия)

В докладе будет представлен анализ литературных данных преимущественно последних десяти лет, проливающих свет на то, как нейрональная ДНК накапливает постмитотические повреждения, с какой скоростью, в каких областях генома, как эти они связаны с когнитивной активностью и продолжительностью жизни [Dyakonova 2023].

В настоящее время эти вопросы все активнее исследуются мировой наукой. Так, в ноябре 2023 года состоялась первая конференция FASEB (Federation of American Societies for Experimental Biology), посвященная этой новой области исследований «DNA Damage & Repair in the Brain».

Изучаются следующие виды повреждений нейрональной ДНК: двух- и одноцепочечные разрывы, одиночные замены нуклеотидов (SNV), инсерции и делеции, объединенные под общим названием индели. В 2022 году были проанализированы новые данные полногеномного секвенирования одиночных нейронов человека с использованием усовершенствованного генотипирования, разработанного авторами для идентификации SNV, а также небольших инделей [Luquette et al. 2022]. Результаты подтвердили ранее выявленное увеличение соматических мутаций с возрастом и то, что накапливаются они, в функциональных областях генома, таких как энхансеры и промоторы. Средняя скорость этого накопления оценивается как 16 SNV на нейрон в год. Минимальную скорость накопления инделей оценили как 3 в год на нейрон. Авторы предполагают, что обнаруженные мутации в регуляторных областях генома оказывают значительное влияние на его целостность в нейронах человека. Насколько это накопление значимо для функционирования мозга и организма в целом? В настоящее время активно исследуется возможная связь между количеством мутаций в геноме нейронов и нейродегенеративными заболеваниями [например, Bizzotto and Walsh 2022; Welch and Tsai 2022].

Известно, что факторами риска для нейрональной ДНК является высокий энергетический метаболизм нейронов, образование активных форм кислорода (АФК), нейрональное возбуждение, активация глутаматом рецепторов NMDA-типа, деконденсация хроматина. Все перечисленное одновременно необходимо для нормального функционирования ЦНС, более того, обеспечивает ее пластичность и когнитивные функции. В статье [Madabhushi et al. 2015], впервые связавшей нейрональную активность и транскрипцию ранних нейрональных генов с образованием двухцепочечных разрывов, был сделан вывод о том, что нарушение целостности генома мозга – нормальное физиологическое явление, которое к тому же имеет решающее значение для пластических изменений в синапсах, обучения и памяти, поскольку в этих процессах необходимо участие генов раннего ответа. «Не порвешь ДНК – не запомнишь» – эта интерпретация была подхвачена рядом исследователей, которые экспериментально подтверждали необходимость «временной порчи ДНК» для реализации разных видов памяти и обучения [Navabrou et al. 2020] либо придерживались этого взгляда в обзорных работах [Weber Boutros et al. 2022]. Некоторые экспериментаторы отнеслись более настороженно к новой парадигме памяти на уровне ДНК: «порвал, репарировал, запомнил» [Koporka and Atkin 2022; Welch and Tsai 2022]. Ведь репарация – процесс с неполной эффективностью, и если разрывы ДНК столь часто происходят, значит, неизбежно будут накапливаться повреждения генома мозга и в виде недорепарации, и в виде ошибок – мутаций. Действительно, как сказано выше, они накапливаются. Неожиданно оказалось, что в свете этих новых данных о влиянии нейрональной активности на повреждение ДНК нейронов мы не можем дать убедительного объяснения/обоснования пользы когнитивной нагрузки для здоровья мозга, которой придается сейчас столь большое значение. Можно только предполагать нечто сходное с гипоксическими или ишемическими тренировками, прекондиционированием к когнитивной нагрузке. Но в чем конкретном будут заключаться механизмы этого когнитивного прекондиционирования, нам все еще предстоит узнать.

Эти новые данные о высокой нестабильности нейрональной ДНК меняют наши представления о многих процессах в нервной системе и ее эволюции. Кроме того, нестабильность ДНК нейронов, очевидно, сопровождалась поиском в эволюции Metazoa разных способов снижения биологической платы за работу мозга, став своеобразным драйвером этой эволюции. Такие явления, как

сон, увеличение числа нейронов в эволюции позвоночных, взрослый нейрогенез, распределенная активность нейронов, соматическая полиплоидия приобретают новый смысл при рассмотрении их в свете решения компромисса «пластичность–нестабильность нейрональной ДНК».

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда.

Bizzotto S., Walsh C.A. Genetic mosaicism in the human brain: from lineage tracing to neuropsychiatric disorders // Nat. Rev. Neurosci. 2022. № 23. P. 275-286. doi: 10.1038/s41583-022-00572-x.

Dyakonova V.E. DNA Instability in Neurons: Lifespan Clock and Driver of Evolution // Biochemistry (Mosc). 2023. № 88. P. 1719-1731. doi: 10.1134/S0006297923110044.

Konopka A., Atkin J.D. The role of DNA damage in neural plasticity in physiology and neurodegeneration // Front. Cell Neurosci. 2022. № 16. P. 836885. doi: 10.3389/fncel.2022.836885.

Luquette L.J., Miller M.B., Zhou Z., Bohrson C.L., Zhao Y., Jin H., Gulhan D., Ganz J. et al. Single-cell genome sequencing of human neurons identifies somatic point mutation and indel enrichment in regulatory elements // Nat. Genet. 2022. № 54. P. 1564-1571. doi: 10.1038/s41588-022-01180-2.

Madabhushi R., Gao F., Pfenning A.R., Pan L., Yamakawa S., Seo J. et al. Activity-induced DNA breaks govern the expression of neuronal early-response genes // Cell. 2015. № 161. P. 1592-1605. doi: 10.1016/j.cell.2015.05.032.

Navabpour S., Rogers J., McFadden T., Jarome T.J. DNA double-strand breaks are a critical regulator of fear memory reconsolidation // Int. J. Mol. Sci. 2020. № 21. P. 8995. doi: 10.3390/ijms21238995.

Weber Boutros S., Unni V.K., Raber J. An adaptive role for DNA double-strand breaks in hippocampus-dependent learning and memory // Int. J. Mol. Sci. 2022. № 23. P. 8352. doi: 10.3390/ijms23158352.

Welch G., Tsai L.H. Mechanisms of DNA damage-mediated neurotoxicity in neurodegenerative disease, EMBO Rep. 2022. № 23. P. e54217. doi: 10.15252/embr.20215421.

РОЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ НА САНАТОРНО-КУРОРТНОМ ЭТАПЕ

Евстафьева Е.В.
(*e.evstafeva@mail.ru*),

Губин Ю.Л.
(*pozitivnii@gmail.com*)

Дудченко Л.Ш.
(*vistur@mail.ru*)

*Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения,
медицинской климатологии и реабилитации им. И.М. Сеченова (Ялта, Россия)*

Ялтинский АНИИ им. И.М. Сеченова более 100 лет специализируется на проблеме поиска эффективных методов реабилитации и оздоровления пациентов различного нозологического профиля в санаторно-курортных учреждениях Крыма. В современных условиях прогрессивного роста стрессогенности окружающей среды на первый план выходят новые аспекты, связанные с пониманием важности коррекции психологического состояния и когнитивных функций широкого спектра рекреантов. Это обусловлено возрастающим влиянием на когнитивную сферу как факторов социальной и окружающей среды, так и «внутренней картины» болезни, которая формируется в результате психо-эмоционального восприятия состояния самим пациентом. В связи с этим в научно-практической деятельности института инициированы новые направления комплексных исследований.

Традиционно реабилитация на южном берегу Крыма осуществлялась в отношении пульмонологических больных, но в настоящее время она приобрела новые аспекты в связи с установленными фактами влияния снижения функции легких на центральную нервную систему и когнитивные функции, особенно у пожилых людей [Wang et al. 2020]. Ситуация еще более осложнилась в связи с пандемией COVID-19. У таких пациентов преобладают жалобы респираторного характера (респираторный фенотип), снижающие качество жизни, при этом они не коррелируют с данными традиционного исследования функции внешнего дыхания (спирографией). Психо-эмоциональные нарушения требуют отдельного подхода к таким больным, в то время как отсутствуют сведения о специфических методах лечения постковидного состояния [Cordani et al. 2022]. В связи с этим был обследован контингент постковидных больных. Учитывая то, что большинство обследованных не имели хронических заболеваний органов дыхания, состояние, сопровождающееся выраженной одышкой и низкой переносимостью физических нагрузок, существенно влияло на восприятие своего самочувствия самими пациентами, что было выявлено в результате психологического тестирования. Оно включало оценку качества жизни (КЖ) по опроснику SF36, EQ5D, шкалу оценки тревоги и депрессии HADS и госпитальную шкалу оценки усталости FAS, одышки (mMRC, BDI/TDI, шкала Борга, диаграмма цены кислорода). С целью улучшения психо-эмоционального состояния и высших психических функций использовали фиточай «Постковидный антистресс», разработанный лабораторией ароматических и лекарственных растений ФГБУН «НБС-ННЦ РАН». В него входят корневища с корнями валерианы, трава пустырника, цветки боярышника, лист мяты, трава зверобоя, который содержит комплекс биологически активных соединений, обладающих седативными, антидепрессивными, спазмолитическими, анксиолитическими, антиаритмическими, противовоспалительными, антиоксидантными свойствами. В результате проведенного курса была отмечена положительная динамика, которая заключалась в уменьшении влияния физических проблем на качество жизни больных и их психо-эмоциональное состояние, положительные изменения анализируемых доменов МКФ, уменьшение одышки, увеличение толерантности к физической нагрузке. Кроме этого применяли ароматотерапию. Среди апробированных масел крымских растений наибольший эффект наблюдали со стороны лаванды и шалфея на фоне комплекса санаторно-курортных методов.

Другое научно-исследовательское направление обусловлено прогрессивно меняющейся экологической ситуацией, вызванной в том числе изменением климата, что может в некоторой степени трансформировать эффекты климатотерапии или даже провоцировать ухудшение при определенных сочетаниях условий. Об этом свидетельствуют накапливающиеся сведения о влиянии волн жары, высоких концентраций приземного озона на нейрорповеденческие реакции и когнитивные

функции различных категорий населения, здоровых и, особенно, хронических больных [Greve et al. 2023; Choi et al. 2023]. В этой связи начаты работы по изучению данных факторов на частоту неотложных состояний, в том числе по причине нарушений мозговой деятельности и нейроповеденческих реакций. Первые данные свидетельствуют, что такая зависимость имеет место при определенном сочетании их уровней. От выявления величин, при которых возрастает риск критических состояний, планируется переход к изучению тонких изменений в функциональном состоянии мозга и высших психических функций в зависимости от концентраций приземного озона и температуры атмосферного воздуха при их сочетанном действии на организм с использованием электроэнцефалографии (ЭЭГ) с регистрацией вызванных и связанных с событием потенциалов.

Третье направление обусловлено необходимостью медико-психологической реабилитации широких категорий отдыхающих, профессионально испытывающих высокие психические нагрузки в результате своей профессиональной деятельности, в частности, лиц опасных профессий. Посредством регистрации ЭЭГ моряков военно-морского флота определены изменения функционального состояния мозга в процессе оздоровления в течение 10 и 20-дневного отдыха в санатории, в том числе по пробам, оценивающим когнитивную функцию мозга. Выявлены значимые изменения спектральной мощности тета-ритма ЭЭГ у моряков-подводников в процессе 20-дневного санаторно-курортного оздоровления на базе военного санатория «Судак». Снижение мощности тета-ритма ЭЭГ к этому сроку, зарегистрированной в условиях относительного покоя, свидетельствуют о позитивном влиянии рекреационных мероприятий на функциональное состояние центральной нервной системы в целом и состояние эмоционально-когнитивной сферы в частности. В совокупности с разнонаправленными изменениями тета-ритма в разных локусах при выполнении когнитивной задачи полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего исследования электрической активности мозга у лиц опасных профессий с целью контроля оценки эффективности реабилитационных мероприятий и коррекции дизадаптивных состояний у таких категорий оздоравливающихся.

В настоящее время разрабатываются методы комплексной медико-психологической реабилитации для лиц опасных профессий.

Wang T. et al. Influencing Factors and Exercise Intervention of Cognitive Impairment in Elderly Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease // Clin Interv Aging. 2020. № 15. P. 557-566. doi: 10.2147/CIA.S245147.

Cordani C. et al. Cognitive impairment, anxiety and depression: a map of Cochrane evidence relevant to rehabilitation or people with post COVID-19 condition // Eur J Phys Rehabil Med. 2022. № 58(6). P. 880-887. doi: 10.23736/S1973-9087.22.07813-3.

Greve H.J. et al. The bidirectional lung brain-axis of amyloid- β pathology: ozone dysregulates the peri-plaque microenvironment // Block ML.Brain. 2023. № 146(3). P. 991-1005. doi: 10.1093/brain/awac113.

Choi E.Y., Lee H., Chang V.W. Cumulative exposure to extreme heat and trajectories of cognitive decline among older adults in the USA // J Epidemiol Community Health. 2023. № 77(11). P. 728-735. doi: 10.1136/jech-2023-220675.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ СЕНСОМОТОРНОЙ ЗАДАЧИ

Еремина Е.В.
(eva.smeshko@mail.ru),

Красноярцева О.М.
(krasnoo@mail.ru)

Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск, Россия)

В современной науке существует необходимость разработки новых средств анализа, направленных на внедрение новых технологий, которые позволяют интегрировать двигательную и познавательную активности человека [Агафонов, Козлов 2014, с. 864-872]. Это представляет собой важную задачу, которая поможет расширить наши знания о взаимосвязи движения и познания, а также способствовать развитию соответствующих методологий и практических приложений. Проблема изучения двигательной активности в качестве источника данных о познавательной деятельности становится все более актуальной на сегодняшний день. Учитывая то, что движение человека представляет собой важный фундаментальный компонент познания окружающей действительности, выражающий познавательную активность субъекта, можно констатировать растущее в настоящее время количество исследований, раскрывающих новые аспекты значимой роли двигательной активности в повышении когнитивных функций и улучшении познавательных процессов [Чистопольская, Курицын 2020, с. 645-657; Werner et al. 2019, p. 171-191].

Современное развитие психологической науки обуславливает актуальность разработки новых исследовательских приемов и технологий, позволяющих не только диагностировать наличный уровень развития способности человека успешно решать сенсомоторные задачи, но и сочетать в себе интегрированные методические приемы, развивающие двигательную и познавательную активность.

Основной целью данного эмпирического исследования являлось проектирование и апробация экспериментальной лабораторной среды, направленной на разработку и апробацию диагностического приема экспериментальной реконструкции психологических средств, проявляющихся в двигательной активности человека в процессе решения сенсомоторных задач, что позволяет проводить концептуальную интерпретацию двигательной активности в качестве значимого диагностического показателя психологического состояния индивида, выполняющего задачу сенсомоторного характера. Программа организации исследования включала несколько этапов. Первый этап предполагал создание экспериментальной платформы, позволяющей организовывать проблемную ситуацию и модифицировать степень взаимосвязи между тактильным и визуальным восприятием человека в процессе решения сенсомоторной задачи (рис. 1) [Баланев и др. 2022, с. 99-116].

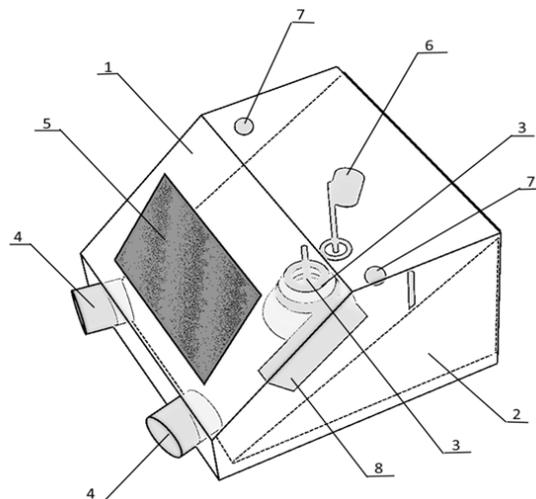


Рис. 1. Система для диагностики и развития когнитивных способностей человека
(1 – корпус интерфейса пользователя; 2 – корпус сцены; 3 – набор крепежных приспособлений;
4 – две ручные манжеты; 5 – видеозэкран устройства; 6 – внутренняя видеочка; 7 – источник света; 8 – микропроцессорное устройство управления)

Следующие этапы предполагали выбор методического инструментария и определение эмпирической выборки исследования. Была выбрана классическая задача «Ханойская башня» [Окулов, Лялин 2008, с. 245; Bull et al. 2004. p. 743-754]. Задача помещалась в созданную экспериментальную платформу, которая позволяла вносить корректировки в моторные действия испытуемого на уровне видеоплатформы, используя условия, при которых нарушается визуальная коррекция. Использование специального искажения видеоизображения дает возможность наблюдать ряд эффектов, которые показывают когнитивные особенности испытуемого и его способность справляться с трудностями визуальной обратной связи.

Выборку исследования составили студенты Томского государственного университета, обучающиеся на разных направлениях обучения, в количестве 60 человек в возрасте от 18 до 24 лет. Все испытуемые решали одну и ту же задачу, но в разных условиях: без искажения зрительного поля, при инверсии предъявляемого изображения, при временной задержке изображения. Анализ данных осуществлялся с помощью программного комплекса обработки статистической информации «R» версии 4.2.0 с графическим интерфейсом RStudio.

Проведенное исследование позволило зафиксировать основные закономерности решения задачи испытуемыми; паттерны двигательной активности; типологические особенности решения сенсомоторной задачи, отличающиеся между собой разной динамикой движения, скоростными характеристиками и способами решения задачи.

Выделены психологические средства, которые связаны с психологическими особенностями испытуемых и были задействованы испытуемыми в ходе решения задачи: подход к решению задачи, основанный на использовании зрительного восприятия и зрительной памяти; метод решения задачи, связанный с ощущениями и взаимодействием с предметами или ситуациями; способность классифицировать информацию о ситуации, в которой происходит познание; приспособление к изменяющимся условиям и принятие более информированных решений на основе опыта и знаний; оценка ситуаций, предсказание возможных последствий различных решений и принятие более обоснованных и эффективных решений; способность запоминать последовательность действий при решении задачи.

Экспериментальное исследование позволило сделать вывод о том, что образ действий человека во время решения сенсомоторной задачи является показателем психических ресурсов, определяющих стратегии решения, и может быть использован в качестве как диагностического маркера, так и предсказателя этих стратегий.

Финансирование работы

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № FSWM-2020-0040.

Агафонов А.Ю., Козлов Д.Д. Познавательные стратегии в работе сознания и бессознательного // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 2(4). С. 864-872.

Баланев Д.Ю., Смешко Е.В., Кох Д.А. Диагностические возможности программно-аппаратного комплекса «Двигательные компоненты процесса решения познавательной задачи» // Сибирский психологический журнал. 2022. № 85. С. 99-116.

Окулов С.М., Лялин А.В. Ханойские башни. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 245 с.

Чистопольская А.В., Курицын А.А. Роль моторного компонента в процессе решения инсайтных задач // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2020. Т. 17. № 4. С. 645-657.

Werner K., Raab M., Fischer M.H. Moving arms: the effects of sensorimotor information on the problem-solving process // Thinking & Reasoning. 2019. V. 25. № 2. P. 171-191.

Bull R., Espy K.A., Senn T.E. A comparison of performance on the Towers of London and Hanoi in young children // Journal of Child Psychology and Psychiatry. 2004. V. 45. № 4. P. 743-754.

THE NORADRENERGIC NUCLEUS LOCUS COERULEUS IS A KEY NODE WITHIN THE NEURAL NETWORK PROCESSING SALIENT INFORMATION

Eschenko O.

(oxana.eschenko@tuebingen.mpg.de)

*Dept. Body-Brain Cybernetics, Max Planck Institute for Biological Cybernetics
(Tuebingen, Germany)*

Adaptive behavior in a dynamic environment is the result of the coordinated activity of a large-scale neural network, so called ‘salience’ network, that includes cortical prefrontal regions providing cognitive control as well as a number of subcortical structures regulating arousal, emotion, and visceral functions. The subcortical neuromodulatory systems through their diffuse ascending projections regulate the global brain state, but they are also implicated in a variety of cognitive functions and psychiatric disorders. Noradrenergic neurons of the brainstem nucleus Locus Coeruleus (LC) respond to salient stimuli with a short-latency phasic discharge that triggers noradrenaline (NA) release in broad and spatially distributed terminal fields of the LC-NE neurons. The LC activation and NE release in the forebrain might affect the excitability within the salience network and, thus, contribute to reorganization of the functional network that is required for selection of an appropriate behavioral response. In recent years, we experimentally addressed the role of phasic LC activation for regulation of the cortical state, sensory processing and memory consolidation. In my talk, I’ll briefly summarize the anatomy and the functional organization of the LC-NA system, review our findings, and discuss our results in the context of functional, behavioral, and cognitive consequences of the LC phasic response.

In our experiments we combine sensory stimulation with electrophysiological recordings in the LC and the LC projection targets. We showed that phasic LC activation by noxious stimulus is followed by a transient increase of gamma power and spike probability in the prefrontal cortex (PFC); moreover, this NA-mediated cortical arousal was essential for sensory-evoked response in the PFC [Neves et al., 2018]. In behaving rats, a brief LC stimulation prior presentation of a startling sound attenuated the startle response mimicking the effect of pre-exposure to a non-startling tone (prepulse) [Yang et al., 2021]. The LC activation caused EEG desynchronization indicative of cortical arousal. Our results suggested that the reduced startle response was due to increased arousal level as a high vigilance state was associated with a smaller startle response, but do not rule out that the descending projections of LC-NE neurons could modulate the brainstem and spinal circuits mediating sensory-evoked motor response. Our fMRI experiments showed that the LC stimulation, while causing activation within thalamo-cortical pathways, suppresses neural activity in the hippocampus. In our view, the LC phasic activation in response to unexpected salient stimuli potentiates broadcasting within thalamo-cortical sensory pathways, while suppresses potentially competing neural networks [Yang et al., 2019; Novitskaya et al., 2016; Logothetis et al., 2012]. Finally, the discovery of functional heterogeneity of LC neurons implied the existence of functional LC assemblies, which might provide a complex, differentiated, and possibly target-specific forebrain modulation [Totah, 2021; Totah et al., 2018]. Overall, our work expands current understanding of how this evolutionary preserved neuromodulatory system might modulate anatomically and functionally distinct brain networks to facilitate optimal information processing.

Neves R.M. et al. Locus coeruleus phasic discharge is essential for stimulus-induced gamma oscillations in the prefrontal cortex // J Neurophysiol, 2018. 119(3). P. 904-920.

Yang M., Logothetis N.K., Eschenko O. Phasic activation of the locus coeruleus attenuates the acoustic startle response by increasing cortical arousal // Sci Rep, 2021. 11(1). P. 1409.

Yang M., Logothetis N.K., Eschenko O. Occurrence of Hippocampal Ripples is Associated with Activity Suppression in the Mediodorsal Thalamic Nucleus // J Neurosci, 2019. 39(3). P. 434-444.

Novitskaya Y. et al. Ripple-triggered stimulation of the locus coeruleus during post-learning sleep disrupts ripple/spindle coupling and impairs memory consolidation // Learn Mem, 2016. 23(5). P. 238-248.

Logothetis N.K. et al. Hippocampal-cortical interaction during periods of subcortical silence // Nature, 2012. 491(7425). P. 547-553.

Totah N.K., Logothetis N.K., Eschenko O., Synchronous spiking associated with prefrontal high gamma oscillations evokes a 5-Hz rhythmic modulation of spiking in locus coeruleus // J Neurophysiol, 2021. 125(4). P. 1191-1201.

Totah N.K. et al., The Locus Coeruleus Is a Complex and Differentiated Neuromodulatory System // Neuron, 2018. 99(5). P. 1055-1068.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОПОДОБНЫХ АГЕНТОВ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Жулякова Л.Ю.
(zhilyakova@ipu.ru)

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук
(Москва, Россия)*

Концепция модели нейроподобного агента была предложена в [Zhilyakova 2023]. «Нейроподобность» агента заключается в том, что он обладает структурой, отчасти сходной со структурой биологических нейронов, а также способен эндогенно активироваться при изменении внутреннего состояния. Малые сети из предложенных агентов могут служить моделями центральных генераторов паттерна в простых нервных системах [Harris-Warrick 2011; Балабан 2013]. Множество типов выходной активности агентов, соответствует множеству нейротрансмиттеров, выделяемых нейронами в межклеточное пространство во время спайков. Каждый агент может быть активен по одному типу активности, однако воспринимает он набор из нескольких типов, в зависимости от имеющихся у него рецепторов. Разнообразие нейротрансмиттеров имеет очень большое значение для функционирования нервных систем [Dyakonova et al. 2019]. Посредством нейротрансмиттеров происходит не только взаимодействие между нейронами – они выполняют также модулирующую функцию, которая заключается, в частности, в том, чтобы выделять из анатомических сетевых нейронных структур различные активные подсети с различными ритмами в зависимости от «контекста», т.е. химического состава внеклеточного пространства [Bargmann 20124; Harris-Warrick 2011].

Представленная в докладе модель основана на модели гетерохимических бессинаптических взаимодействий нейронов. Ансамбли, состоящие из таких нейронов, могут моделировать реальные ЦГП простых организмов, которые способны к изменению и даже обращению ритмов, что является биологически правдоподобным [Bazenkov et al. 2020]. В [Болдышев, Жулякова 2021] был предложен механизм переключения походки гексапода с трехногой на четырехногую с помощью эффекта нейромодуляции. Модель, предложенная в данной работе, отличается от предыдущих прежде всего тем, что агенты наделяются внутренней активной структурой: у каждого агента внутри функционирует полуцентральный осциллятор [Ausborn et al. 2018], который отвечает за способность агента к активации и длину рефрактерного периода.

Модель состоит из множества агентов с внутренней структурой $N = \{1, \dots, N\}$, взаимодействующих в общем для всех дискретном времени T , названном *внешним временем*. На каждом такте времени агенты могут быть пассивными либо активными по одному из m типов. Тип активности принимает значение из множества $C = \{c_1, \dots, c_m\}$; в модели считается, что каждому типу соответствует свой цвет.

Взаимодействие агентов является широковещательным: они взаимодействуют через общую для всех среду. Если на такте t агент i был активен по цвету c_j , то на такте $t + 1$ его активность повлияет на всех его соседей, восприимчивых к этой активности, то есть имеющих рецепторы такого же цвета c_j . Рецепторы, кроме цвета, характеризуются *типом* и *весом*. Вес w_{ij} определяет силу воздействия пришедшего сигнала на агента. Здесь индекс i обозначает агента, а индекс j соответствует цвету c_j .

Агент может обладать рецепторами трех *типов*: *возбуждающими*, *тормозными* и *модулирующими*. Возбуждающие и тормозные рецепторы агента i воздействуют напрямую на его активность: возбуждающие рецепторы, получив сигнал, заставляют агента активироваться быстрее и чаще; тормозные рецепторы уменьшают его активность. Эти два типа определяются знаком веса w_{ij} : для возбуждающих рецепторов $w_{ij} > 0$, для тормозных $w_{ij} < 0$. Модулирующие рецепторы не влияют на активность агента напрямую, но при получении сигналов они запускают внутренние процессы, которые изменяют свойства агента таким образом, что он может перестроить свое функционирование. Наличие рецепторов, их типы, веса и цвета, а также цвет выходной активности агента относятся к его *внешним параметрам*.

Внутренние процессы агента задаются сетью из трех узлов [Zhilyakova 2023]. Два из них представляют собой постоянно активный *полуцентральный осциллятор*, представляющий собой два узла с возбуждающими связями, которые активны в противофазе. Он выступает в качестве внутреннего пейсмейкера и функционирует во внутреннем дискретном времени агента T_i . Это время может быть как быстрее, так и медленнее внешнего времени T . Чем активнее пейсмейкер, тем

чаще агент активируется самостоятельно. Осциллятор воздействует на третий элемент, в котором с помощью механизма памяти накапливается потенциал U_i . Помимо потенциала, третий элемент характеризуется глубиной памяти Π , величиной порога Th_i и весами своих рецепторов. Когда накопленная память превышает пороговое значение, третий элемент подает сигнал к активации агента.

Количество параметров агента достаточно велико, однако они играют разные роли в задаче запоминания временных интервалов. В [Narain 2018] показано, что нейроны мозжечка способны к такого рода запоминанию.

При воздействии на возбуждающие и тормозные рецепторы агент изменяет поведение без запоминания. Сеть из таких агентов под внешними воздействиями может генерировать различные паттерны активности. Модулирующие рецепторы создают более устойчивые изменения. Они осуществляют воздействия разных видов.

– Изменение чувствительности элементов из полцентрового осциллятора друг к другу влечет за собой изменение базовых свойств агента. Он будет подчиняться другому внутреннему ритму. Это наиболее долгосрочная память. Агент изменяет внутреннее состояние таким образом, что для него новое состояние является устойчивым.

– Стационарное изменение весов рецепторов и порога третьего элемента. Это «среднесрочная» память. Внутренний ритм агента, при этом, остается без изменений.

– Изменение весов внешних рецепторов. Это наиболее краткосрочная память.

Благодаря различиям в устойчивости изменений, можно моделировать обучение с забыванием или без забывания. Забывание позволит вернуться к гомеостатическим параметрам с некоторой, наперед заданной скоростью. Отсутствие забывания означает, что агент изменяет свои базовые свойства, и его гомеостатическое состояние соответствует новому набору параметров, полученному в процессе обучения.

Балабан П.М., Воронцов Д.Д., Дьяконова В.Е., Дьяконова Т.Л., Захаров И.С., Коршунова Т.А., Орлов О.Ю., Павлова Г.А., Панчин Ю.В., Сахаров Д.А., Фаликман М.В. Центральные генераторы паттерна (CPGs) // Журнал высшей нервной деятельности. 2013. № 63(5). С. 1-21.

Болдышев Б.А., Жилиякова Л.Ю. Нейромодуляция как инструмент управления нейронными ансамблями // Проблемы управления. 2021. № 2. С. 76-84.

Ausborn J., Snyder A.C., Shevtsova N.A., Rybak I.A., Rubin J.E. State-dependent rhythmogenesis and frequency control in a half-center locomotor CPG // J. Neurophysiol. 2018. V. 119. № 1. P. 96-117.

Bargmann C.I. Beyond the Connectome: How Neuromodulators Shape Neural Circuits // Bioessays. 2012. V. 34. P. 458-465.

Bazenkov N.I., Boldyshev B.A., Dyakonova V.E., Kuznetsov O.P. Simulating Small Neural Circuits with a Discrete Computational Model // Biol Cybern. 2020. № 114. P. 349-362.

Dyakonova T.L., Sultanakhmetov G.S., Mezheritskiy M.I., Sakharov D.A., Dyakonova V.E. Storage and Erasure of Behavioural Experiences at the Single Neuron Level // Scientific Reports. 2019. V. 9. № 1. P. 14733.

Harris-Warrick R.M. Neuromodulation and flexibility in Central Pattern Generator networks // Current Opinion in Neurobiology. 2011. V. 21. № 5. P. 685-692.

Narain D., Remington E.D., Zeeuw C.I.D., Jazayeri M. A cerebellar mechanism for learning prior distributions of time intervals // Nat Commun. 2018. V. 9. Art. 469.

Zhilyakova L. Modeling Neuron-Like Agents with a Network Internal Structure // Kryzhanovskiy B., Dunin-Barkowski W., Redko V., Tiumentsev Y., Klimov V. (eds). Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research VII. NEUROINFORMATICS 2023. Studies in Computational Intelligence. 2023. V. 1120. Springer, Cham. P. 300-307.

ПРЕОДОЛЕВАЯ ЗАЗОР МЕЖДУ КОГНИТИВИСТИКОЙ И ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕМ

Журавлев М.Е.
(myezhur@gmail.com)

Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

Примерно за четыре десятилетия, в течение которых развивалось когнитивное литературоведение, эта область гуманитаристики разделилась на множество различных направлений. Внимание большинства исследователей по-прежнему сосредоточено на рецепции – на закономерностях и регулярности понимания текста разными читателями, на выявлении общих механизмов интерпретации [Turner 1987], на гипотетических способах структурирования информации в сознании читателя [Spolsky 1993]. При всех различиях в подходах все эти авторы полагают, что рецепция литературного текста предопределена закономерностями когнитивных процессов.

Существует и такой тип исследований литературы, оптика которых направлена на анализ «литературных универсалий» [Hogan 2020], т.е. типичных структурных черт художественных произведений. Предполагается, что выявление этих закономерностей позволяет изучать структуры человеческого сознания.

Представители другого – метакогнитивного – подхода [Nordlund 2002; Caracciolo 2016] указывают на известную проблему неоднозначности литературных интерпретаций «unimaginable complexity». Эта последняя маркирует очевидный зазор между якобы далеким от science литературоведением и когнитивными (научными) исследованиями. Действительно, сама по себе возможность возникновения новых интерпретаций канонических текстов как будто указывает на положение литературной критики за границами научного знания. Однако такая ситуация не означает принципиальную несовместимость традиционных литературоведческих и когнитивных подходов. Мы видим свою цель, среди прочего, в том, чтобы привлечь внимание к одному из способов заполнить этот зазор. Использование точных методов способно дать объективное знание об образно-тематической структуре отдельного текста, равно как и об аналогичных структурах в группе текстов, принадлежащих к разным культурам и школам, но построенных на одном архетипическом образе. Примером служит компаративное исследование двойнических образов и их множественных атрибутов. Детали такого подхода, выполненного в рамках теории графов, примененной для сравнительного анализа самых известных русских и западных двойнических произведений, были продемонстрированы в [Головачева, Демони, Журавлев 2021]. Количественный компаративный анализ характеристик двойников в литературных текстах, выявляя закономерности их построений, служит двум целям. Во-первых, он дает новое знание о типическом и индивидуальном в литературе, а во-вторых, ограничивает произвол литературоведа-компаративиста, не позволяя бессистемно сравнивать все, что угодно, с чем угодно. Репертуар «расщепления Я» в литературных произведениях может быть изучен, не сводя анализ к простому перечню, каталогизации его проявлений, вместо этого выявляя объективные взаимосвязи атрибутов и феноменов, то есть высвечивая модели или схемы (schemata) [Emmott, Alexander 2014] литературного воплощения Двойника. Анализируемые произведения не обязательно наследуют более ранним текстам, но апроприируют архетипические представления о *Тени* как подмене и угрозе *Я*. Расширенный количественный анализ репрезентативного набора классических литературных текстов позволил выявить наиболее эффективные «схемы» именно в «Двойнике» Ф.М. Достоевского, «Тайном сообщнике» Дж. Конрада и «Двух актерах на одну роль» Т. Готье, занимающих лидирующее положение по критерию сходства с другими текстами, составляющими «двойническую» группу. Очевидно, эти наиболее действенные «рецепты» литературного двойничества оказались наиболее адаптивными к совершенно разным художественным и когнитивным задачам.

Двойнические тексты воспринимаются нами как своего рода «эвристические эксперименты» писателей. Анализ этих экспериментов позволяет обозреть значительный массив выражения таких ментальных процессов, как защита и расщепление. Наш подход дает возможность связать объективные структуры литературных текстов с теми эффектами, которые порождают соответствующие контекстуальные фреймы [Emmott 1999].

Головачева И.В., Демони П.В., Журавлев М.Е. Двойники и матрицы: о новом методе компаративистского анализа // *Филологический класс*. 2021. № 2. С. 9-23.

Carraciolo M. *Cognitive literary studies and the status of interpretation: an attempt at conceptual napping* // *New Literary History*. 2016. № 47. P. 187-207.

Emmott C. *Narrative comprehension: a discourse perspective*. New York: Clarendon press; Oxford University Press, 1999.

Emmott C., Alexander M. *Schemata* // P. Hühn, J.C. Meister, J. Pier and W. Schmid (eds.). *Handbook of narratology*, 2nd ed. Berlin: De Gruyter, 2014. P. 756-764.

Hogan P.C. *Narrative universals, emotion and ethics* // *Poetics Today*. 2020. № 41. P. 187-204.

Nordlund M. *Consilient literary interpretation* // *Philosophy and Literature*. 2002. № 26. P. 312-333.

Spolsky E. *Gaps in nature: literary interpretation and the modular mind*. Albany: State University of New York Press, 1993.

Turner M. *Death is the mother of beauty: mind, metaphor, criticism*. Chicago: University of Chicago Press, 1988.

THE MODULATION OF NOVEL WORD ACQUISITION WITH THETA-BAND TRANSCRANIAL ALTERNATING CURRENT STIMULATION

Zhuravleva A.A.

(aazhuravleva@hse.ru),

Stupina E.A., Malyutin S.A.

Center for Language and Brain, HSE University (Moscow, Russia)

Novel word acquisition is a crucial part of both first language acquisition (L1) and foreign language learning (L2). On the neural level, novel word acquisition relies on primarily frontotemporal networks [Bakker-Marshall et al., 2018]. However, less is known about how these regions interact on the neurophysiological level, and how different types of neural oscillations support the functional linkage between brain regions involved in novel word acquisition. Most studies on novel word acquisition were conducted via neuroimaging methods [Bakker-Marshall et al., 2018] which can reveal correlational but not causal links between neural and behavioral processes. On the other hand, endogenous neural activity can be directly modulated via non-invasive neurostimulation methods. Among them, transcranial altering current stimulation (tACS) allows to enhance neural oscillations at a target frequency. Only few studies investigated novel word acquisition using tACS [Ambrus et al., 2015; Antonenko et al., 2016]. This paper aims to do so and investigate the role of theta-band neural oscillations in the left frontotemporal network in novel word acquisition. This is one of the first studies to investigate modulatory effect of tACS on novel word acquisition.

For the tACS experiment, we developed a new word acquisition paradigm that uniquely combines explicit word presentation, active acquisition tasks, and a set of diverse testing tasks probing novel word knowledge on different levels of processing. The paradigm modelled novel word acquisition during L2 learning and consisted of 80 pseudowords (PW) developed by Stupina and Chrabaszcz [Stupina, Chrabaszcz, 2020] paired with 80 Russian nouns [Akinina et al., 2015] as their meanings. The paradigm included two phases: acquisition and testing. The acquisition phase included passive PW-L1 presentation and two active acquisition tasks designed to promote learning by active retrieval: 3-alternative-forced-choice (3-AFC) and definition-cued recall. The testing phase consisted of three tasks: recognition task, definition-cued recall, and semantic decision task. Recognition task tested whether participants accurately recognized novel items. Definition-cued recall tested consolidation of novel word forms and meanings in the long-term memory. Semantic decision tested integration of a novel word into the existing lexicon. We validated the paradigm in an online study to estimate the difficulty of the tasks.

Further, we conducted a tACS study using the paradigm. Thirty volunteers aged between 18 and 41 years old ($M_{age} = 27.8$, $SD = 9.19$) participated in two sessions separated by a 4-day interval. During each session, tACS in the theta-range frequency or sham (placebo) stimulation was applied. Each session included a word acquisition phase during tACS/placebo, followed by an immediate testing phase, as well as a delayed testing phase four days later. TACS was applied with the StarStim transcranial electric stimulation device (Neuroelectronics, Spain) for 20 minutes (during the full duration of the acquisition phase) at the intensity of 500 μ A per electrode in the theta-band frequency (5.5 Hz) with no phase shift (in phase, 0°). The electrodes were placed over the F7 and P7 electrode positions corresponding to the perisylvian regions crucial for language processing [Bakker-Marshall et al., 2018]. The analysis aimed to test the main effect of tACS on accuracy and reaction time (RT). Data processing and descriptive analysis were performed in Python 3.7. Statistical analysis was performed in the R software using *lme4* package: effects of tACS on accuracy and RTs in each task were estimated using (generalized) linear mixed-effects models via the *lmer* and *glmer* functions.

The paradigm validation revealed that participants' performance in all tasks was neither at floor nor at ceiling, with mean accuracy varying from 25.9% ($SD = 23.5\%$) in definition-cued recall in the immediate testing to 85.4% ($SD = 12.2\%$) in the 3-AFC task in the acquisition phase. Secondly, the data confirmed different difficulty level of tasks and, specifically, higher difficulty of the recall task evident from lower accuracy and increased RT. Thus, the paradigm was proven to have an optimal difficulty level to be sensitive to potential effects of non-invasive brain stimulation. The results of the tACS experiment are presented in Table 1. Statistical analysis revealed no significant main effect of tACS compared to the sham condition in either accuracy or RT in any experimental task.

Table 1. Behavioral results of tACS experiment

Session	Task	Condition	Accuracy			RT, ms			
			Measure	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min	Max
Acquisition	3-AFC	Real	Accuracy, %	88.96	9.13	2233	555	919	3438
		Sham		88.17	8.80	2218	550	847	3467
	Recall	Real	Score	0.55	0.16	4445	1079	2087	6537
		Sham		0.52	0.15	4749	1314	2826	7771
Immediate testing	Recognition	Real	Accuracy, %	79.69	13.45	1916	575	846	3441
		Sham		79.38	12.65	1911	545	717	3457
	Recall	Real	Score	0.51	0.16	4942	1186	2541	7472
		Sham		0.51	0.16	4568	1206	2894	7885
	Semantic decision	Real	Accuracy, %	69.44	26.16	2030	749	392	3957
		Sham		73.48	17.92	1951	770	436	3962
Delayed testing	Recognition	Real	Accuracy, %	66.77	10.88	1875	578	604	3465
		Sham		68.91	13.07	1918	541	85	3420
	Recall	Real	Score	0.48	0.18	4664	1209	2632	7776
		Sham		0.47	0.18	4679	1126	2868	7302
	Semantic decision	Real	Accuracy, %	73.64	12.73	1701	786	10	3912
		Sham		73.63	13.39	1643	725	57	3863

The absence of significant effects of tACS can be due to several issues related to the targeted cognitive function, as well as frequency, phase, and spatial parameters of the protocol. Firstly, we applied tACS during the acquisition phase based on empirical evidence of enhanced theta-band activity both during encoding and retrieval in novel word acquisition. However, several studies reported higher involvement of theta-band oscillations in retrieval [Klimesch et al., 2001]. Secondly, we applied theta-band tACS over cortical structures related to language processing. However, theta-band oscillations are thought to arise from the hippocampus and subcortical structures which cannot be non-invasively stimulated in humans. Thirdly, we used in-phase synchronization of the stimulated brain areas. Still, little is known about how frontotemporal parietal regions integrate during novel word acquisition, so anti-phase stimulation can be potentially more effective. Finally, we applied 5.5 Hz tACS and used a single-frequency sham-controlled design. Still, there is evidence of different functional specificity of low-frequency and high-frequency oscillations within the theta band. Thus, further research needs to address whether novel word acquisition can be modulated by tACS with a different choice of spatial, phase, and frequency parameters.

Akinina Y., Malyutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O. Russian normative data for 375 action pictures and verbs // Behavior research methods. 2015. 47. P. 691-707.

Ambrus G.G., Pisoni A., Primaßin A., Turi Z., Paulus W., Antal A. Bi-frontal transcranial alternating current stimulation in the ripple range reduced overnight forgetting // Frontiers in cellular neuroscience. 2015. 9:374.

Antonenko D., Fixel M., Grittner U., Lavidor M., Flöel A. Effects of transcranial alternating current stimulation on cognitive functions in healthy young and older adults // Neural plasticity. 2016.

Bakker-Marshall I., Takashima A., Schoffelen J.M., Van Hell J.G., Janzen G., McQueen J.M. Theta-band oscillations in the middle temporal gyrus reflect novel word consolidation // Journal of cognitive neuroscience. 2018. 30(5). P. 621-633.

Klimesch W., Doppelmayr M., Stadler W., Pollhuber D., Sauseng P., Rohm D. Episodic retrieval is reflected by a process-specific increase in human electroencephalographic theta activity // Neuroscience Letters. 2001. 302, P. 49–52.

Stupina E., Chrabaszcz A. Semantic, but not grammatical interference effect in vocabulary acquisition: Evidence from artificial language learning. [Manuscript in preparation]. Center for Language and Brain, HSE University. 2020.

КОГНИТИВНАЯ ДИНАМИКА МАНИПУЛЯТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА В ДИСКУРСЕ

Заботкина В.И.
(zabotkina@rggu.ru)

Российский государственный гуманитарный университет (Москва, Россия)

В данном докладе речь идет о динамике взаимодействия трех измерений манипулятивного ментального пространства в медиа-дискурсе: 1) манипулятивного намерения (прагматика); 2) манипулятивного смыслообразования (семантика); 3) концептуальных структур, лежащих в их основе (когниция). Мы рассматриваем все три измерения как «включенные друг в друга миры» [Черниговская 2022].

Ставится вопрос о том, каким образом происходит структурирование ментального пространства «манипулятивное воздействие» в медиа-дискурсе посредством соответствующих фреймов.

Задача заключается не только в выделении фреймов, но и в выявлении динамического взаимодействия внутри конфигурации фреймов, структурирующих данное пространство. Когнитивная динамика, тесно связанная с когнитивной прогрессией [Анохин 2022], будет рассмотрена в трех ракурсах: 1) с точки зрения динамического взаимодействия между концептуальной и языковой картинами мира отдельного индивида; 2) с точки зрения взаимодействия между когнитивными системами/когнитивными участниками манипулятивного акта; 3) с точки зрения взаимодействия когниции участников манипулятивного акта и окружающего мира.

В процессе анализа основное внимание будет уделено второму ракурсу, а именно рассмотрению профилирования фреймов и подфреймов относительно участников манипулятивного акта.

Напомним, что в основе фрейма «манипулятивное воздействие» лежит следующая конфигурация подфреймов: 1) агент – инициатор манипулятивного диктума; 2) пациент/экспериментер – адресат манипулятивного диктума; 3) цель – цель, преследуемая агентом, формулирующим манипулятивный диктум; 4) диктум – сообщение, соответствующее или несоответствующее объективной реальности; 5) контрагент[ы] – агент[ы], препятствующий, противодействующий или деформирующий манипулятивный диктум [ср. Заботкина, Боярская 2023(а), с. 126-136].

Манипуляция является стратегией контроля агента над пациентом в ситуации, когда агент намеренно избегает прямого принуждения и стремится к неявному/скрытому навязыванию своих целей и убеждений. Фрейм «манипулятивное воздействие» коррелирует с фреймами «ложь», «правда», «контроль», «доверие», «доверчивость» и т.д. Здесь необходимо отметить особую роль аксиологической оппозиции «ложь – правда».

Мы постараемся проанализировать **когнитивную динамику** профилирования коррелирующих фреймов в зависимости от того, с каким подфреймом «манипулятивное воздействие» они соотносятся.

Со стороны агента происходит профилирование фреймов 1) «доверие»; 2) «контроль»; 3) «ложь»; 4) «иллюзия валидности/достоверности». При этом происходит намеренное приглушение фрейма «опасность». Для выстраивания доверия агент прибегает к положительно окрашенной эмоциональной лексике, оценочным прилагательным, комплиментам.

Выстраивание фрейма «доверие» со стороны агента основывается на профилировании фрейма «доверчивости» пациента. Недавнее исследование группы авторов из разных стран указывает, что доверчивость (Gullibility) является фундаментальной характеристикой человека [Forgas and Baumeister 2019]. Как показывают исследования, инициаторы манипулирования применяют различные стратегии для формирования политической доверчивости, доверчивости в науке, доверчивости к рекламе и т.д.

Мы полагаем, что со стороны пациента как субъекта эпистемической бдительности может наблюдаться профилирование фрейма «проверка на достоверность» (fact-checking) с целью избежать потери эпистемической гарантии.

Особенность манипуляции в медиа-дискурсе заключается в том, что пациент носит коллективный характер и соответственно идентификация манипуляции потребует различного количества когнитивных усилий от каждого индивидуального пациента, формирующего коллективный пациент.

В случае, когда пациент распознает манипулятивные намерения агенса, он выполняет роль контр-агенса. С целью противодействия манипуляции контр-агенса должен отслеживать наличие определенных дискурсивных маркеров в медиа-пространстве. К ним относятся, прежде всего, повторы. Повтор – это надежный способ заставить людей поверить неправде [Канеман 2014, с. 122].

В процесс взаимодействия участников манипулятивного акта могут быть вовлечены представители различных культур. В этом случае речь идет об интеркогнитивной межкультурной коммуникации. Пациент, представляющий иную культуру, сталкивается с проблемой применения больших когнитивных усилий для распознавания манипуляции со стороны агенса, представителя другой культуры. Таким образом, с тем чтобы стать контр-агеном, пациент должен активировать большее количество концептуальной информации о культуре агенса, для того чтобы верно интерпретировать манипулятивное намерение последнего. Большую роль здесь играет знание когнитивных культурологических моделей носителя другой культуры.

Таким образом, в процессе манипулятивного воздействия имеет место многомерная динамика на нескольких уровнях: на высшем уровне речь идет о динамике между семантическим, прагматическим и когнитивным измерениями. На нижестоящем уровне имеет место динамика когнитивных механизмов взаимодействия внутри конфигурации фреймов и подфреймов. На основе проведенного исследования планируется построение динамичной интегративной когнитивной мега-модели манипуляции в медиадискурсе.

Финансирование работы

*Публикация данной статьи осуществляется при финансовой поддержке гранта
РНФ 22-18-00594.*

Анохин К.В. Когнитом: на пути к единой когнитивной теории // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2022. Т. 1. С. 127-150.

Заботкина В.И., Боярская Е.Л. Концептуальная структура бинарной аксиологической оппозиции истина-ложь // Слово.ру: Балтийский акцент. Калининград: Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, 2023. Т. 14. № 1. С. 126-136.

Канеман Д. Думай медленно ... Решай быстро / Пер. с англ. Ю. Деглиной. М.: Издательство АСТ, 2014.

Черниговская Т.В. Сложные сети и язык // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2022. Т. 1. С. 150-166.

Forgas J.P., Baumeister R. Psychology of Gullibility: Conspiracy Theories, Fake News and Irrational Beliefs (Sydney Symposium of Social Psychology). Oxfordshire: Routledge, 2019.

НАРУШЕНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ПОСЛЕ СУДОРОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ КАК ПРИЧИНА КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ

Зайцев А.В.

(aleksey_zaitsev@mail.ru),

Постникова Т.Ю.

(tapost2@mail.ru)

Зубарева О.Е.

(zubarevaoe@mail.ru)

Демина А.В.

(adyomina513@gmail.com)

Грифлюк А.В.

(griflyuk.al@mail.ru)

Диеспиоров Г.П.

(diespirov.gp@yandex.ru)

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
(Санкт-Петербург, Россия)*

Эпилепсия является хроническим неврологическим расстройством, характеризующимся повторяющимися эпилептическими приступами, вызванными нарушением баланса торможения и возбуждения в головном мозге [Chang, Lowenstein 2003]. Одно из значимых последствий эпилепсии – это сопутствующие когнитивные нарушения, которые могут оказывать значительное влияние на повседневную жизнь пациентов. Когнитивные нарушения могут быть обусловлены как гибелью нейронов в области эпилептического очага, так и нарушением их нормального функционирования. Среди ключевых аспектов таких нарушений можно отметить ухудшение долговременной синаптической пластичности (ДВСП) после судорожных состояний. ДВСП является основным нейронным механизмом памяти и обучения, поэтому ее ослабление будет негативно сказываться на этих процессах [Bliss, Collingridge 1993; Luscher, Malenka 2012].

Непосредственное изучение механизмов нарушений ДВСП у человека затруднено, поэтому экспериментальные исследования проводятся на животных, у которых судороги или эпилепсию вызывают с помощью конвульсантов. В данном докладе будут описаны некоторые результаты, полученные в лаборатории Молекулярных механизмов нейронных взаимодействий ИЭФБ РАН на моделях судорожных состояний и височной эпилепсии у крыс.

Наиболее выраженные когнитивные нарушения, а именно ухудшение пространственной памяти в тесте Морриса и лабиринте Барнс и памяти, связанной с аверсивными стимулами, были выявлены у крыс в литий-пилокарпиновой модели височной эпилепсии [Smolensky et al. 2019]. Однако даже у крыс с тяжелыми судорогами в литий-пилокарпиновой модели способность к обучению и пространственная память не терялись полностью [Duomina et al. 2023]. Крысы, которые в раннем детстве были подвержены длительным фебрильным судорогам или подвергались воздействию однократных судорожных состояний, вызванных введением пентилентетразола, по своим когнитивным способностям почти не отличались от контрольных животных [Postnikova, Griflyuk et al. 2021; Postnikova et al. 2022].

Нарушения ДВСП были выявлены как сразу после судорожных состояний, так и в отсроченный период времени практически во всех используемых нами моделях. В большинстве случаев мы наблюдали очень существенное ослабление ДВСП по сравнению с контролем, однако механизмы, лежащие в основе нарушений, были специфичны для каждой модели судорог. В модели фебрильных судорог ослабление ДВСП обусловлено нарушением функций NMDA-рецепторов, вызванной их повышенной десенситизацией [Postnikova, Griflyuk et al. 2021]. Пентилентетразол-индуцированные судороги приводят к кратковременному изменению механизма индукции ДВСП, NMDA-зависимая потенция синапсов меняется на mGluR-зависимую форму [Postnikova et al. 2019]. Несмотря на то, что в дальнейшем механизм индукции ДВСП возвращается к исходному, небольшое ослабление ДВСП наблюдается более месяца [Postnikova et al. 2022]. При использовании литий-пилокарпиновой модели эпилепсии уменьшение ДВСП происходит в гиппокампе крыс с

задержкой, нарушения нарастают в течение недели после эпилептического статуса, вызванного пилокарпином [Postnikova, Diespirov et al. 2021]. Следует отметить, что эти нарушения ДВСП сохраняются длительное время, сопровождаются также нарушениями нейрон-глиальных взаимоотношений [Plata et al. 2018].

Таким образом, долгосрочное ослабление индукции ДВСП – это типичное последствие судорожных состояний, проявляющиеся в снижении когнитивных функций в моделях на животных. Выявленные различающиеся механизмы нарушений ДВСП, характерные для разных моделей судорожных состояний и эпилепсии у животных, указывают на то, что коморбидные когнитивные нарушения у человека при эпилепсии могут иметь сложную этиологию и требуют персонализированного подхода к лечению.

Финансирование работы

Поддержано грантом на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2024-548.

Bliss T.V.P., Collingridge G.L. A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus // Nature. 1993. № 361(6407). P. 31-39. doi: 10.1038/361031a0.

Chang B.S., Lowenstein D.H. Epilepsy // The New England Journal of Medicine. 2003. № 349(13). P. 1257-1266. doi: 10.1056/NEJMra022308.

Dyomina A.V., Smolensky I.V., Zaitsev A.V. Refinement of the Barnes and Morris water maze protocols improves characterization of spatial cognitive deficits in the lithium-pilocarpine rat model of epilepsy // Epilepsy & Behavior. 2023. № 147. P. 109391. doi: 10.1016/j.yebeh.2023.109391.

Luscher C., Malenka R.C. NMDA Receptor-Dependent Long-Term Potentiation and Long-Term Depression (LTP/LTD) // Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. 2012. № 4(6). P. a005710–a005710. doi: 10.1101/cshperspect.a005710.

Plata A., Lebedeva A., Denisov P., Nosova O., Postnikova T.Y., Pimashkin A., Brazhe A., Zaitsev A.V., Rusakov D.A., Semyanov A. Astrocytic Atrophy Following Status Epilepticus Parallels Reduced Ca²⁺ Activity and Impaired Synaptic Plasticity in the Rat Hippocampus // Frontiers in Molecular Neuroscience. 2018. № 11. P. 215. doi: 10.3389/fnmol.2018.00215.

Postnikova T.Y., Diespirov G.P., Amakhin D.V., Vylekzhanina E.N., Soboleva, E.B., Zaitsev A.V. Impairments of Long-Term Synaptic Plasticity in the Hippocampus of Young Rats during the Latent Phase of the Lithium-Pilocarpine Model of Temporal Lobe Epilepsy // International Journal of Molecular Sciences. 2021. № 22(24). P. 13355. doi: 10.3390/ijms222413355.

Postnikova T.Y., Griflyuk A.V., Amakhin D.V., Kovalenko A.A., Soboleva E.B., Zubareva O.E., Zaitsev A.V. Early Life Febrile Seizures Impair Hippocampal Synaptic Plasticity in Young Rats // International Journal of Molecular Sciences. 2021. № 22(15). P. 8218. doi: 10.3390/ijms22158218.

Postnikova T.Y., Trofimova A.M., Ergina J.L., Zubareva O.E., Kalemenev S.V., Zaitsev A.V. Transient Switching of NMDA-Dependent Long-Term Synaptic Potentiation in CA3-CA1 Hippocampal Synapses to mGluR1-Dependent Potentiation After Pentylentetrazole-Induced Acute Seizures in Young Rats // Cellular and Molecular Neurobiology. 2019. № 39(2). P. 287-300. doi: 10.1007/s10571-018-00647-3.

Postnikova T.Y., Trofimova A.M., Zakharova M.V., Nosova O.I., Brazhe A.R., Korzhevskii D.E., Semyanov A.V., Zaitsev A.V. Delayed Impairment of Hippocampal Synaptic Plasticity after Pentylentetrazole-Induced Seizures in Young Rats // International Journal of Molecular Sciences. 2022. № 23(21). P. 13461. doi: 10.3390/ijms232113461.

Smolensky I.V., Zubareva O.E., Kalemenev S.V., Lavrentyeva V.V., Dyomina A.V., Karepanov A.A., Zaitsev A.V. Impairments in cognitive functions and emotional and social behaviors in a rat lithium-pilocarpine model of temporal lobe epilepsy // Behavioural Brain Research. 2019. № 372. P. 112044. doi: 10.1016/j.bbr.2019.112044.

НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И КОНТРОЛЯ У ДОШКОЛЬНИКОВ 3-7 ЛЕТ

Захарова М.Н.^{1,2,3}
(zmn@idnps.ru),

Аgris А.Р.^{2,3}
(agris.ar@idnps.ru)

¹ Институт развития, здоровья и адаптации ребенка (Москва, Россия)

² Многопрофильный психологический центр «Территория Счастья» (Москва, Россия)

³ Центр повышения квалификации «Институт возрастной нейропсихологии»

Процессы избирательной регуляции и контроля – термин, введенный в работах А.Р. Лурии [Лурия 1973], где эти функции связываются с работой лобных отделов коры. Его можно частично соотнести с понятием «управляющие функции» (brain executive functions) из нейрокогнитивных наук, которое описывает различные процессы регуляции поведения и ментальной активности, обеспечивающие достижение цели деятельности [Stuss, Alexander 2000]. Хорошо известна связь этих процессов с успешностью в обучении [Bull et al. 2008; Ахутина, Пылаева 2012]. В то же время до настоящего момента сведения об их развитии в дошкольном возрасте неполны и противоречивы, особенно с учетом сложного многокомпонентного строения этих функций. **Целью** данного исследования стало сравнение уровня развития разных компонентов произвольной регуляции деятельности у детей младшего, среднего и старшего дошкольного возраста.

Выборка: обследованы 472 дошкольника (49 детей 3-4 лет, 70 детей 4-5 лет, 154 ребенка 5-6 лет и 199 детей 6-7 лет) из детских садов Москвы и Московской области.

Методы: применялись *бланковые* (графомоторная проба «Забор», пробы «Нахождение различий», «Лабиринты» и «Шифровка», корректурная проба) и *компьютеризированные* методики (корректурная проба, проба «Точки» и проба «Кубики Корси»), часть из которых показала свою эффективность в предыдущих исследованиях [Ахутина (ред.) 2016; Ахутина и др. 2017], а часть была специально разработана для данного исследования [Захарова и др. 2022]. Результаты по отдельным пробам объединялись в комплексные показатели (например, усвоение инструкций, самоконтроль и т.п.).

Результаты. В течение дошкольного периода развития значительно улучшается *понимание инструкций* (вербальных и графических): $U=437.500$, $p<0.001$ при сравнении детей 3-4 и 4-5 лет, $U=2697.500$, $p<0.001$ при сравнении детей 4-5 и 5-6 лет и $U=9731.500$, $p<0.0001$ – у детей 5-6 и 6-7 лет. При этом возможности *создания стратегий деятельности* заметно различаются лишь при сравнении детей младшей возрастной группы с детьми предшкольного возраста ($U=9247.000$, $ps<0.0001$). Способность *подавления непосредственных реакций* значительно возрастает между 3-4 и 5-6 годами ($U=9295.000$, $p=0.003$), а затем к 6-7 годам ($U=9232.500$, $p=0.041$), как и объем рабочей памяти ($N=115.964$; $p<0.0001$): при переходе от 3-4 к 4-5 годам в среднем дети запоминают последовательность от 2 до 3,4 символов, от 5-6 к 6-7 годам – от 3,7 к 5,3 символам. Детям 3-4 лет по сравнению с группой 5-6 лет сложнее *переключаться с одного действия на другое* ($U=1356.000$, $p<0.001$), *с одной программы на другую* ($U=3285.500$, $p=0.002$), а также *устойчиво поддерживать усвоенную программу* ($U=1756.500$, $p<0.001$).

Выводы. Статистически значимые прогрессивные изменения претерпевают способности: (1) усваивать инструкции, (2) следовать программам деятельности, (3) переключаться с одного действия на другое, (4) планировать последовательность действий. Вместе с тем, все дошкольники демонстрируют возрастную незрелость: (1) создания собственной стратегии деятельности, (2) переключения с одного алгоритма на другой, (3) самоконтроля за результатами деятельности. Полученные результаты полезны для планирования развивающей работы и обучающих программ в дошкольном возрасте – они не должны предъявлять избыточных требований к тем компонентам произвольной регуляции, которые находятся пока на этапе формирования, но создавать для них благоприятные условия, где также должны активно стимулироваться навыки, интенсивно развивающиеся в этот период.

Ахутина Т.В. (ред.). Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет. М.: В. Секачев, 2016.

Ахутина Т.В., Кремлев А.Е., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Гусев А.Н. Разработка компьютерных методик нейропсихологического обследования // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. М.: ООО «Буки Веди», ИППТиП, 2017. С. 486-490.

Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. Преодоление трудностей учения: нейропсихологический подход. М.: Академия, 2015.

Захарова М.Н., Мачинская Р.И., Агрис А.Р. Управляющие функции мозга и готовность к систематическому обучению у старших дошкольников // Культурно-историческая психология. 2022. № 18(3). С. 81-91.

Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973.

Bull R., Espy K.A., Wiebe S.A. Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years // *Developmental Neuropsychology*. 2008. № 33(3). P. 205-228.

Stuss D.T., Alexander M.P. Executive functions and the frontal lobes: conceptual view // *Psychological Research*. 2000. № 63. P. 289-298.

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ВОСПРИЯТИЕ СОЦИАЛЬНОГО РОБОТА

Зинина А.А.

(anna.zinina.22@gmail.com),

Котов А.А.

(kotov@harpia.ru),

Аринкин Н.А.

(nikita.arinkin@gmail.com)

¹ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Москва, Россия)

² Московский государственный лингвистический университет (Москва, Россия)

³ Российский государственный гуманитарный университет (Москва, Россия)

Роботы-компаньоны все чаще появляются в нашей жизни как экспериментальные образцы интерфейсов, но пока они не завоевали устойчивых позиций ни в одной из областей жизни. Люди по-разному относятся к роботам, и это не позволяет найти сферу, где роботы-компаньоны будут приемлемы для всех пользователей. Мы предполагаем, что привлекательность робота-компаньона зависит от психологических характеристик пользователя. Иными словами, некоторые люди будут получать удовлетворение от взаимодействия с роботом-компаньоном, тогда как другие пользователи будут удовлетворены более привычными интерфейсами. В зарубежной психологии ведется активный поиск связи между отношением к роботам и личностными особенностями респондентов [Акмаев 2022]. Некоторые авторы полагают, что личность человека является наиболее важным фактором, определяющим готовность использовать данную технологию [Robert et al. 2020]. Например, в работе [Morsunbul 2019] показано, что пол, экстраверсия и открытость опыту являются важными факторами отношения участников эксперимента к роботам. При этом общая картина этой взаимосвязи остается неполной: современные данные о взаимодействии личностных особенностей с характером взаимодействия человека с роботом по-прежнему остаются фрагментарными и не обладают прозрачной структурой [Esterwood et al. 2021].

В рамках работ нашей лаборатории мы провели серию экспериментов, направленных на изучение человеко-машинного взаимодействия. Чтобы оценить факторы, повышающие привлекательность робота, мы варьировали параметры невербального поведения робота, его способность поддерживать диалог, ставить цели, менять демонстрируемое настроение, реагировать на разные коммуникативные действия со стороны человека. При этом мы также анализировали психологические характеристики пользователей, в частности – их эмоциональный интеллект. Так, в эксперименте [Velichkovsky et al. 2021] испытуемые (n = 46, средний возраст 27 лет, 33 женщины) рассказывали истории по карточкам двум роботам. Роботы демонстрировали разную реакцию на взгляд пользователя: один из роботов поддерживал зрительный контакт, обращая ответный «взгляд» на человека, другой – уводил взгляд в сторону, когда испытуемый на него смотрел (см. рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальная ситуация: робот отвечает взглядом на взгляд человека

Восприятие роботов испытуемыми различалось в зависимости от их эмоционального интеллекта, оцененного тестом *ЭМИн* [Люсин 2006]. Тест опирается на трактовку эмоционального интеллекта как способности человека к пониманию своих и чужих эмоций и к управлению ими. Те

испытуемые, которые предпочли робота, отвечающего на взгляд пользователя ответным взглядом, обладали более высоким уровнем эмоционального интеллекта ($p < 0,05$, U-тест Манна-Уитни), чем группа, предпочитающая робота, избегающего взгляд. Данная закономерность наблюдалась для конкретной шкалы – *понимание чужих эмоций*. Испытуемые с высоким эмоциональным интеллектом также лучше замечали разницу в невербальном поведении роботов и понимали, что один из роботов смотрит им в глаза при рассказе истории. Такие испытуемые имплицитно подстраивали свое поведение под реакции робота на взгляд: демонстрировали паттерны, характерные для совместного внимания, использовали больше иконических жестов, рассказывали более длинную, насыщенную подробностями историю роботу, отвечающему на взгляд.

В другом эксперименте [Zinina A. et al. 2023] мы оценивали восприятие робота-помощника при изучении древнего языка ($n = 43$, средний возраст 22,5 года, 34 женщины). Испытуемые с одинаковой эффективностью выучивали лексику латыни как с роботом, так и с компьютером. Однако те испытуемые, которые более позитивно воспринимали робота и предпочитали его в качестве перспективного средства обучения, значительно отличались от группы испытуемых со скептическим отношением к роботу по шкале *Управление своими эмоциями* (Mann-Whitney U Test, $p < 0,05$), они лучше различали и контролировали собственные эмоции.

Хотя по своему облику и поведению роботы-компаньоны могут быть приближены к человеку, не все пользователи будут воспринимать это позитивно. На восприятие эмоциональных роботов-компаньонов существенно влияют психологические особенности респондентов, их эмоциональный интеллект. Более высокий уровень осознания и различения эмоций позволяет человеку позитивнее воспринимать робота-компаньона, использующего естественные эмоциональные средства для коммуникации.

Акмаев В.А. Психометрические показатели и модификация методики негативного отношения к роботам (NARS) // Психологический журнал. 2022. № 43 (6). С. 76-84.

Люсин Д.В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭмИн // Психологическая диагностика. 2006. № 1 (4). С. 3-22.

Esterwood C., Essenmacher K., Yang H., Zeng F., Robert L.P. A meta-analysis of human personality and robot acceptance in human-robot interaction // Proceedings of the 2021 CHI conference on human factors in computing systems. 2021. P. 1-18.

Morsunbul U. Human-robot interaction: How do personality traits affect attitudes towards robot? // Journal of Human sciences. 2019. №16 (2). P. 499-504.

Robert Jr L.P., Alahmad R., Esterwood C., Kim S., You S., Zhang Q. A review of personality in human-robot interactions // Foundations and Trends in Information Systems. 2020. № 4(2). P. 107-212.

Velichkovsky B.M., Kotov A., Arinkin N., Zaidelman L., Zinina A., Kivva, K. From social gaze to indirect speech constructions: How to induce the impression that your companion robot is a conscious creature // Applied Sciences. 2021. № 11(21). P. 10255.

Zinina A., Kotov A., Arinkin N., Zaidelman L. Learning a foreign language vocabulary with a companion robot // Cognitive Systems Research. 2023. № 77. P. 110-114.

НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВАХ И СПОСОБЫ ИХ КОРРЕКЦИИ

Зоркина Я.А.

(zorkina.ya@serbsky.ru)

*Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии
им. В.П. Сербского Минздрава России (Москва, Россия)*

*Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева Департамента
здравоохранения города Москвы (Москва, Россия)*

*Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии»
Российской академии наук (Москва, Россия)*

Многие психиатрические заболевания сопровождаются нарушением когнитивных функций [Morozova et al. 2022]. Когнитивные нарушения являются одним из основных признаков шизофрении, наряду с позитивными и негативными симптомами. По оценкам различных исследователей, дисфункция рабочей памяти, внимания, скорости обработки информации, визуального и вербального обучения, а также значительные нарушения рассуждения, планирования, абстрактного мышления и принятия решений присутствуют у 62-98 % пациентов с шизофренией [Shmukler et al. 2015; Mihaljević-Peleš et al. 2019]. Когнитивные нарушения сохраняются даже в период ремиссии и определяют функциональное состояние пациента [Xu et al. 2018]. Депрессивные расстройства также сопровождаются когнитивными нарушениями в различных областях, таких как внимание, исполнительные функции, память и скорость обработки информации. При этом когнитивные нарушения присутствуют в 85-94 % случаев во время обострений и в 39-44 % случаев в период ремиссий [Conradi et al. 2011].

Одним из основных механизмов когнитивных нарушений является дисфункция нейромедиаторных систем. Это связано с нарушением нейропластичности и синтеза нейротрофических факторов, поддерживающих функцию нервных клеток [Li 2020]. В основе всех когнитивных процессов лежат дискретные нейронные сети, функционирующие посредством нейромедиаторных систем. Дофамин, норадреналин, серотонин, ацетилхолин, глутамат и γ -аминомасляная кислота играют важную роль в регуляции когнитивных процессов. Понимание нейробиологических процессов, лежащих в основе когнитивного функционирования, необходимо для интерпретации поведения как здоровых, так и психически больных людей [Li 2020].

Тирозингидроксилаза (ТГ) является лимитирующей стадией биосинтеза дофамина и других катехоламинов. ТГ – фермент, участвующий в превращении тирозина в L-DOPA, в обычных физиологических условиях насыщен тирозином примерно на 75 %. Поскольку другие ферменты, участвующие в синтезе катехоламинов, имеют низкий уровень насыщения, существует значительный потенциал для увеличения синтеза катехоламинов в мозге за счет повышения местного уровня тирозина. Показано участие тирозингидроксилазы в развитии когнитивных нарушений [Hase et al. 2015].

Виндебурнол (VIND, RU24722, BC19), синтетическая молекула, относящаяся к группе алкалоидов эбурнамин-винкамин, обладает многими нейропсихофармакологическими эффектами. Ключевой биологический эффект виндебурнола связан с действием на ТГ [Zubkov et al. 2024]. Эффекты виндебурнола и его производных были оценены на модели депрессивно-подобного состояния у крыс и мышей, вызванного влиянием ультразвука переменных частот. Было продемонстрировано снижение депрессивно-подобных симптомов у обоих видов, эффекты виндебурнола были показаны и на социальной активности. Биологические эффекты виндебурнола на модели депрессии включали повышение уровня тирозингидроксилазы в голубом пятне и увеличение дофамина и его метаболитов во фронтальной коре и стволе мозга. При исследовании действия виндебурнола и его производных на когнитивные функции у здоровых животных были показаны положительные эффекты в тестах на рабочую и пространственную память.

Таким образом, виндебурнол и его производные являются перспективным препаратом для терапии различных симптомов психических заболеваний.

Conradi H.J., Ormel J., de Jonge P. Presence of individual (residual) symptoms during depressive episodes and periods of remission: a 3-year prospective study // Psychological medicine. 2011. № 41(6). P. 1165-1174. doi: 10.1017/S0033291710001911.

Hase A., Jung S.E., aan het Rot M. Behavioral and cognitive effects of tyrosine intake in healthy human adults // *Pharmacology, biochemistry, and behavior*. 2015. № 133. P. 1–6. doi: 10.1016/j.pbb.2015.03.008.

Li Y.F. A hypothesis of monoamine (5-HT) – Glutamate/GABA long neural circuit: Aiming for fast-onset antidepressant discovery // *Pharmacology & therapeutics*. 2020. № 208. P. 107494. doi: 10.1016/j.pharmthera.2020.107494.

Mihaljević-Peješ A., Bajš Janović M., Šagud M., Živković M., Janović Š., Jevtović S. Cognitive deficit in schizophrenia: an overview // *Psychiatria Danubina*. 2019. № 31(Suppl 2). P. 139-142.

Morozova A., Zorkina Y., Abramova O., Pavlova O., Pavlov K., Soloveva K., Volkova M., Alekseeva P., Andryshchenko A., Kostyuk G., Gurina O., Chekhonin V. Neurobiological Highlights of Cognitive Impairment in Psychiatric Disorders // *International journal of molecular sciences*. 2022. № 23(3). P. 1217. doi: 10.3390/ijms23031217.

Shmukler A.B., Gurovich I.Y., Agius M., Zaytseva Y. Long-term trajectories of cognitive deficits in schizophrenia: A critical overview // *European psychiatry: the journal of the Association of European Psychiatrists*. 2015. № 30(8). P. 1002-1010. doi: 10.1016/j.eurpsy.2015.08.005.

Xu M.Y., Wong A.H.C. GABAergic inhibitory neurons as therapeutic targets for cognitive impairment in schizophrenia // *Acta pharmacologica Sinica*. 2018. № 39(5). P. 733-753. doi: 10.1038/aps.2017.172.

Zubkov E., Riabova O., Zorkina Y., Egorova A., Ushakova V., Lepioshkin A., Novoselova E., Abramova O., Morozova A., Chekhonin V., Makarov V. Antidepressant-like Effect of the Eburnamine-Type Molecule Vindeburnol in Rat and Mouse Models of Ultrasound-Induced Depression // *ACS chemical neuroscience*. 2024. № 15(3). P. 560-571. doi: 10.1021/acscemneuro.3c00590.

НАРУШЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ И ПОИСК НОВЫХ МЕТОДОВ ИХ КОРРЕКЦИИ

Зубарева О.Е.

(zubarevaoe@mail.ru)

Синяк Д.С.

(den67920405@yandex.ru)

Субханкулов М.Р.

(mara_sub@mail.ru)

Демина А.В.

(adyomina513@gmail.com)

Зайцев А.В.

(aleksey_zaitsev@mail.ru)

*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
(Санкт-Петербург, Россия)*

Эпилепсия является одним из наиболее распространенных и тяжелых заболеваний нервной системы. Качество жизни больных эпилепсией существенно снижается не только из-за развивающихся спонтанных рецидивирующих судорог (СРС), но также из-за формирования коморбидных психоэмоциональных и когнитивных нарушений. Нарушения когнитивных функций наиболее выражены при височной эпилепсии (ВЭ). Несмотря на активный поиск новых методов лечения, до 30 % пациентов с эпилепсией страдают фармакорезистентными формами заболевания. Некоторые из препаратов, применяемых в клинике для купирования судорог, негативно влияют на когнитивную сферу больных. Это делает актуальным поиск новых методов лечения эпилепсии, которые бы не только тормозили эпилептогенез, но и препятствовали бы развитию сопутствующих нейропсихических нарушений.

В серии исследований, проведенных на крысах самцах Вистар, мы изучали нарушения когнитивных функций и возможности их коррекции в хронической литий-пилокарпиновой модели ВЭ. В данной модели достаточно точно воспроизводятся патофизиологические, патоморфологические, электрофизиологические и биохимические нарушения, характерные для человеческой патологии. В частности, также как и при ВЭ у людей, после индукции эпилептогенеза (в модели – однократное введение пилокарпина) сначала имеет место латентный период, когда судороги не проявляются, затем постепенно развиваются СРС (хронический период).

Нами показано, что когнитивные нарушения наблюдаются у экспериментальных крыс не только в хроническую, но и латентную фазу литий-пилокарпиновой модели. Они выражаются в повышении двигательной активности в новом пространстве, нарушениях исследовательского поведения, различных видов памяти, подавлении коммуникативного поведения при контакте с новыми незнакомыми животными. Мы оценили возможности предотвращения формирования этих нарушений с помощью различных фармакологических агентов. Проведенные нами исследования доказали, что развитие когнитивного дефицита частично связано с развитием нейровоспаления. Курсовое введение противовоспалительного цитокина антагониста рецепторов интерлейкина-1 (препарат анакинра) в латентный период литий-пилокарпиновой модели уменьшал выраженность спонтанных рецидивирующих судорог и ослаблял нарушения исследовательского (тест Открытое поле) и коммуникативного (тест Чужак-резидент) поведения. В то же время анакинра не блокировала связанные с эпилепсией нарушения пространственной (водный лабиринт Моррса) и связанной со страхом (тест Fear Conditioning) памяти. Мы предположили, что комбинация анакинры с традиционным противосудорожным препаратом ламотриджином позволит лучше корректировать когнитивные нарушения в ВЭ модели. Однако этого не произошло, комбинированное лечение было менее эффективно, чем монотерапия анакинрой.

В настоящее время в литий-пилокарпиновой модели ВЭ мы исследуем терапевтические свойства агонистов рецепторов, активируемых пролифераторами пероксисом (PPARs). PPAR (альфа, бета/дельта и гамма) – это ядерные транскрипционные факторы, основной функцией которых является регуляция липидного и энергетического обменов. Однако они также способны регули-

ровать воспалительные и окислительные сигнальные пути, вовлеченные в патогенез ряда нервно-психических расстройств, включая эпилепсию.

Нами показано, что введение агониста PPAR бета/дельта GW0742 либо агониста PPAR гамма пиоглиитазона на ранних этапах эпилептогенеза уменьшает гиперактивность крыс в новом пространстве Открытого поля, кроме того, инъекции пиоглиитазона нивелируют нарушения коммуникативной активности в тесте Чужак-резидент (тестирование в латентную фазу TLE модели).

Введение агониста PPAR бета/дельта кардарина в латентную фазу литий – пилокарпиновой модели, ослабляет формирование нарушений оперативной и пространственной памяти, исследовательского и социального поведения.

Таким образом, агонисты PPARs потенциально могут быть использованы для предотвращения развития когнитивных нарушений при височной эпилепсии.

Финансирование работы

Поддержано грантом на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2024-548.

ХАРАКТЕР ВЫЗВАННОГО ОТВЕТА МОЗГА НА СТИМУЛЫ ИЗ КАТЕГОРИИ «СЪЕДОБНОЕ-НЕСЪЕДОБНОЕ» ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

Иванов В.А.²
(ivanopus@gmail.com)

Чилигина Ю.А.¹
(julchil@mail.ru)

Кручинина О.В.¹
(kruchinina_ol@mail.ru)

Гальперина Е.И.¹
(galperina-e@yandex.ru)

¹ *Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)*

² *Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия)*

Существует взаимосвязь между уровнем глюкозы в периферической крови и когнитивными функциями, которая показана у больных сахарным диабетом [Sastre 2017]. Обнаружено увеличение времени реакции, количества ошибок при выполнении заданий на переключение, снижение объема рабочей памяти [Nilsson 2019]. Взаимосвязь уровня периферической глюкозы и когнитивных функций практически не исследована у здоровых людей. Не описаны нейрофизиологические механизмы влияния уровня глюкозы в крови на компоненты связанных с событиями потенциалов (ССП) при когнитивной деятельности у здоровых испытуемых. Целью данного пилотного исследования было выявление характеристик ССП головного мозга в момент принятия решения в задаче двойного категориального выбора в условиях пониженного содержания глюкозы в периферической крови (натощак) и после приема раствора глюкозы.

Методика. В исследовании принимали участие практически здоровые испытуемые в возрасте от 18 до 25 лет, средний возраст составил 23.1 ± 3.7 (11 человек, из них 3 мужчин). После предварительного анкетирования участников проводили регистрацию ЭЭГ (МИЦАР-ЭЭГ-ВП 31/8, Санкт-Петербург, Россия) натощак и после приема раствора глюкозы (из расчета 0.5 г/кг). Каждый раз испытуемый выполнял тест на категоризацию зрительно предъявляемых существительных, обозначающих «съедобное» или «несъедобное». Перед каждым выполнением теста измерялся уровень глюкозы в периферической крови с помощью глюкометра (OneTuch Select Plus, Швейцария, 2019).

Анализ данных. Фиксировался процент правильных ответов, количество ошибок, пропусков и время реакции в ответ на стимулы и сопоставлялись результаты выполнения тестов во время первой (натощак) и второй (после принятия раствора глюкозы) регистрации при категоризации существительных «съедобное-несъедобное» с помощью критерия Вилкоксона для связанных выборок. Статистический анализ производился в пакете программ IBM SPSS Statistics версия 26. Для каждого испытуемого сопоставлялись средние амплитуды компонентов ССП на последовательных интервалах с шагом в 100 мс при категоризации существительных «съедобное-несъедобное» во время первой (натощак) и второй (после принятия раствора глюкозы) регистрации с помощью *t*-критерия для связанных выборок. Статистический анализ производился в пакете программ IBM SPSS Statistics версия 26.

Результаты. По поведенческим данным (время реакции, количество ошибок, пропусков, ложных тревог) не обнаружено достоверных отличий между состояниями «натощак» и после принятия раствора глюкозы. При сравнении амплитуды вызванного ответа на «съедобное-несъедобное» вне зависимости от уровня глюкозы (как натощак, так и после принятия раствора глюкозы) различия были выявлены во фронтальных и центральных отведениях левого полушария и по центральной линии ($p < 0.01$), а также в теменных отделах обоих полушарий на интервале 700-800 мс, при этом амплитуда позитивного компонента на «съедобное» была достоверно выше ($p < 0.01$). Чувствительность к уровню глюкозы в периферической крови (натощак или после принятия раствора глюкозы) была обнаружена вне зависимости от стимула («съедобное-несъедобное») во фронталь-

ных и центральных отведениях обоих полушарий мозга на ранних компонентах с латентностью 100-200 мс. Специфический ответ был выявлен только на «съемное» и проявлялся при попарном сравнении двух регистраций: в отведениях центральной линии (Fz, Cz) амплитуда ССП была выше натошак во временном окне 100-200 мс, в то время как в отведениях правого полушария амплитуда ССП была выше после приема раствора глюкозы (для F4 и C4 на 100-200 мс, а для P4 на 700-800 мс).

Выводы. Показана чувствительность ранних компонентов ССП с латентностью 100-200 мс к уровню глюкозы в периферической крови, а поздних компонентов (700-800 мс) – к типу предъявляемых стимулов («съемное-несъемное»). Специфичность вызванного ответа выражалась в большей амплитуде ССП отведений правого полушария на предъявление стимула из категории «съемное» после приема раствора глюкозы.

Sastre A., Vernooij R.W.M., Harmand M.G.-C., Martínez G. Effect of the treatment of Type 2 diabetes mellitus on the development of cognitive impairment and dementia // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017. Issue 6. Art. CD003804.

Nilsson M., Jensen N., Gejl M., Bergmann M., Storgaard H., Zander M., Miskowiak K., Rungby J. Experimental non-severe hypoglycaemia substantially impairs cognitive function in type 2 diabetes: a randomised crossover trial // Diabetologia. 2019. V. 62 (10). P. 1948-1954.

ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИГРОВОЙ ЗАДАЧЕ АЙОВА У БОЛЬНЫХ ДЕПРЕССИЕЙ

Изнак Е.В.

(iznakekaterina@gmail.com)

Береснева А.Ф.

(beresneva.annaf@gmail.com)

Изнак А.Ф.

(iznak@inbox.ru)

Научный центр психического здоровья (Москва, Россия)

Депрессивные расстройства характеризуются системными перестройками функционального состояния головного мозга, вызывающими как собственно эмоциональные нарушения, так и снижение ряда когнитивных функций, включая память, внимание, а также принятие решений [Изнак и др. 2016], что существенно влияет на качество жизни и социальную адаптацию пациентов.

Цель исследования – выявить и проанализировать возможные связи показателей, отражающих эффективность принятия решений, со спектральными параметрами ЭЭГ у больных с депрессивными расстройствами.

Материал и методы. Междисциплинарное клинико-психолого-нейрофизиологическое исследование проведено с соблюдением современных этических норм и правил биомедицинских исследований. Обследовано 48 больных (все женщины, 16-25 лет, средний возраст 18.4 ± 2.6 лет) с депрессивными расстройствами без психотических симптомов в рамках рубрик F31.3-4, F34.0 и F21.3-4+F34.0 МКБ-10. Значения общей суммы баллов шкалы Гамильтона для депрессии HDRS-17 составляли в среднем 21.7 ± 6.0 баллов. Психометрическое тестирование и многоканальная регистрация фоновой ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами проводились при поступлении больных в стационар до начала курса терапии. В качестве модели принятия решений использовался компьютерный вариант психометрической методики Игровая Задача Айова (Iowa Gambling Task – IGT) [Bechara et al. 1994; Must et al. 2013; Медведева и др. 2013], позволяющей количественно оценить эффективность научения, ведущую роль в котором играют эмоциональные процессы (интуиция, переживание успеха/неуспеха, импульсивность). Анализировались следующие показатели результатов выполнения задачи IGT: предпочтение «хороших» колод С и D (с низкими выплатами, но и низкими штрафами) «плохим» колодам А и В (с высокими выплатами, но с крайне высокими штрафами), «застревание на плохой колоде» и «минимальный счет в игре». Анализ ЭЭГ включал вычисление значений абсолютной спектральной мощности восьми узких частотных поддиапазонов ЭЭГ: дельта (2-4 Гц), тета1 (4-6 Гц), тета2 (6-8 Гц), альфа1 (8-9 Гц), альфа2 (9-11 Гц), альфа3 (11-13 Гц), бета1 (13-20 Гц) и бета2 (20-30 Гц). Статистическая обработка комплекса показателей игровой задачи Айова и спектральных параметров ЭЭГ осуществлялась методом рангового корреляционного анализа (по Спирмену) с использованием пакета программ «STATISTICA для Windows, v.12».

Результаты и их обсуждение. Выявлены достоверные положительные корреляции ($p < 0,01$) количества выборов «плохой» колоды (А) и обеих «плохих» колод (А и В), а также достоверные отрицательные корреляции ($p < 0,01$) предпочтения «хороших» колод (С и D) «плохим» (А и В) во второй половине тестирования (на 60-80 ходах) со значениями спектральной мощности среднечастотного (альфа2) компонента альфа-ритма в передних областях левого полушария (в ЭЭГ-отведениях F7, F3, C3). Также выявлены достоверно отрицательные корреляции ($p < 0,01$) между предпочтением «хороших» колод (С и D) «плохим» колодам (А и В) в середине теста IGT (на 40-60 ходах) и значениями спектральной мощности высокочастотного компонента альфа-ритма (альфа3) в правой лобной области (F4) и спектральной мощности бета2-активности в лобной и центральной областях правого полушария (в ЭЭГ-отведениях F4 и C4). Кроме того, получены достоверно отрицательные корреляции ($p < 0,01$) количественных параметров ЭЭГ с такими показателями IGT как «остался на плохой колоде» и «минимум счета». Пациенты чаще оставались на «плохих» колодах с большими штрафами (А и В) при более низких значениях спектральной мощности бета2-активности в лобных передних отделах левого полушария (в отведении F3); минимальный счет в игре у них был тем ниже, чем больше был выражен среднечастотный компонент альфа-ритма (альфа2) в передних отделах левого полушария (в отведениях F7, F3).

Все эти данные свидетельствуют об ухудшении эффективности принятия решений в игровой задаче Айова при относительно сниженной активации передних отделов левого полушария и гиперактивации правого полушария. Относительное снижение функционального состояния передних отделов коры левого полушария и повышение активации правого полушария, согласно как классическим [Симонов 1981; Flor-Henry 1983], так и более современным [Davidson 1998; Mathersul et al. 2008] представлениям, играют важную роль в развитии депрессивных расстройств и ухудшении регуляции отрицательных эмоций.

Заключение. Корреляции показателей игровой задачи Айова и значений нейрофизиологических параметров (ЭЭГ) у больных с депрессивными расстройствами отражают связь изменений функционального состояния коры головного мозга (в виде снижения активации передних отделов левого полушария и гиперактивации правого полушария) с нарушениями функции принятия решений в задаче, требующей эмоционального научения.

Изнак А.Ф., Медведева Т.И., Изнак Е.В., Олейчик И.В., Бологов П.В., Кобзова М.П. Нарушения нейрокогнитивных механизмов принятия решений при депрессии // Физиология человека. 2016. № 42. С. 8-26.

Медведева Т.И., Ениколопова Е.В., Ениколопов С.Н. Гипотеза соматических маркеров Дамасио и игровая задача (IGT): обзор // Психологические исследования. 2013. № 6. С. 1-10.

Симонов П.В. Эмоциональный мозг: Физиология. Нейрофизиология. Психология эмоций. М.: Наука, 1981.

Bechara A., Damasio A.R., Damasio H., Anderson S.W. Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex // Cognition. 1994. № 50. P. 7-15.

Davidson R.J. Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience // Cognition & Emotion. 1998. № 12. P. 307-330.

Flor-Henry P. Cerebral Basis of Psychopathology. Boston: Wright, 1983.

Mathersul D., Williams L.M, Hopkinson P.J, Kemp A.H. Investigating models of affect: relationships among EEG alpha asymmetry, depression and anxiety // J Biological Psychology 2008. № 80. P. 560-572.

Must A., Horvath S., Nemeth V.L., Janka Z. The Iowa Gambling Task in depression – what have we learned about sub-optimal decision-making strategies? // Frontiers in Psychology. 2013. № 4. P. 732.

ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРО СЕБЯ И ДРУГИХ У ЛЮДЕЙ, ПРАКТИКУЮЩИХ МЕДИТАЦИЮ ОСОЗНАННОСТИ

Истомина Н.А.¹

(n.istomina@g.nsu.ru)

Таможников С.С.²

(n.istomina@g.nsu.ru)

Сапрыгин А.Е.^{2,3}

(n.istomina@g.nsu.ru)

Бочаров А.В.^{1,2}

(n.istomina@g.nsu.ru)

Савостьянов А.Н.^{1,2,3}

(n.istomina@g.nsu.ru)

¹ Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)

² Национальный исследовательский институт нейронаук и медицины (Новосибирск, Россия)

³ Институт цитологии и генетики СО Российской академии наук (Новосибирск, Россия)

Медитация – общее название для широкого ряда психологических практик, направленных на выработку навыка произвольного самоконтроля над состояниями собственного сознания. Традиционно, медитационные практики интенсивно развивались в рамках восточных религий, таких как индуизм или буддизм. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к исследованию психофизиологических и нейрофизиологических последствий медитации, связанных с выработкой устойчивости человека к факторам стресса. Хорошо известно, что у людей, практикующих медитацию, наблюдается сниженная психологическая чувствительность к фрустрирующим жизненным событиям. В связи с чем, предполагается использовать знания, полученные в ходе изучения нейрофизиологических последствий медитации, для создания неинвазивных, немедикаментозных подходов к снижению уровня стресса.

Ранее мы показали [Savostyanov et al. 2020], что у людей, практикующих медитацию осознанности (саматха) в сравнении с немедитаторами, наблюдается изменение в восприятии эмоциональной информации, отнесенной к самому себе. Этот эффект был выявлен как на поведенческих, так и на нейрофизиологических реакциях, при распознавании грамматической структуры письменных предложений. В представляемой работе мы сравниваем амплитудные показатели вызванных потенциалов головного мозга (ERP) у людей, практикующих и не практикующих медитацию, в ответ на появление эмоциональных письменных предложений о самом испытуемом или других людях.

Целью данной работы было выявить корреляции между психологическими особенностями людей, практикующих медитацию осознанности (саматха) и амплитудой вызванных потенциалов при распознавании эмоционально окрашенных письменных предложений про себя и других людей.

Участники: группа медитаторов (56 человек – 21 женщина, 35 мужчин, возраст от 25 до 67 лет) была обследована на базе Байкальского ретрит-центра. Личный опыт участия в медитативных практиках составлял от 3 до 35 лет. В качестве контроля приглашались здоровые испытуемые, не практикующие йогу или медитацию. Выборка контрольных участников была сбалансирована по полу и возрасту с группой медитаторов. Все участники подписывали письменное согласие на прохождение обследования. Участники заполняли комплект психологических опросников, при помощи которого оценивались их личностные особенности, включающие уровень нейротизма, экстраверсии, личностной тревожности, показателей эмоционального интеллекта, а также степень предрасположенности к депрессии и тревожному расстройству.

Дизайн эксперимента. На экране компьютера в случайном порядке предъявлялось 200 предложений на русском языке, половина из которых содержала грамматическую ошибку. Задачей участника было оценить, является ли предложение грамматически правильным или же содержит ошибку. Предложения подразделялись на пять семантических категорий, о чем участникам не со-

общалось. 20 % предложений содержали неэмоциональное описание неодушевленных предметов, 20 % описывали страх или тревогу самого участника, 20 % – страхи или тревогу незнакомого человека, 20 % – агрессию самого участника, 20 % – агрессию другого человека.

Регистрация и обработка ЭЭГ. ЭЭГ с расстановкой меток событий регистрировалось одновременно с выполнением экспериментальных заданий при помощи 128 каналов, расположенных по схеме 5-10%, через усилитель NVX-132, Россия. Полоса пропускания 0,1-100 Гц, частота дискретизации сигнала – 1000 Гц. Артефакты удалялись методом анализа независимых компонент (ICA) в программе EEGlab_toolbox. В качестве показателей мозговой активности определялись амплитуды пиков вызванных потенциалов P300, N400 и P600.

Результаты. Психологическое тестирование позволило выявить, что у медитаторов, в сравнении с немедитаторами, наблюдаются сниженные значения характеристик, ассоциированных с риском аффективных нарушений. В частности, медиаторы показали достоверно сниженные значения нейротизма, уровня личностной тревожности и значений депрессивной симптоматики по шкале А. Бека. В то же время, для медитаторов было характерно снижено значение таких психологических показателей как экстраверсия, эмпатичность, внимание к чужим эмоциям и дружелюбие. В целом, психологическое тестирование позволило установить, что для медитаторов характерны одновременно повышенная устойчивость к стрессу и сниженная способность к социальным коммуникациям. Существенно, что эти психологические особенности не зависели от индивидуальной продолжительности участия в медитациях.

Сравнение ERP выявило большую амплитуду пика P300 у медитаторов, в чем у немедитаторов, для всех категорий предложений, что может быть интерпретировано как индекс повышенного внимания к задачам у медитаторов. Амплитуда P300 в обеих группах испытуемых отрицательно коррелировала с индивидуальным уровнем тревожности и нейротизма. Для немедитаторов были выявлены большие амплитуды пиков N400 и P600 на предложения про себя, чем на предложения про неодушевленные объекты и предложения про других людей, тогда как у медитаторов различия в амплитудах этих пиков на разные категории предложений отсутствовали. Разница в амплитудах между самоотнесенными и несамоотнесенными условиями положительно коррелировала с показателями экстраверсии и внимания к чужим эмоциям. В целом, у медитаторов наблюдалось общее повышение внимания к решаемой задаче, но сниженная разница в мозговых ответах на самоотнесенные и несамоотнесенные предложения. Анализ распределения амплитуды всех ERP пиков по коре мозга выявил, что различия между группами участников локализованы в области Брока (левая передняя височная и нижняя лобные области), медиальной лобной коре и медиальной теменной коре.

Вывод. Участие в медитации повышает индивидуальную устойчивость к стрессу, но снижает способности к социальным коммуникациям. У медитаторов наблюдаются увеличенные по амплитуде ERP ответы, ассоциированные со способностью управлять собственным вниманием, но сниженные по амплитуде ERP ответы, ассоциированные со способностью различать самоотнесенную и несамоотнесенную информацию. Различия между медитаторами и немедитаторами при распознавании письменных предложений локализованы в области Брока и медиальных отделах коры.

Финансирование работы

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 22-15-00142 «фМРТ и ЭЭГ корреляты фокуса внимания на собственной персоне как фактора предрасположенности к аффективным расстройствам».

Savostyanov A.N., Tamozhnikov S.S., Bocharov A.V., Saprygin, Y. Matuskin, S. Lashin, Kolpakova G., Sudobin K., Knyazev G. The Effect of Meditation on Comprehension of Statements About One-Self and Others: A Pilot ERP and Behavioral Study // Front. Hum. Neurosci. 2020. V. 13. doi.org/10.3389/fnhum.2019.00437.

ПЕРСОНАЛЬНОСТЬ И ЯЗЫК ТоМ

Казаковская В.В.

(victory805@mail.ru)

Институт лингвистических исследований Российской академии наук
(Санкт-Петербург, Россия)

На материале русской детской речи обсуждается усвоение ядра категории персональности в ее связи с развитием языка ТоМ (*theory of mind*, ср. *mental state language*). В частности, сопоставляется появление механизма согласования (координации) «субъект (личное местоимение в им. падеже) – предикат (глагол в личной форме)» и становление средств выражения пропозиционального отношения (установки) говорящего к сообщаемому (*proposition vs propositional attitude*). Представление о языковых коррелятах ТоМ, сложившееся при описании экспериментальных данных других языков, преимущественно морфологически «бедных», согласно концепции естественной морфологии [Dressler 2003; Xanthos et al. 2011], расширяется за счет привлечения результатов, полученных с помощью лонгитюдных наблюдений за речевым онтогенезом детей, усваивающих русский – морфологически богатый и флективный – язык. Так, например, в качестве ранних вербальных средств ТоМ рассматриваются эгоцентрические элементы языка с эпистемической семантикой, такие как *наверное, может быть, конечно, действительно* [Kazakovskaya 2021], в естественном диалоге указывающие на говорящего, 1-е лицо [Падучева 2019]. Языковые средства, маркирующие собственную точку зрения (1-е лицо), служат отправной точкой для ее последующего отделения от мнения *Другого*. В свою очередь, анализ участия личных местоимений в становлении языка ТоМ на материале русского языка представляет особый – кросс-лингвистический – интерес в силу его неканонической «продропности» (*non-canonical pro-drop language*) [Wechsler 2010; Markova 2014; Mazzaggio 2016; Gagarina et al. 2024].

Исследование проводится на данных спонтанной речи, которая была расшифрована, транскрибирована и морфологически закодирована в соответствии с международными стандартами [MacWhinney 2000]: 70 часов аудио- и видеозаписей диалога взрослых с тремя типично развивающимися детьми раннего возраста (более 30,5 тысяч высказываний). Выборка создана с помощью программ *freq, kwal, combo, mlu* (CLAN, CHILDES). Высказывания детей с местоимениями в субъектной позиции и их пропуском (*pro-drop*) анализировались с точки зрения частотных и дистрибутивных характеристик местоименных и глагольных форм по отношению к каждому лицу и числу. Наличие / отсутствие соответствующих различий в речи информантов проверялось статистически.

В результате исследования были выявлены условия, «запускающие» изучаемые грамматические процессы, а также охарактеризованы этапы их становления. Так, триггером для координации «личное местоимение – личный глагол» оказывается увеличение глагольной продукции (*verb spurt*) и средней длины высказывания (ср. *mean length of utterances, MLU*), в то время как использование эпистемических эгоцентриков нуждается в успешной перволичной координации «местоимение – глагол». Впоследствии эпистемические маркеры, являясь редуцированными вариантами ментального модуса, начинают использоваться наряду с его полными вариантами, представленными модусными рамками типа *Я думаю / (не) знаю / боюсь ..., (что) р*. Разрешительным условием этой грамматической операции выступает появление в речевой продукции информантов ментальных (в широком смысле, включающих результаты интеллектуальной, эмоциональной, перцептивной и речевой деятельности) глаголов, когнитивно более сложных и менее частотных. В свою очередь, использование *я-клауз* с ментальными предикатами в рамочной позиции становится предпосылкой для последующего помещения в нее *ты-* и *он-*субъектов пропозициональной установки. Их употребление показывает умение ребенка не только отделять свою точку зрения от точки зрения *Другого*, но и помещать себя в его ментальный мир.

Обсуждается общее и индивидуальное в усвоении перволичных местоименно-глагольных высказываний и их языковых коррелятов в различных синтаксических позициях и эксплицитном объеме. Обнаружено, что при сходстве в частотности отражения информантами темпоральных и коммуникативных характеристик пропозиции, частотность осуществления ее модальной квалификации и/или модусной (субъективной) оценки значительно различается.

Полученные результаты соотносятся с выводами когнитивных психологов о различном уровне развития способностей ТоМ в онтогенезе [Сергиенко и др. 2020], а кроме того согласуются с результатами анализа языка ТоМ в первых письменных текстах-рассуждениях детей, показавших

связь частоты использования ими языковых коррелятов ТоМ с академическими успехами [Казаковская, Гаврилова 2021].

Казаковская В.В., Гаврилова М.В. «Мое мнение, что...»: субъективное начало в письменном дискурсе школьников // *Русский язык в школе*. 2021. № 82 (6). С. 31-43. 10.30515/0131-6141-2021-82-6-31-43.

Падучева Е.В. *Эгоцентрические элементы языка*. М.: Языки славянских культур, 2019.

Сергиенко Е.А., Уланова А.Ю., Лебедева Е.И. *Модель психического: Структура и динамика*. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2020.

Dressler W.U. *Degrees of grammatical productivity in inflectional morphology* // *Italian Journal of Linguistics*. 2003. № 15. P. 31-62.

Gagarina N., Özsoy O., Argus R., Avram L., Hrzica G., Korecky-Kröll K., Kazakovskaya V., Rosenberg M., Stephany U., Stoicescu I., Voeikova V., Dressler W.U. *Acquisition of pronouns in typologically different languages: morphological richness and pro-drop* // *The 16th International Congress for the Study of Child Language*. Prague, 2024 (accepted).

Kazakovskaya V. *Epistemic modality in Russian child language* // U. Stephany, A. Aksu-Koç (eds.). *Development of Modality in First Language Acquisition: A Cross-Linguistic Perspective*. Berlin; Boston: De Gruyter Mouton, 2021. P. 421-453. 10.1515/9781501504457-012.

MacWhinney B. *The CHILDES project: tools for analyzing talk*. 3rd edition. Mahwah-New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.

Markova G. *What do you think? The relationship between person reference and communication about the mind in toddlers* // *Social Development*. 2014. № 23 (1). P. 61-79.

Mazzaggio G. *The Theory of Mind's role in pronoun acquisition: The phenomenon of pronoun reversal in typically developing children* // *Studies in the Linguistic Sciences: Illinois Working Papers*, 2016. P. 55-69.

Wechsler S. *What 'you' and 'I' mean to each other: Person indexicals, self-ascription, and theory of mind* // *Language*. 2010. № 86 (2). P. 332-365.

Xanthos A., Laaha S., Gillis S., Stephany U., Aksu-Koç A., Christofidou A., Gagarina N., Hrzica G., Ketz F.N., Kilani-Schoch M., Korecky-Kröll K., Kovačević M., Laalo K., Palmović M., Pfeiler B., Voeikova M.D., Dressler W.U. *On the role of morphological richness in the early development of noun and verb inflection* // *First Language*. 2011. № 31. P. 461-479.

СЕНСОМОТОРНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННЫХ СЛОВ У БИЛИНГВОВ

Карлюкова А.В.¹

(avkarlyukova@edu.hse.ru),

Малышевская А.С.^{1,4}

(malyshevskaya.com@gmail.com)

Штыров Ю.Ю.^{1,3}

(yury@cfin.au.dk)

Мячиков А.В.^{1,2}

(andriy.myachykov@northumbria.ac.uk)

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

² Нортумбрийский университет (Ньюкасл-апон-Тайн, Великобритания)

³ Орхусский университет (Орхус, Дания)

⁴ Потсдамский университет (Потсдам, Германия)

Введение.

Согласно существующим исследованиям, формирование и использование ментальных репрезентаций понятий, связанных с эмоциями, сопровождаются специфической активацией сенсомоторных систем [Prete 2020]. Например, у правшей обработка положительно окрашенных слов родного языка (напр., *победа, праздник*) сопровождается смещением зрительного внимания в правую часть пространства, в то время как обработка негативно окрашенных слов (*горе, ссора*) – в левую часть пространства [Prete 2020]. Такие данные указывают на непосредственное участие систем мозга, отвечающих за пространственные способности, в репрезентации абстрактных (в том числе эмоционально окрашенных) слов родного языка. Однако остается открытым вопрос о воплощенной природе репрезентаций слов неродного языка и о различии в силе активации этих и подобных эффектов сенсомоторного картирования семантической информации в родном и неродном языках. Некоторые исследования демонстрируют схожую степень сенсомоторной активации при обработке слов эмотивной семантики родного и неродного языков [Ponari et al. 2015], в то время как другие исследователи отмечают ослабление эффекта при обработке слов неродного языка по сравнению с родным [Degner et al. 2012].

Исследование.

В данной работе мы исследовали различия в уровне сенсомоторной активации при обработке слов эмотивной семантики, предъявляемых на родном и неродном языках, у билингвов с различным уровнем владения вторым языком. Более того, мы учитывали уровень эмоционального интеллекта участников и степень эмоциональной редукции второго языка как ковариаты для контроля факторов, потенциально влияющих на силу сенсомоторной активации при обработке слов эмотивной семантики у билингвов.

Методы.

В исследовании приняли участие 85 человек (55 женщин, средний возраст 25 лет, 80 правшей), владеющих русским (родной язык) и английским (приобретенный неродной язык) языками. Участники читали слова, предъявляемые на русском или английском языке, и оценивали их положительную или отрицательную эмотивную окраску с помощью нажатия левой или правой кнопки ответа. Мы измеряли время реакции участников в конгруэнтных (слово с положительной окраской + правая кнопка ответа, слово с негативной окраской + левая кнопка ответа) и неконгруэнтных условиях (слово с положительной окраской + левая кнопка ответа, слово с негативной окраской + правая кнопка ответа). Для оценки степени владения английским языком мы использовали тесты LexTALE [Lemhöfer, Broersma 2012], Cambridge General English Test, а также Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q) [Kaushanskaya 2020]. Эмоциональный интеллект участников измерялся с помощью опросника ЭМИн [Люсин 2006], а степень эмоциональной редукции второго языка (эмоциональное дистанцирование, при котором родной язык воспринимается билингвами как более эмоциональный, а неродной язык как менее эмоциональный) – с помощью шкалы RER-LX [Toivo et al. 2023; Dewaele, Pavlenko 2002].

Результаты.

Для статистического анализа данных был использован дисперсионный анализ ковариации (ANCOVA). В качестве зависимой переменной использовалось время реакции испытуемых. Во-первых, мы обнаружили сенсомоторные эффекты при обработке эмоционально окрашенных слов: время реакции было быстрее в конгруэнтных, чем в неконгруэнтных условиях. Это указывает на фасилитацию поведенческого ответа в первом и/или его ингибирование во втором случае, что объясняется вовлечением сенсомоторных систем в активацию соответствующих семантических репрезентаций. Во-вторых, было выявлено ослабление сенсомоторных эффектов при использовании второго языка в зависимости от уровня владения им: чем ниже уровень владения английским, тем меньше разница во времени реакции между конгруэнтными и неконгруэнтными условиями. Более того, анализ показал прямую зависимость силы сенсомоторной активации от эмоционального интеллекта участников как на родном, так и неродном языках. Наконец, наши данные подтвердили гипотезу об эмоциональной редукции при восприятии слов второго языка, выявив положительную взаимосвязь между степенью редукции и временем обработки слов эмотивной семантики.

Заключение

Полученные нами данные подтверждают теории, опирающиеся на воплощенный подход и постулирующие связь между природой ментальных репрезентаций и активацией сенсомоторных систем. Более того, наши результаты позволяют уточнить вопрос о различиях в сенсомоторной активации при обработке слов эмотивной семантики в родном и неродном языках. Таким образом, наши данные поддерживают идею о наличии существенных отличий в природе лексических репрезентаций слов родного и неродного языков при наличии общего хранилища семантических репрезентаций в системе памяти (Revised Hierarchical Model, RHM) [Kroll, Stewart 1994]. Наконец, наше исследование является одним из первых, рассматривающих особенности сенсомоторного картирования абстрактных слов на уровне индивидуальных различий.

Люсин Д.В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭМИн // Психологическая диагностика. 2006. № 4. С. 3-22. <https://lib.ipran.ru/paper/26114976>.

Prete G. Spatializing Emotions Besides Magnitudes: Is There a Left-to-Right Valence or Intensity Mapping? // Symmetry. 2020. № 12(5). P. 775. doi.org/10.3390/sym12050775.

Ponari M., Rodríguez-Cuadrado S., Vinson D., Fox N., Costa A., Vigliocco G. Processing advantage for emotional words in bilingual speakers // Emotion. 2015. № 15. P. 644-652. [doi: 10.1037/emo0000061](https://doi.org/10.1037/emo0000061).

Degner J., Doycheva C., Wentura D. It matters how much you talk: on the automaticity of affective connotations of first and second language words // Bilingualism. 2012. № 15. P. 181-189. [doi: 10.1017/S1366728911000095](https://doi.org/10.1017/S1366728911000095).

Lemhöfer K., Broersma M. Introducing LexTALE: A quick and valid Lexical Test for Advanced Learners of English // Behavior Research Methods. 2012. № 44. P. 325-343.

Cambridge General English Test. <https://www.cambridgeenglish.org/test-your-english/general-english>.

Kaushanskaya M., Blumenfeld H.K., Marian V. The Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q): Ten years later // Bilingualism (Cambridge, England). 2020. № 23(5). P. 945-950. [doi: 10.1017/s1366728919000038](https://doi.org/10.1017/s1366728919000038).

Toivo W., Scheepers C., DeWaele J.-M. RER-LX: A new scale to measure reduced emotional resonance in bilinguals' later learnt language // Bilingualism: Language and Cognition. 2023. P. 434-446. [doi: 10.1017/S1366728923000561](https://doi.org/10.1017/S1366728923000561).

Dewaele J.-M., Pavlenko A. Emotion vocabulary in interlanguage // Language Learning. 2002. № 52(2). P. 263-322. [doi: 10.1111/0023-8333.00185](https://doi.org/10.1111/0023-8333.00185).

Kroll J.F., Stewart E. Category Interference in Translation and Picture Naming: Evidence for Asymmetric Connections between Bilingual Memory Representations // Journal of Memory and Language. 1994. № 33. P. 149-174. [doi: 10.1006/jmla.1994.1008](https://doi.org/10.1006/jmla.1994.1008).

РАССОГЛАСОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ И ДЕЙСТВИЯ С ИЛЛЮЗОРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ «СУХОЙ ИММЕРСИИ»

Карпинская В.Ю.
(karpinskaya78@mail.ru)

Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

В современной когнитивной науке немало комплексных исследований сенсомоторного взаимодействия [Lipshits, McIntyre 1999; Сергиенко 2006]. Действие уже давно представляю не просто как реакцию на стимул, а в единстве с когнитивными процессами (ощущением, восприятием и т.п.), при этом сам по себе механизм согласования моторных и перцептивных систем остается загадкой [Hommel et al. 2016; Hurley 2001; Jaswal 2016]. Известно, что результат сенсомоторного взаимодействия может как согласовываться, так и различаться. Например, внимательно контролируя собственные движения при помощи зрения, человеку не всегда удается добиться идеального результата, при этом действия, лишённые зрительного контроля, могут отличаться удивительной ловкостью и точностью.

В качестве возможного психологического механизма, лежащего в основе взаимодействия перцептивных и двигательных функций, мы предполагаем механизм сличения, который В.М. Аллахвердов в своем подходе определяет основой процесса познания [Аллахвердов 1993]. Отождествление и различение результатов восприятия объектов и результатов действия с этими объектами находит свое отражение в ошибках и в иллюзиях. К настоящему времени описано большое разнообразие зрительных геометрических иллюзий. Это стимулы, зрительное восприятие которых не соответствует реальному изображению. Например, объекты могут казаться больше или меньше, чем они есть на самом деле. Известны эксперименты, демонстрирующие, что результат работы одной системы (для действия) может соответствовать реальности, а другой (для опознания) – иллюзии [Aglitot et al. 1995]. Объяснения феномену рассогласования восприятия и действия обычно даются в рамках теории двух подсистем зрительного восприятия («что» и «где»), которым соответствуют физиологические системы вентрального и дорсального потоков [Milner 2017].

В наших экспериментах проводилось сравнение восприятия и действия в иллюзорном контексте, использовались иллюзии (Понзо, Мюллер-Лайера, Оппель-Кундта, горизонтально-вертикальной иллюзии). При помощи вербального отчета и метода подравнивания фиксировали наличие или отсутствие иллюзорного восприятия, а при помощи треккинга (треккинг – проведение пальцем по отрезкам) или схватывания изучали действия с иллюзорными объектами. Было обнаружено, что рассогласование восприятия и действия связано не только с формой отчета (вербальный или моторный), не только с типом движения (одновременное или последовательное, схватывание или треккинг), не только с реальным размером стимулов, но и с ситуацией, в которой дается ответ. Если мы рассматриваем иллюзию как закономерную ошибку прогнозирования, то при усложнении задачи можно ожидать снижение иллюзорного эффекта, поскольку в новых нестандартных условиях возможность прогноза затруднена [Watanabe et al. 2018]. Чем сложнее прогноз, тем меньше должна быть иллюзия при воспроизведении моторного ответа и при вербальном ответе, а рассогласование восприятия и действия должно уменьшаться в пользу ответов, связанных с реальным размером объектов, а не с иллюзорным. Именно такую тенденцию мы наблюдаем во многих наших экспериментах в состоянии «сухой иммерсии» [Karpinskaia et al. 2022 и др.]. Для построения прогноза важны предсказуемые, стандартные условия, а в состоянии «сухой иммерсии» требуется адаптация к ситуации, и время, чтобы можно было в новой ситуации строить прогнозы. Воздействие на проприоцептивную чувствительность в «сухой иммерсии» и общее изменение характера функционирования мультисенсорных вестибулярных ядер приводит к трудностям в получении обратной связи и управлении движением. Наблюдаются существенные изменения в моторном ответе при относительно неизменном вербальном, снижается величина иллюзии при воспроизведении моторного ответа. Если иммерсия длительная, то иллюзорный эффект восстанавливается, и рассогласование восприятия и действия вновь становится больше (как и в стандартной ситуации).

Полученные нами результаты согласуются с представлениями об уровнях регуляции движения согласно функциональной структуре интеллекта [Величковский 2006]. Уровни В и С больше связаны с организацией движения и ощущениями собственного тела, а уровни D, E, F обеспечивают предметный образ ситуации, представление и хранение знаний, «стратегии преобразования зна-

ний». Вероятно, действие с иллюзорным объектом в обычных условиях основано преимущественно на ориентации в координатах собственного тела и в пространстве (уровни В и С), а восприятие и вербальная оценка (или действие по памяти) неизбежно включает процесс сравнения, категоризации (на уровне Е). В стандартной ситуации рассогласование возникает потому, что решение задачи моторно или вербально, а также моторно при непосредственном восприятии стимула и моторно по памяти, соответствуют разным уровням. Чем сложнее прогноз, тем сложнее проводить сравнение, и рассогласование восприятия и действия может уменьшаться, за счет того, что работа вышележащих уровней (связанных с когнитивными операциями) затруднена, поэтому наблюдается уменьшение ошибки при вербальной оценке или моторной оценки по памяти. Уменьшение рассогласования происходит в сторону увеличения количества ответов, связанных с реальным размером объектов, а не с иллюзорным. Если иммерсия длительная, то иллюзорный эффект восстанавливается, и рассогласование восприятия и действия вновь становится больше (как и в стандартной ситуации).

Теоретическое обобщение с учетом уровней управления движениями позволяет иначе взглянуть на многочисленные противоречивые данные исследований процессов восприятия и действия и предсказать согласование или рассогласование восприятия и действия

Финансирование работы

При поддержке РФФ, № 22-18-00074. Психологические механизмы рассогласования восприятия и действия при решении задач в условиях зрительных иллюзий.

Аллахвердов В.М. Опыт теоретической психологии (в жанре научной революции). СПб.: Изд-во «Печатный двор», 1993.

Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006.

Сергиенко Е.А. Раннее когнитивное развитие: новый взгляд. М.: ИП РАН, 2006.

Agliot S., DeSouza J.F.X., Goodale M.A. Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand // Curr. Biol. 1995. № 5. P. 679-685. doi: 10.1016/S0960-9822(95) 00133-3.

Hommel B., Brown S., Nattkemper D. Human Action Control. From Intentions to Movements. Springer International Publishing Switzerland, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-09244-7.

Hurley S. Perception and Action: Alternative Views // Synthese. 2001. № 129. P. 3-40. doi: 10.1023/A:1012643006930.

Jaswal S. Editorial: The Balanced Triad of Perception, Action, and Cognition // Front. Psychol. 2016. № 7. P. 991. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00991.

Karpinskaia V., Pechenkova E.V., Zelenskaya I. S. and Lyakhovetskii V. A. Vision for Perception and Vision for Action in Space Travelers // Front. Physiol. 2022. № 13. P. 806578. doi: 10.3389/fphys.2022.806578.

Lipshits M., McIntyre J. Gravity affects the preferred vertical and horizontal in visual perception of orientation // Neuroreport. 1999. № 10. P. 1085-1089. doi: 10.1097/00001756-199904060-00033.

Milner A.D. How do the two visual streams interact with each other? // Exp. Brain Res. 2017. № 235. P. 1297-1308. doi: 10.1007/s00221-017-4917-4.

Watanabe E., Kitaoka A., Sakamoto K., Yasugi M. Tanaka K. Illusory Motion Reproduced by Deep Neural Networks Trained for Prediction // Front. Psychol. 2018. № 9. P. 345. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00345.

ПРЕЗУМПЦИИ В ЛИНГВИСТИКЕ

Кибрик А.А.

(aakibrik@iling-ran.ru)

Институт языкознания Российской академии наук (Москва, Россия)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

При любом человеческом взаимодействии, в том числе при помощи языка, постоянно используется большое количество имплицитной информации. Есть целая междисциплинарная наука – прагматика, которая изучает имплицитную информацию. Прагматику называют «наукой о не сказанном» [Meu 2001, p. 194]. Прагматика накопила большое количество теоретических понятий, описывающих имплицитную информацию: пресуппозиции, презумпции, имплицитные, косвенные речевые акты, фреймы, сценарии и т.д. [см., например, Horn and Ward eds. 2004]. В данном докладе я использую термин *презумпция*, который часто встречается в литературе по прагматике [см., например, Oswald 2023]. Здесь я употребляю данный термин в следующем достаточно простом смысле. Презумпция – это имплицитное и не обязательно осознаваемое субъектом предположение, на истинность/осмысленность которого опирается истинность/осмысленность эксплицитного утверждения (ассерции). Например, если я предлагаю кому-то полететь на восток и в итоге вернуться в исходную точку, я исхожу из (верной) презумпции, что Земля имеет форму шара. А если я предложу кому-нибудь съездить на экскурсию к краю Земли, это будет основываться на презумпции, что Земля имеет некую иную форму, например форму блина.

Подобные предположения, допущения, презумпции лежат в основе человеческой коммуникации. Если бы все подобное было нужно эксплицитировать, коммуникация, да и вообще жизнедеятельность, оказалась бы парализована. Научная коммуникация, в том числе создание научных текстов, не составляет исключения. Делая те или иные научные ассерции, мы постоянно основываемся на массе различных презумпций.

Возьмем произвольный пример. Статья Recanati 1989, посвященная вопросам, близким к теме данного доклада, начинается так:

According to Paul Grice, the meaning of a sentence conventionally determines, or helps to determine, what is literally said by uttering the sentence (the literal truth-conditions of the utterance); for example, the meaning of the sentence ‘I have not had breakfast today’ determines that, if S utters the sentence on a certain day, what he thereby says is that he has had no breakfast on that day.

Этот фрагмент опирается, среди прочего, на такие презумпции:

- речь состоит из предложений;
- говорящие произносят предложения;
- прагматический анализ обоснованно фокусируется на изолированных предложениях.

Все эти презумпции сомнительны, более того – неверны с точки зрения ряда лингвистов. Мыслящие таким образом лингвисты существовали уже и в 1989 году. По мнению подобных лингвистов, раз эти презумпции неверны, то сказанное в процитированном фрагменте в значительной мере теряет осмысленность. (Разумеется, это не противоречит ни тому, что многие лингвисты разделяют перечисленные презумпции, ни тому, что в статье Recanati 1989 содержится большое число бесспорных презумпций.)

Противоречия между конкурирующими научными направлениями могут оформляться в виде эксплицитных дебатов. Например, такова многолетняя дискуссия между сторонниками особой языковой способности и сторонниками тесной связи языка с общекогнитивными функциями. Однако нередко бывает и так, что несовместимые научные представления остаются на уровне презумпций, а соответствующие направления игнорируют друг друга. Когда я сталкиваюсь с лингвистическими работами, которые – по моему мнению – основаны на ложных презумпциях, я часто расцениваю такие работы как в целом нерелевантные или по крайней мере имеющие ограниченную ценность. Примеры часто встречающихся презумпций, которые я считаю (на основе исследований) ошибочными: каждый язык – это фиксированная система правил, в которой что-то разрешается, а что-то запрещается; речь на бесписьменном языке может быть представлена как текст, состоящий из цепочки предложений; языковая коммуникация сводится к цепочке вербальных элементов; лингвистика имеет четко очерченные границы.

Наиболее крупная оппозиция в рамках лингвистики – это деление на лагеря формалистов

и функционалистов. Попытки встать выше этой оппозиции и объединить полезные элементы бьются, но относительно редки. Чаще приверженцы данных двух направлений считают работы друга почти бессмысленными и полагают, что нет смысла тратить время и силы на изучение результатов исследований, основанных на неверных презумпциях. Эта ситуация является нездоровой по ряду причин. Во-первых, тратятся существенные ресурсы на исследования, основанные на ложных презумпциях (поскольку прав лишь кто-то один). Во-вторых, у начинающих ученых возникает впечатление, что научной истины не существует, а все зависит от приверженности тому или иному авторитету. В-третьих, направления, завоевавшие территорию на основе ложных презумпций, могут продолжать экспансию и усугублять бесполезную трату ресурсов.

В то же время наука – не та сфера, где допустимо изрекать окончательную истину и запрещать те или иные презумпции. Что же делать? Варианты неудачных ответов на этот вопрос: требовать от авторов эксплицировать презумпции; формировать практику обязательного выявления и оценки презумпций при рецензировании научных статей, докладов и заявок на финансирование. Все это нереалистично или даже контрпродуктивно.

На данный момент я могу предложить не готовое решение проблемы, а лишь некоторое направление развития. Надо расширять осведомленность ученых о важности презумпций в наших научных построениях, способствовать пониманию того, что презумпции не менее важны, чем ас-серции. Обсуждение презумпций могло бы стать регулярным и легитимным вопросом в научных дискуссиях, особым жанром научного взаимодействия. Несмотря на ограниченный характер этого решения, я надеюсь, что его творческое развитие может быть получено в ходе обсуждения на конференции.

Предлагаемый доклад носит методологический и практический характер. Он основан на опыте автора в его непосредственной области – лингвистике. Предлагая этот доклад для междисциплинарной конференции, автор заинтересован в обсуждении того, как обстоит дело в других науках когнитивного спектра – так же, как в лингвистике, или же иначе.

Horn L.R, Ward G. eds. The handbook of pragmatics. Malden: Blackwell, 2004.

Mey J. Pragmatics. An introduction. Oxford: Blackwell, 2001.

Oswald S. Pragmatics for argumentation // Journal of Pragmatics 2023. № 203. P. 144-156.

Recanati F. The pragmatics of what is said // Mind and Language. 1989. № 4.4. P. 295-329.

FOREGROUNDING IN MULTIMODAL STIMULI AND ITS EFFECT ONTO PUPIL DILATION OF ADULTS WITH DIFFERENT VERBAL AUTOMATICITY INDEX

Kiose M.I.

(*maria_kiose@mail.ru*)

Moscow State Linguistic University

Institute of Linguistics RAS (Moscow, Russia)

Problem statement

The present study is part of a larger project examining the gaze behavior of adults extracting information from multimodal stimuli. This specific article provides an investigation of pupil size and gaze event duration in the text and pictorial areas of interest manifesting foregrounding effects in the layout, verbal and pictorial mode and in the cognitive construal. Moreover, we measure up the semiotic and cognitive claims we make against the psychological evidence of verbal automaticity known to mediate the word-picture switching task performance.

Foregrounding effects in text and pictorial stimuli are known to stimulate higher gaze costs, for instance in agency and dynamicity [Velichkovsky et al., 2005; Papafragou et al., 2008], verbal and nonverbal salience [Chernigovskaya, Petrova, 2018], layout [Antipov, Zhegallo, 2014]. Meanwhile, their integral effects are commonly neglected. Additionally, in prior studies foregrounding effects onto pupil dilation remain unobserved with most studies focusing on exploring pupil size modulated by light changes and emotional contents [Wang, 2011], the type of task performed [Puchkova et al., 2017], cognitive load [Velichkovsky, Morozov, 2011]. Since information extraction is known to be processed differently with the adults manifesting higher and lower verbal automaticity, this factor is also considered in the study.

Data and methods

To explore the effects of foregrounding cues onto gaze behavior and pupil size mediated by verbal automaticity factor, we use the data from eye tracking (SMI Red-x) experiment in which 15 students (mean age = 22) were instructed to examine each of 5 fiction narratives stimuli for 15 sec and then to present a detailed account on the extracted information during the next 30 sec. 1768 probes of gaze behavior in 136 text and pictorial areas of interest (39 text and 97 pictorial areas) were subjected to analysis. Before the experiment, we ran a Stroop-test with the participants which revealed both cognitive control plasticity and verbal automaticity.

To compile the Foregrounding protocol, we addressed the typologies specifying the cues in the layout, verbal and pictorial mode and in the cognitive construal [Iriskhanova, 2014; Kiose et al., 2022]; in total 103 cues were annotated by two coders. The protocol involves 1) Layout cues of metatext and intext cues and image Meta cues, 2) Verbal mode cues of graphic, orthographic and linguistic foregrounding, 3) Pictorial mode cues of foregrounding in image technique and in image colour, 4) Cognitive construal cues in participant / object, action / state, perspective construal. Several gaze metrics related to the areas of interest are presented in the search corpus MultiCOR available at [<https://multicortext.linguanet.ru/description.html>]. In this paper, event duration and pupil size are considered. To explore the effects of foregrounding cues onto the gaze behavior as affected by cognitive control plasticity and verbal automaticity, we ran a series of ANOVA tests separately for text and pictorial areas of interest.

Results and discussion

The results show that pupil size dilation was more frequently mediated by foregrounding cues than gaze event duration. In text areas, 10 cues affecting event duration against 35 cues affecting pupil dilation were found to produce significant differences (with $p < .05$). In image areas, this number was smaller, with 2 cues affecting event duration against 20 cues affecting pupil dilation. Overall, the results show that foregrounding effects in text areas were more predictable than in pictorial areas. Meanwhile, this was pupil dilation which was mostly contingent on foregrounding cues and not event duration, although event duration difference concomitant with prior studies [Papafragou et al., 2008; Chernigovskaya, Petrova, 2018] was also observed. Importantly, foregrounding cues in Cognitive construal proved to mediate pupil dilation in single cases (objectivation in text areas with Kruskal-Wallis $\chi^2 = 6.09$ at $p = .014$, agency in pictorial areas with $\chi^2 = 12.2$ at $p < .001$). The results show that it was mostly layout which mediated pupil dilation: 12 Image Meta characteristics in pictorial areas and 5 Metatext and intext cues produced differences; which means that pupil size is susceptible to visual rather than to cognitive foregrounding. Interestingly,

in pictorial areas gaze event duration was found to be affected only by Image Meta cues (layout), none of Pictorial mode or Cognitive construal cues played a role. Still, several Pictorial mode cues affected pupil dilation in pictorial areas, with stylization in collage ($\chi^2=6.89$ at $p=.009$), framing ($\chi^2=6.17$ at $p=.013$), scale contrast ($\chi^2=6.91$ at $p=.009$), and partial overview ($\chi^2=4.53$ at $p=.033$). Additionally, it is noticeable that in text areas pupil dilation varies significantly mediated by graphics and orthography cues. This serves an additional evidence of pupil dilation modulated by perception, attention distribution [Wang, 2011] and general activation [Puchkova et al., 2017], and indirectly proves that gaze event duration responds to cognitive construal [Meghanathan et al., 2014].

We furthermore explored the pupil size distribution mediated by cognitive control plasticity and verbal automaticity. Spearman correlation tests revealed an extensively higher correlation of pupil size than of gaze event duration in text and pictorial areas (with $\rho=-0.52$ for text areas and -0.65 for pictorial areas). This means that with higher verbal automaticity the pupil size diminishes, which may indicate that adults who process verbal information more easily are less distracted by perception effects in both text and pictorial information. These results seem important since they prove that the effects of Stroop tests observed in task procession [MacLeod, 1992] can be identified in pupil dilation in information extraction.

Final remarks

The study helped to identify several contingencies in the distribution of gaze behavior during information extraction in text and pictorial areas of interest. The results manifest that while gaze event duration is mostly susceptible to cognitive foregrounding, the pupil dilation responds to perception cues in layout, graphic and art technique cues. Additionally, the study found that these effects seem to be largely observed with adults with lower verbal automaticity. Overall, the study allows to predict the gaze behavior effects of people with different automaticity index and presumably to adjust the information extraction tasks to develop verbal automaticity rather than help people stagnate solely on perception effects.

Antipov V., Zhegallo A. Three-dimensional perception of flat images in computerized environment // Experimental Psychology. 2014. 7(3). P. 97–111.

Chernigovskaya T.V., Petrova T.E. The gaze of Shredinger's cat: identifying gaze metrics in psycholinguistic studies. Saint-Petersburg. 2018.

Iriskhanova O. Games of focus in language. Moscow. 2014.

Kiose M.I., Rzheshhevskaya A.A., Izmailkova A.I. Gaze behavior in single-page monomodal and cross-modal switches as affected by Event construal // Computer linguistics and information technologies. 2022. 21. P. 1078–1088.

MacLeod C.M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review // Psychological Bulletin. 1991. 109. P. 163–203.

Meghanathan R.N., Leeuwen C., Nikolaev A.R. Fixation duration surpasses pupil size as a measure of memory load in free viewing // Frontiers in human neuroscience. 2014. 8:1063.

Papafragou A., Hulbert J., Trueswell J. Does language guide event perception? Evidence from eye movements // Cognition. 2008. 108. P. 155–184.

Puchkova A., Dorokhov V., Tkachenko O. Specifics of pupil dilation in arithmetic tasks // Social and ecological technologies. 2017. 3. P. 80–91.

Velichkovsky B., Joos M., Helmert J.R., Pannasch S. Two visual systems and their eye movements: evidence from static and dynamic scene perception // Proceedings of the XXVII Conference of the Cognitive Science Society. 2005. 27. P. 2283–2288.

Morozov M.A., Velichkovsky B.B. Pupil size dynamics as indicator of operator's workload // Human factor: the problems of psychology and ergonomics. 2013. 4. P. 54-57.

Wang J.T. Pupil dilation and eye tracking. A Handbook of process training methods for decision research: a critical review and user's guide // Psychology Press. 2011. P. 1-33.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ ОПЕРАТОРА В РАМКАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕК – ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПРИ РАБОТЕ С СИСТЕМАМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

Ковальчук С.В.
(kovalchuk@itmo.ru),

Иредди А.Т.Ш.
(ireddy@itmo.ru)

Национальный исследовательский университет ИТМО (Санкт-Петербург, Россия)

Системы поддержки принятия решений (СППР) применяются в широком спектре предметных областей, включая среди прочих области, отличающиеся значительной сложностью, требующие от оператора значительного опыта, глубоких знаний предметной области. Примерами таких областей могут служить медицина, научные исследования, управление сложными технологическими процессами производства, разработка программного обеспечения и др. С другой стороны, современный уровень развития искусственного интеллекта (ИИ) характеризуется высокой сложностью моделей рассуждения. Наиболее ярко это представлено в моделях глубокого обучения, характеризующихся сложной структурой и множеством параметров. Как следствие, при реализации прикладных СППР проявляется проблема взаимодействия человека и ИИ. Часто проблема рассматривается в рамках объяснимости или прозрачности ИИ [Abdul et al. 2018], а также в рамках доверия ИИ со стороны оператора [Thiebes et al. 2021]. При этом зачастую за пределами исследований остается вопрос индивидуальных особенностей восприятия оператором информации (оператор рассматривается унифицированно). В то же время этот аспект, особенно в предметных областях, характеризующихся большой сложностью, может иметь существенное значение ввиду различного опыта оператора, уровня его ожиданий от ИИ, консервативности мнения, внутреннего и внешнего контекста решения и пр. [Burgess et al. 2023].

В рамках представляемого исследования предпринимается попытка структурировать восприятия пользователем рекомендаций, предоставляемых СППР. При этом акцент сделан на выделение индивидуальных когнитивных состояний, влияющих на восприятие оператором информации, предоставляемой СППР. Модель была реализована в виде Байесовской сети доверия в форме, представленной на рис. 1. В сеть включены переменные, описывающие воспринимаемые характеристики информации (внутренняя непротиворечивость, корректность относительно решаемой задачи, воспринимаемая полезность). Целевой характеристикой выбрана воспринимаемая полезность (perceived usefulness). Дополнительно в состав сети введена переменная «индивидуальное когнитивное состояние».

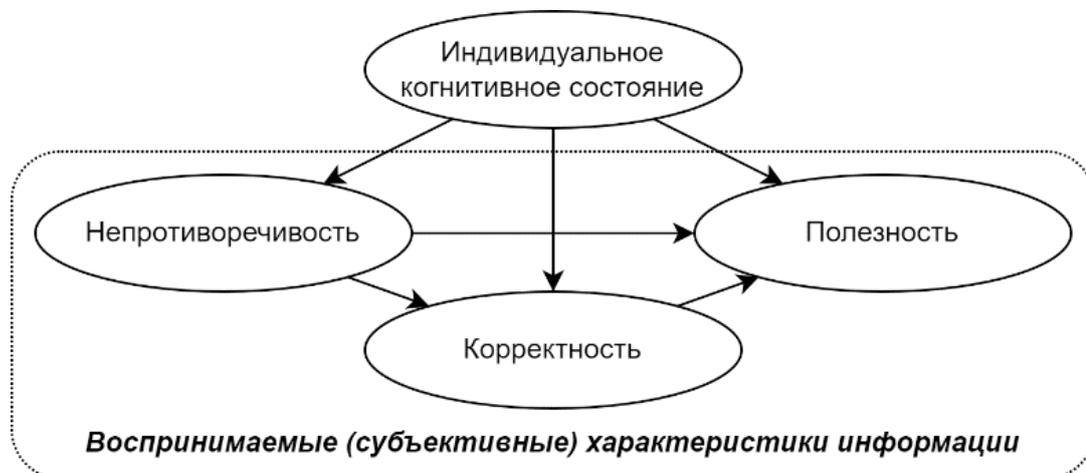


Рис. 1. Модель воспринимаемых характеристик

Для идентификации и исследования предлагаемой модели был использован опрос, проведенный авторским коллективом для оценки восприятия врачами предсказания (с использованием

методов машинного обучения) развития у пациентов сахарного диабета по наблюдаемым характеристикам [Kovalchuk et al. 2022]. Оценки воспринимаемых характеристик были построены, исходя из результатов опроса 19 врачей по данным 570 синтетических случаев осмотра пациентов по пятибалльной шкале Ликерта. Индивидуальное состояние врача рассматривалось как латентная переменная, интерпретируемая как общий «профиль доверия» ИИ со стороны врача. При этом задача состояла в исследовании делимости таких профилей и их влияния на возможность предсказания воспринимаемой полезности как целевой переменной.

Для исследования делимости персональные характеристики врача были закодированы с помощью one-hot эмбединга. Байесовская сеть была использована для предсказания таких эмбедингов по результатам оценки воспринимаемых характеристик. Полученные эмбединги были проанализированы путем снижения размерности и визуализации (рис. 2а) и путем кластеризации с использованием самоорганизующихся карт (рис. 2б). Результаты показали, что в рамках опроса присутствуют как разделяемые, так и неразделяемые (как минимум, на текущем этапе) профили врачей.

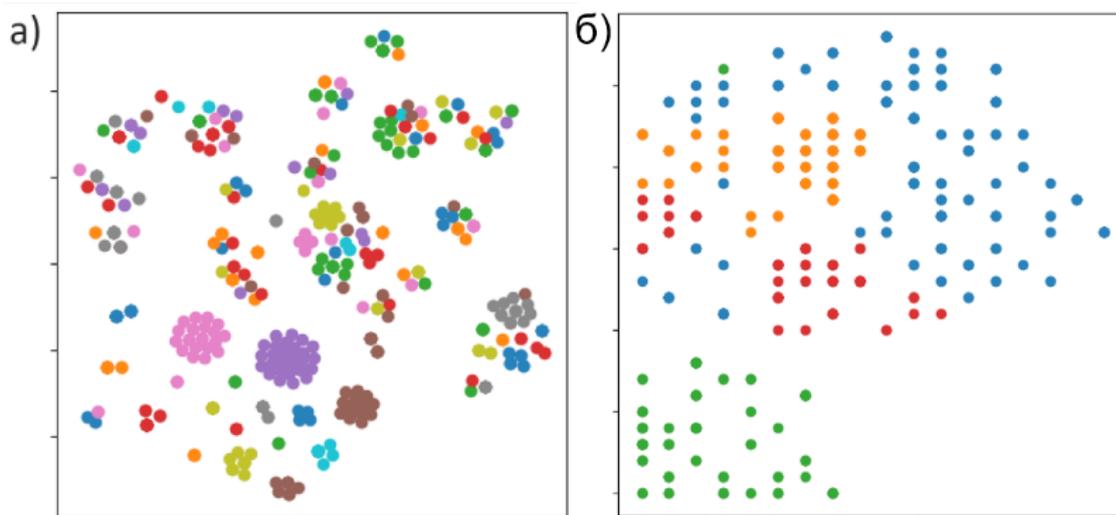


Рис. 2. Структурирование наблюдаемых значений латентной переменной «индивидуальное когнитивное состояние» а) визуализация one-hot эмбедингов с использованием tSNE; б) кластеризация с использованием самоорганизующихся карт

Далее по результатам кластеризации с различным числом кластеров было проведено выделение N состояний опрашиваемых врачей. Номер состояния был использован в ходе второго эксперимента в качестве значения латентной переменной для предсказания целевой переменной (воспринимаемой полезности). В рамках эксперимента было получено снижение средней абсолютной ошибки предсказания с 0.439 без использования латентной переменной до 0.313 при N=2 и 0.097 при N=8 (значения в единицах по пятибалльной шкале Ликерта).

Таким образом, была показана потенциальная значимость когнитивных состояний профильных специалистов при восприятии информации от СППР. Потенциально, такое состояние может структурироваться в виде более сложных моделей когнитивных состояний, в частности, в форме когнитивных архитектур, моделей поведения, структурированных моделей принятия технологий, моделей внутреннего контекста принятия решений и пр. Кроме того, модели восприятия информации могут быть использованы для более качественного «выравнивания ценностей» (value alignment) моделей ИИ. Исследование в настоящий момент продолжается в рамках более детального структурирования когнитивных состояний, а также применения предлагаемых подходов к другим предметным областям.

Финансирование работы

Исследование выполняется при поддержке гранта РНФ, соглашение № 24-11-00272.

Abdul A. et al. Trends and Trajectories for Explainable, Accountable and Intelligible Systems: An HCI Research Agenda. Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2018. P. 1-18.

Burgess E.R. et al. Healthcare AI Treatment Decision Support: Design Principles to Enhance Clinician Adoption and Trust, Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2023. P. 1-19.

Kovalchuk S.V. et al. Three-stage intelligent support of clinical decision making for higher trust, validity, and explainability // Journal of Biomedical Informatics. 2022. № 127. P. 104013.

Thiebes S. et al. Trustworthy artificial intelligence // Electronic Market. 2021. № 31(2). P. 447-464.

ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ПРИ ОЦЕНКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТРЕЗКОВ ИЛЛЮЗИИ МЮЛЛЕР-ЛАЙЕРА И ПОНЗО

Кожевникова Е.А.¹
(ea7kozhevnikova@gmail.com)

Карпинская В.Ю.¹
(karpinskaya78@mail.ru)

Подвигина Д.Н.²
(daria-da@yandex.ru)

Ляховецкий В.А.¹
(v_la2002@mail.ru)

¹ Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

² Институт физиологии имени И.П. Павлова РАН

Введение. Известно, что иллюзии, имеющие внешнее сходство, могут существенно отличаться с точки зрения факторов и механизмов их обуславливающих. Так, в иллюзиях Понзо и Мюллер-Лайера два отрезка равных размеров воспринимаются как разные, однако в целом ряде работ их относят к различным классам и предлагают описывать на основе разных механизмов [Cohen, Girgus 1978; Gregory 2009]. Исследования движений глаз при восприятии иллюзии Мюллер-Лайера демонстрируют искажение саккад под влиянием данной иллюзии, предположительно это связано не столько с самим иллюзорным эффектом, сколько с эффектами центра тяжести изображения [Chen et al. 2020]. В исследованиях зрительной обработки иллюзии Понзо отмечается большая продолжительность фиксации на верхнем отрезке иллюзии, чем на нижнем, в этом случае объяснение связывают с линейными сигналами перспективы, которые направляют взгляд на верхний (иллюзорно больший) отрезок [Yildiz et al. 2019]. В нашем исследовании мы изучали движения глаз для трех типов стимулов: отрезки без иллюзии, иллюзия Мюллер-Лайера и иллюзия Понзо. Мы предположили, что окуломоторная активность будет различной для равных отрезков без иллюзорного контекста и отрезков, которые только кажутся разными (иллюзии Понзо и Мюллер-Лайера), кроме того, вероятно, будет различаться окуломоторная активность для иллюзий Понзо и Мюллер-Лайера, поскольку предположительно, эти иллюзии имеют разные механизмы формирования.

Участники и процедура. В этом исследовании приняли участие 40 человек в возрасте от 18 до 45 лет (19 мужчин и 21 женщина). У всех участников зрение было нормальным или скорректированным до нормального при помощи контактных линз. Всего было 3 условия при предъявлении стимулов: два отрезка с вертикальными засечками, иллюзия Мюллер-Лайера и иллюзия Понзо. Каждое из условий имело три варианта: равные отрезки, верхний отрезок длиннее, нижний отрезок длиннее. Каждому участнику было предъявлено 600 стимулов: по 100 стимулов в 6 блоках. Стимулы предъявлялись на 1000 мс в рандомизированном порядке для каждого участника. Участникам было предложено оценить размер отрезков и нажать соответствующую клавишу, которая запускает показ следующего стимула. От нажатия клавиши срабатывала рандомизация в диапазоне 1500-2500 мс с шагом в 100 мс (рис. 1). Фиксировалась правильность ответа в соответствии с физическими параметрами отрезков (равные отрезки или нет). Движения глаз регистрировалось с помощью устройства EyeLink 1000+, с частотой обновления экрана 60 Гц.



Рис. 1. Схема показов стимулов

Результаты. Испытуемые чаще ошибались при оценке отрезков в иллюзии Понзо и Мюллер – Лайера (что свидетельствует об иллюзорном эффекте): доля правильных ответов в контрольном условии с равными отрезками достоверно больше доли верных ответов в условии иллюзии Мюллер-Лайера ($p < 0,0001$) и в иллюзии Понзо ($p < 0,0001$) с равными отрезками (рис. 2а). Дли-

тельность фиксации при восприятии равных отрезков в контрольном условии достоверно отличается от длительности фиксации в стимулах с иллюзией Мюллер-Лайера ($p = 0,0097$) и с иллюзией Понзо ($p < 0,0001$), также содержащих равные центральные отрезки (рис. 2б). При восприятии стимулов с равными отрезками длительность саккад в контрольном условии достоверно отличается от длительности саккад в условии иллюзии Мюллер-Лайера ($p < 0,0001$) и в условии иллюзии Понзо ($p = 0,0276$) (рис. 2в). Амплитуда саккад при восприятии равных отрезков в контрольном условии достоверно ($p = 0,0346$) отличается от амплитуды только в условии иллюзии Мюллер-Лайера (рис. 2г).

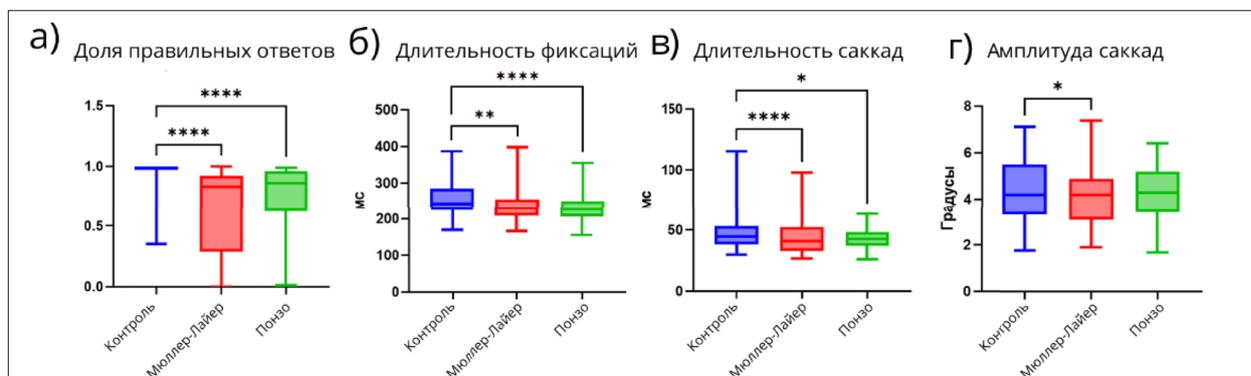


Рис. 2. Параметры окуломоторной активности

Выводы. Мы обнаружили значимые различия окуломоторной активности для всех иллюзорных стимулов по сравнению со стимулами без иллюзий, между иллюзиями значимых различий не обнаружено. Это свидетельствует в пользу того, что восприятие иллюзии, а не физические характеристики (смещение центра тяжести или линейная перспектива) связаны с изменением движения глаз. Мы не обнаружили значимых различий между иллюзией Понзо и Мюллер-Лайера, кроме того, что для иллюзии Мюллер-Лайера фиксируется различие с отрезками без иллюзии, а для Понзо такой разницы не обнаружено. Однако это не позволяет нам сделать вывод о различиях в механизмах формирования этих иллюзий. Предполагается продолжить исследование движения глаз с использованием других геометрических иллюзий.

Финансирование работы

Грант РФФ «Психологические механизмы рассогласования восприятия и действия при решении задач в условиях зрительных иллюзий» № 22-18-00074.

Chen J., Yang P., Chen Z. The effect of the Müller-Lyer configuration on saccadic eye movements is not fully due to illusory perception // *Journal of Neurophysiology*. 2020. V. 124. P. 856-867.

Coren S., Girgus J.S., Visual illusions. In: Leibowitz R.N., Teuber H.L. (eds.), *Handbook of sensoryphysiology*. Berlin: Springer-Verlag, 1978, Vol. 8, pp. 549-569.

Yildiz G.Y., Sperandio I., Kettle C., Chouinard P.A. The contribution of linear perspective cues and texture gradients in the perceptual rescaling of stimuli inside a Ponzo illusion corridor // *PLoS ONE*. 2019. № 14(10). P. e0223583.

Gregory R. *Seeing through illusions*. Oxford, UK: Perception, 2009.

НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ УСТНОГО ДИСКУРСА

Козлова Е.Д.
(kozlovae2997@gmail.com)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Исследование посвящено изучению локальной структуры устного дискурса, проведенному с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии, а также айтрекера – устройства, фиксирующего движение взгляда. В первую очередь, стояла задача описать теоретическую базу, сформированную на основе предыдущих исследований, а также основные теоретические представления, сложившиеся вокруг исследуемой проблематики к данному моменту. Затем приводится некоторый обзор возможных методов исследования, подкрепляемый примерами из смежных областей, и аргументация выбора относительно методологии эксперимента. Наконец, подробно описывается процесс подготовки и проведения эксперимента, а также приводится некоторый анализ полученных данных.

Эксперимент проводился группой студентов ОТиПЛа совместно с сотрудниками лаборатории нейровизуализации когнитивных функций Научно-Исследовательского Центра «Курчатовский институт». Суть эксперимента заключалась в том, что испытуемому, находящемуся в томографе, предъявлялся «Фильм о грушах» У. Чейфа, а затем, непосредственно после просмотра видео, человек должен был пересказать его сюжет.

Говоря об основной методологической составляющей эксперимента, можно заметить, что ультрабыстрая функциональная магнитно-резонансная томография действительно наилучшим образом отвечает нашим целям. Важно, однако, упомянуть некоторые недостатки данного метода, такие как, например, сравнительная продолжительность (в некоторых случаях эксперимент длился практически полтора часа) и непривычные условия прохождения эксперимента. Впрочем, как показал опрос испытуемых, нахождение в томографе не доставляло особенных неудобств, за исключением раздражающего звука, который у некоторых испытуемых первое время вызывал головокружение.

Также отметим, что временное разрешение даже ультрабыстрого функционального МР томографа не превышает 500 мс, тогда как при использовании метода ЭЭГ временное разрешение повышается до нескольких миллисекунд. В целях улучшения этого параметра можно было бы использовать метод ЭЭГ совместно с фМРТ. Вполне возможно, что это дало бы более значительные результаты.

Что касается использования айтрекера, оно повлекло за собой установление повышенных требований к потенциальным испытуемым, касающихся их зрения. И, хотя мы также старались придерживаться полученных рекомендаций относительно цвета и взаимного расположения глаз, в некоторых случаях мы все-таки упускали из внимания какие-то особенности строения глаз или формы черепа, которые впоследствии являлись причиной проблем с калибровкой прибора. Таким образом, материалы айтрекинга сейчас представлены в меньшем количестве, чем данные томографа. Несмотря на это, мы уверены, что анализ этих данных может впоследствии дать интересные результаты.

Эксперимент проводился в НИЦ «Курчатовский институт». Перед испытанием каждому испытуемому предлагалось заполнить анкету с личными данными, в которой необходимо было также подтвердить свое согласие на участие в исследовании. Затем, когда испытуемый избавлялся от металлических предметов (а девушки также от косметики в области глаз), он помещался на кушетку томографа, где его голова прочно фиксировалась специалистом.

Теоретической базой для исследования послужили, прежде всего, предшествующие работы, затрагивающие тему организации информации при восприятии и при порождении речи, такие как [Zacks 2004; Himmelmann 2006; Кибрик, Федорова 2016 и др.]. Мы также не могли обойти стороной некоторые исследования, направленные на изучение определенных языковых явлений с помощью различных методов измерения нейрональной активности [например, Huth et al. 2016], где с помощью фМРТ была составлена семантическая карта, сопоставляющая различные области лексики различным областям коры головного мозга). Кроме того, мы опирались на ключевые работы об устройстве и функционировании томографа [Блинк 2000; Хорнак 2007 и др.]. Подробный

обзор этой и другой литературы приводится в главе 1, посвященной теоретическим предпосылкам данного исследования.

Объектом исследования является локальная структура устного дискурса. Как при порождении речи, так и в процессе восприятия информации ментальные образы делятся на отдельные события разного уровня (то есть элементарные события, группы событий, сложные эпизоды). В нашем исследовании мы хотели попытаться исследовать этот процесс с помощью метода фМРТ, так чтобы на основе данных эксперимента можно было найти участки головного мозга, активность которых изменяется на границах событий, отмеченных на основе нашей лингвистической теории.

Результаты. Обнаружена значимая активность в левом височно-теменном переходе, области Вернике, и левом доле мозжечка. Эти данные свидетельствуют о ключевой роли данных областей в процессе понимания речи и подтверждают теорию о том, что для успешного восприятия речи необходимо интегрировать сенсорную информацию с предыдущим опытом и контекстуальными данными.

На данный момент статистическая обработка данных просмотра видео проведена для десяти испытуемых, а данных пересказа – для восьми. Кроме индивидуальной обработки, осуществлен групповой анализ, по всем исследуемым состояниям получены усредненные изображения, отражающие области как повышенной, так и пониженной нейрональной активности.

Анализ полученных с помощью статистической обработки данных выявил некоторые закономерности, в том числе наличие значимых изменений нейрональной активности при восприятии границ событий различными испытуемыми. Групповой анализ, к сожалению, не смог выявить значимых корреляций, однако это может быть связано с недостаточным количеством данных.

Блинк Э. Основы МРТ: Физика. <http://www.twirpx.com/file/84209>.

Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. М., 1978. С. 141-211.

Гусев Е.И., Коновалов А.Н., Бурд Г.С. Неврология и нейрохирургия. М., 2000.

Кибрик А.А., Подлесская В.И. К созданию корпусов устной русской речи: принципы транскрибирования // Научно-техническая информация (серия 2). 2003. Т. 6. С. 5-11.

Кибрик А.А., Подлесская В.И. (ред.). Рассказы о сновидениях: Корпусное исследование устного русского дискурса. М.: ЯСК, 2009.

Кибрик А.А., Федорова О.В. Влияние структуры зрительных стимулов на событийную структуру дискурса // События в коммуникации и когниции. 2016. С. 24.

Arthurs O.J., Boniface S. How well do we understand the neural origins of the fMRI BOLD signal? // Trends in neurosciences. 2002. Т. 25. № 1. С. 27-31.

Baldenebro T., Dix A., Duncan S. Narrative, metanarrative, and paranarrative levels of discourse in speech and gesture: A comparison of Mexican Spanish and American English 'Pear film' narrations // Presentation at the Illinois Language and Linguistics Society Annual Conference, University of Illinois Urbana Champaign, April, 2011.

Bartlett F.C. Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology. Cambridge: Cambridge University Press. 1932.

Ben-Shachar M. et al. The neural reality of syntactic transformations evidence from functional magnetic resonance imaging // Psychological science. 2003. Т. 14. № 5. С. 433-440.

Binder J.R. et al. Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies // Cerebral Cortex. 2009. Т. 19. № 12. С. 2767-2796.

Blumstein Sh. E. and Baum Sh. R. Neurobiology of Speech Production: Perspective from Neuropsychology and Neurolinguistics. In G. Hickok, S. Small (eds.). Neurobiology of language. Amsterdam: Elsevier, 2016.

Chafe W. Discourse, consciousness, and time. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

Chafe W. (ed.). The pear stories: Cognitive, cultural, and linguistic aspects of narrative production. Norwood: Ablex, 1980.

Chafe W. Some things that narratives tell us about the mind // Narrative thought and narrative language. 1990. С. 79-98.

De Beeck H.P.O., Haushofer J., Kanwisher N. G. Interpreting fMRI data: maps, modules and dimensions // Nature Reviews Neuroscience. 2008. Т. 9. № 2. С. 123-135.

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ПОРОЖДЕНИЯ РЕЧИ У ДЕТЕЙ С ТИПИЧНЫМ И НАРУШЕННЫМ РЕЧЕВЫМ РАЗВИТИЕМ

Корнев А.Н.
(k1949@yandex.ru),

Балчюниене И.
(ingrimi@gmail.com)

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
(Санкт-Петербург, Россия)

Как известно, ребенок в ходе психического развития приобретает большой объем знаний и навыков, в том числе и языковых. Изучению механизмов языка и речи посвящено огромное число научных исследований, проведенных в области психологии, лингвистики, психофизиологии, нейробиологии и др.; несмотря на это, знания о реальных механизмах формирования речи остаются неполными, фрагментарными, а иногда – противоречащими друг другу. Большая часть существующих теорий и моделей имеет монодисциплинарный характер. Часть из них относится к нативистским моделям, основанным на идее врожденности языковых способностей (*linguistic competence*) и модулей, на основе которых ребенок учится производить (*linguistic performance*) грамматически и фонологически правильные высказывания [Chomsky 1965]. Сторонниками альтернативного направления, опирающегося на конструктивистскую теорию усвоения языка [Bruner 1985], создано несколько психолингвистических моделей, наиболее перспективной из которых представляется модель усвоения языка, основанная на опыте употребления (*usage-based model*) [Langacker 1988; Tomasello 2000].

Наши многолетние мультидисциплинарные исследования механизмов речи [Balčiūnienė, Kornev 2023; Bishop et al. 2014; Kilani-Schoch et al. 2009; Корнев 2006; Корнев, Балчюниене 2022] у детей с нормой развития и с недоразвитием речи позволили построить новую многомерную модель механизмов формирования языка и речи. Она опирается на ряд современных теорий: культурно-историческую теорию формирования ВПФ Л.С. Выготского [Выготский 1984], системную теорию формирования навыков Н.А. Бернштейна [Бернштейн, Фейгенберг 1990], теорию функциональных систем П.К. Анохина [Анохин 1975], модель языка, основанную на опыте употребления [Langacker 1988; Tomasello 2000]. Ядро нашей модели составляют компоненты функциональной системы языка и речи (ФСЯР) [Корнев 2006], включая ресурсное обеспечение (психофизиологическое и когнитивное) речевой деятельности [Анохин 1975; Бернштейн, Фейгенберг 1990]. Согласно этой теории, акты порождения и понимания речевых высказываний и текстов рекрутируют многочисленные когнитивные функции, не имеющие прямого отношения к речи [Горелов 2003; Жинкин 2005; Корнев 2006]. К основным блокам ФСЯР, описанным нами ранее [Корнев 2006], добавлено несколько новых подсистем: «Речь взрослых в прагматическом контексте» и «Родительская обратная связь» (рис. 1). Тем самым интрапсихическая часть ФСЯР дополнена интерпсихической частью, включающей культуральный контекст – т.н. инпут [Цейтлин 2000] в его структурно-динамическом аспекте [Корнев, Балчюниене 2022]. В данной модели ФСЯР+ инпут представляет собой не только источник информации о языке, но и подсистему интеракции ребенка со взрослым социумом. Для того, чтобы инпут помог ребенку научиться говорить, ребенок должен быть способен к взаимодействию: восприятию и распознаванию структурных элементов посредством сегментации, диалогической интеракции (*turn-taking*), порождению диалогических реплик, имитации, детекции ошибок и самокоррекции. Ресурсный дефицит у детей ограничивает их возможности полноценного овладения речевыми навыками [Harmon et al. 2023]. Данная версия модели ФСЯР+ позволяет представить процесс формирования функциональной системы языка с позиций а) культурно-исторической теории Л.С. Выготского и б) его теории формирования высших психических функций [Выготский 1984], как динамический процесс перехода интерпсихического в интрапсихическое с постепенной интериоризацией навыков порождения речи (совершенствованием ФСЯР переходя от незрелых ее вариантов к более зрелым $ФСЯР_1 \rightarrow ФСЯР_2 \rightarrow \dots \rightarrow ФСЯР_n$) и формированием узувальных языковых инвариантных схем, становящихся тем, что принято называть языковой системой в ее индивидуальной реализации (идиолектом). У детей с недоразвитием речи одним из ведущих механизмов является ресурсный дефицит и функциональная слабость функций программирования и контроля [Bishop et al. 2014; Корнев 2006].



Рис. 1. Блок-схема формирующейся функциональной системы языка и речи у детей

- Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975.
- Бернштейн Н.А., Фейгенберг И.М. Физиология движений и активность. М.: Наука, 1990.
- Выготский Л.С. Орудие и знак в развитии ребенка / Собр. соч. М.: Педагогика, 1984.
- Горелов И.Н. Избранные труды по психолингвистике. М.: Лабиринт, 2003.
- Жинкин Н.И. Психологические особенности спонтанной речи // Иностранные языки в школе. 2005. № 4. С. 136-144.
- Корнев А.Н. Основы логопатологии детского возраста: клинические и психологические аспекты. СПб.: Речь, 2006.
- Корнев А.Н., Балчиүниенė И. Формирование устного дискурса у детей 4–5 лет: функционально-динамический анализ влияния жанра и регистра на грамматический частотный профиль // Экспериментальная психология. 2022. № 15. С. 160-176.
- Цейтлин С.Н. 2000 Язык и ребенок: Лингвистика детской речи. М.: ВЛАДОС.
- Balčiūnienė I., Kornev A.N. Linguistic disfluencies in Russian-speaking typically and atypically developing children: individual variability in different contexts // Clinical Linguistics and Phonetics. 2023. P. 1-20.
- Bishop D., Nation K., Patterson K. When words fail us: insights into language processing from developmental and acquired disorders // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2014. № 369. P. 20120403.
- Bruner J. Child's talk: Learning to use language // Child Language Teaching and Therapy. 1985. № 1. P. 111-114.
- Chomsky N. Aspects of the theory of syntax. Boston: M.I.T. Press, 1965.
- Harmon Z., Barak L., Shafto P., Edwards J., Feldman N.H. The competition–compensation account of developmental language disorder // Developmental Science. 2023. № 26. P. e13364.
- Kilani-Schoch M., Balčiūnienė I., Korecky-Kröll K., Laaha S. Dressler W.U. On the role of pragmatics in child-directed speech for the acquisition of verb morphology // Journal of Pragmatics. 2009. № 41. P. 219-2395.
- Kornev A.N., Balčiūnienė I. Word structure in typically-developing and primarily language-impaired children: Usage-based corpus analysis of Russian preschoolers. In: E. Babatsouli (ed.). On under-reported monolingual child phonology. Bristol: MM, 2020. P. 201-228.
- Langacker R.W. A usage-based model. In: B. Rudzka-Ostyn (ed.). Topics in cognitive linguistics. Amsterdam: John Benjamins, 1988. P. 127-161.
- Tomasello M. First steps toward a usage-based theory of language acquisition // Cognitive Linguistics 2000. № 11. P. 61-82.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ 6-9 ЛЕТ ПО ДАННЫМ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Корнеев А.А.
(korneeff@gmail.com)

Ахутина Т.В.
(akhutina@mail.ru)

Матеева Е.Ю.
(obukhova1@yandex.ru)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Введение. Управляющие функции (далее – УФ), которые также в отечественной нейропсихологической традиции называются функциями программирования и контроля произвольного поведения – одна из важнейших групп когнитивных функций, участвующих практически в любом виде деятельности человека. В отечественной нейропсихологии УФ относятся к III функциональному блоку мозга по А.Р. Лурия, и их диагностика включена в обследование как взрослых [Лурия 1969], так и детей [Ахутина и др. 2016], по итогам которого, как правило, рассчитывается общий показатель и/или делается общее качественное заключение о состоянии этой группы функций.

При этом в УФ можно выделять различные компоненты, которые обеспечивают те или иные аспекты произвольного поведения и, возможно, связаны с различными мозговыми структурами. Одна из широко известных в мировой психологии моделей УФ – это модель А. Мияке и соавторов [Friedman, Miyake 2017]. В ней выделяется три компонента: (1) торможение (Inhibition) – способность оторможить естественную реакцию, (2) обновление, или рабочая память (Updating/Working Memory) – способность запоминать, удерживать и обновлять информацию в рабочей памяти и (3) переключение (Shifting) – способность удерживать и переключаться между параллельными программами. Это достаточно авторитетная и подкрепленная большим количеством эмпирических данных модель, однако остается неясным, насколько она согласуется с результатами нейропсихологического обследования, используемого в отечественной психологии, и можно ли использовать эту теорию для более дифференцированной диагностики функций III блока мозга.

Цель настоящей работы – исследование соответствия структуры данных, получаемых в нейропсихологическом обследовании детей 6-9 лет, модели УФ А. Мияке и соавторов.

Методика. В исследовании приняло участие 244 ребенка от 6 до 9 лет (из них 113 мальчиков, средний возраст 8.3 ± 1.2 года). Все дети прошли комплексное нейропсихологическое обследование, включающее в себя как «традиционные» нейропсихологические пробы [Ахутина и др. 2016], так и разработанные в последние годы компьютерные нейропсихологические методики [Ахутина и др. 2017]. Обследование включает более 30 проб, в этой работе мы используем результаты следующих методик: свободные и направленные вербальные ассоциации, пробы «Реакция выбора» и «Динамический праксис», пробу на слухоречевую память, методики «Понимание близких по звучанию слов», «Кубики Корси», «Точки», «Двухцветные таблицы Шульте», компьютерная версия пробы 1-back для детей. Подробное описание методик содержится в наших работах [Ахутина и др. 2016; 2017].

Результаты. Был проведен содержательный анализ параметров выполнения проб с точки зрения возможности их отнесения к трем компонентам УФ – торможения, обновления и переключения. Затем для проверки этих предположений был проведен эксплораторный факторный анализ (по методу главных компонент с вращением варимакс), который позволил выделить три фактора, объясняющих 45 % дисперсии исходных данных. В этой модели в первый фактор с большими (больше 0.4) факторными нагрузками вошли следующие параметры: точность ответов в методике 1-back, число правильных ответов в пробе на понимание близких по звучанию слов (требующих удержания предъявляемых речевых стимулов), максимальная длина правильно воспроизведенной последовательности в методике «Кубики Корси», продуктивность свободных и направленных вербальных ассоциаций. По нашему мнению, этот фактор может соответствовать функциям обновления, так как все перечисленные параметры требуют активного удержания и переработки информации в рабочей памяти. Во второй фактор вошли число ошибок в двухцветных таблицах Шульте в пробе с воспроизведением двух параллельных числовых рядов, продуктивность выполнения третьего субтеста методики «Точки», в которой испытуемый должен удерживать две параллельные

программы, а также продуктивность второго субтеста этой методики, требующего переключения на новую программу, отличную от программы первого, наиболее простого субтеста. Этот фактор может быть интерпретирован как фактор переключения в терминах проверяемой модели. В третий фактор вошли оценки усвоения задания в конфликтной части пробы «Реакция выбора», число ошибок, допускаемых в этой пробе, оценки усвоения задачи в пробе «Динамический праксис» и число повторов в пробе на слухоречевую память. Этот фактор, по нашему мнению, может быть связан с функциями торможения. В целом, результаты эксплораторного анализа соответствует ожидаемым. Для дополнительной оценки качества полученной модели был проведен конфирматорный факторный анализ, в котором была воспроизведена модель, полученная на эксплораторной стадии, а также добавлен возраст испытуемых как возможный предиктор, влияющий на три группы функций, и добавлена возможность корреляции между факторами. Коэффициенты оценки качества этой модели оказались достаточно высокими ($\chi^2(60) = 89.476$, CFI = 0.926, TLI = 0.906, RMSEA = 0.047). Все факторные нагрузки казались значимыми (на уровне $p < 0.05$). При этом обнаружено значимое (на уровне $p < 0.001$) влияние возраста испытуемых на факторы обновления и переключения, и незначимое ($p = 0.809$) – на фактор торможения. Также получены значимые корреляции факторов (между факторами обновления и переключения – 0.496, обновления и торможения – 0.438, обновления и торможения – 0.694).

В целом, полученные результаты указывают на возможное разделение параметров нейropsychологического обследования для дифференцированной оценки отдельных компонентов УФ. Довольно высокие корреляции между факторами говорят о взаимосвязи этих компонентов, что соответствует данным об их «единстве и различии», обсуждаемым в работах Мияке и соавторов. Можно отметить, что однофакторная модель, в которой все те же параметры включены в один фактор, имеет, по нашим данным, более низкие оценки качества ($\chi^2(65) = 136.403$, CFI = 0.849, TLI = 0.819, RMSEA = 0.065), что позволяет говорить о разумности выделения отдельных, хотя и взаимосвязанных факторов УФ. Дискуссионным моментом в предложенной модели является отнесение к фактору переключения второго субтеста методики «Точки», в котором отчетливо присутствует элемент торможения. Такой результат может обуславливаться схожестью второго и третьего субтестов этой методики. Также в целом разведение методик, позволяющих «чисто» оценить торможение или переключение, может быть затруднено, это показано и в других работах [Клочкова и др. 2019]. Таким образом, результаты указывают, что работа по проверке различных структурных моделей компонентов УФ по результатам нейropsychологического обследования должна быть продолжена.

Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. и др. Методы нейropsychологического обследования детей 6-9 лет. М.: В. Секачев, 2016.

Ахутина Т.В., Кремлев А.Е., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Гусев А.Н. Разработка компьютерных методик нейropsychологического обследования // Когнитивная наука в Москве: новые исследования: материалы конференции. М.: Буки-Веди, 2017. С. 486-490.

Клочкова И.В., Паникратова Я.Р., Алфимова М.В., Томышев А.С., Куприянов Д.А., Лебедева И.С. Показатели диффузии трактов головного мозга, функциональная связанность во фронто-париетальной сети и параметры управляющих функций у молодых здоровых испытуемых // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2019. № 69 (5). С. 549-560.

Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека. М.: Изд-во Московского ун-та, 1969.

Friedman N.P., Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure // Cortex. 2017. № 86. P. 186-204.

КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЮМОРА ОБЛЕГЧАЮТ ВЫХОД ИЗ ТУПИКА

Коровкин С.Ю.
(korovkin_su@list.ru)

Морозова Е.Н.
(morozova.yar@gmail.com)

Никифорова О.С.
(weis1993@mail.ru)

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова (Ярославль, Россия)

Данный эксперимент был проведен для ответа на вопрос о том, способствует ли юмор решению инсайтных задач в большей степени, если его когнитивный компонент соответствует основному источнику трудностей в задаче. Согласно теории изменения репрезентации, трудность инсайтных задач обусловлена неправильной начальной репрезентацией, которая заводит в тупик и блокирует нахождение ответа [Knoblich et al. 2001]. Чтобы выйти из тупика, решатели должны изменить свою первоначальную репрезентацию задачи. Наиболее изученными и хорошо операционализированными механизмами изменения начальной репрезентации являются декомпозиция чанка и ослабление ограничений. Декомпозиция чанка представляет собой разделение перцептивного чанка на составляющие его компоненты. Другой способ изменить репрезентацию состоит в том, чтобы ослабить элементы опыта, ограничивающие рассматриваемые варианты решений. Для обоих механизмов были разработаны соответствующие арифметические задачи со спичками [Knoblich et al. 1999; 2001]. Для указанных механизмов решения задач были подобраны соответствующие им типы юмора. Юмористические изображения, в которых случайно наложенные элементы создают комический эффект, могут соответствовать декомпозиции чанка, а для ослабления ограничений подходят юмористические изображения, в которых комический эффект достигается за счет необычного использования предметов. Основываясь на структурном сходстве инсайтных задач и юмора, мы предположили, что юмористические образы, соответствующие конкретным механизмам изменений репрезентации, усилят фасилитирующий эффект юмора.

В исследовании приняли участие шестьдесят человек (36 женщин) в возрасте от 18 до 50 лет ($M = 28,67$, $SD = 6,35$). Были созданы три группы слайд-шоу с различным юмористическим содержанием, для воздействия на решение инсайтных задач. Они основаны на трех типах изображений: 1) необычное использование предметов, а также остроумие, смекалка и остроумные решения повседневных жизненных проблем. Такие изображения мы обозначили как «Смекалочка»; 2) изображения с несколькими объектами, которые кажутся единым целым, что создает комический эффект («Показалось»); 3) приятные, но не смешные изображения в качестве контрольной группы (например, животные и пейзажи). Изображения «Смекалочка» были выбраны как соответствующие ослаблению ограничений, а изображения «Показалось» – как соответствующие декомпозиции чанков. Контрольные изображения использовались в качестве неюмористического прайминга для контроля эффекта юмористических стимулов.

В качестве экспериментальных задач использовались 9 задач [Öllinger et al. 2008] со спичками (три задачи на декомпозицию чанка (CD), три задачи на ослабление ограничений (CR), три стандартные задачи (ST)). Задачи на декомпозицию чанков (CD) содержат некоторый перцептивно единичный компонент, который должен быть разделен, чтобы найти правильный ответ. Например, в задаче $VI = VI + V$ чанк – это первая цифра V , состоящая из двух спичек. Одна спичка должна быть перемещена ближе к центру, чтобы получить X и выражение $XI = VI + V$. Задачи на ослабление ограничений (CR) требуют преодоления внутренних барьеров и ограничений, связанных с правилами и типичными способами решения задач. Например, правильным решением задачи $VI = VI + VI$ (преобразовать $+$ в $=$) является тавтологическое выражение $VI = VI = VI$, что необычно для арифметических задач. Стандартные задачи (ST) требуют самых очевидных арифметических преобразований и ходов.

Предварительный анализ данных с использованием критерия Шапиро-Уилка показал, что результаты времени решения распределены неравномерно, $W(539) = 0,924$, $p < 0,001$. Поэтому для проверки основных эффектов мы провели непараметрический тест Фридмана для оценки основных эффектов и тест Уилкоксона для парных сравнений. Тест Фридмана выявил достоверное влияние типа юмора (контроль, «Показалось» и «Смекалочка») на время решения: $\chi^2(2) = 23,03$, $p <$

0,001, Kendall $W = 0,192$. Для основного эффекта фактора типа юмора последующие парные тесты Уилкоксона показали, что контрольное условие ($Mdn = 114,2$) требует значительно больше времени на решения задач, чем в условиях «Смекалочка» ($Mdn = 88,7$), $Z = 1,05$, $p_{Holm} = 0,001$, $r = 0,135$ и «Показалось» ($Mdn = 95,7$), $Z = 5,37$, $p_{Holm} = 0,017$, $r = 0,693$. Различия между условиями «Показалось» и «Смекалочка» не были значимыми. Тест Фридмана выявил достоверное влияние типа задачи (ST, CD и CR) на время решения: $\chi^2(2) = 35,7$, $p < 0,001$, Kendall $W = 0,298$. Последующие парные тесты Уилкоксона показали, что для решения задач CR ($Mdn = 122$) требовалось значительно больше времени, чем для задач ST ($Mdn = 82,8$), $Z = 4,82$, $p_{Holm} < 0,001$, $r = 0,62$ и CD ($Mdn = 84,1$), $Z = 5,37$, $p_{Holm} < 0,001$, $r = 0,69$. Юмор по-разному влияет на время решения различных типов задач. Мы провели тесты Фридмана для отдельных задач, которые выявили доказательства в пользу влияния юмора в задачах CR, $\chi^2(2) = 32,13$, $p < .001$, Kendall $W = 0,268$, и значительные доказательства влияния юмора в задачах ST, $\chi^2(2) = 7,63$, $p = .022$, Kendall $W = 0,064$. Влияние фактора юмора на время решения задач CD находится чуть выше порога значимости, $\chi^2(2) = 5,23$, $p = 0,007$, Kendall $W = 0,044$.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о том, что юмористические стимулы фасилитируют решения со структурно сходными механизмами изменения репрезентации. Несмотря на то, что юмор в целом оказывал довольно слабое и неравномерное влияние на набор используемых задач, при анализе отдельных задач эффект становится достаточно сильным. Задачи на ослабление ограничений решаются в обоих юмористических условиях быстрее, чем в контрольном, в то время как задачи на декомпозицию чанков решаются быстрее только в условиях видимости. Однако при сравнении времени решения каждой задачи в различных условиях мы получили доказательства, подтверждающие влияние юмористических изображений «Смекалочка» на задачи с ослаблением ограничений, а также влияние юмористических изображений «Показалось» на задачи с декомпозицией чанков.

Таким образом, наше исследование показывает, что когнитивный компонент юмора, понимаемый как логические механизмы юмора и смещение схем, способствует изменению репрезентации в решения инсайтных задач независимо от и в дополнение к положительным эмоциям.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00358, <https://rscf.ru/project/22-18-00358>.

Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D. Constraint relaxation and chunk decomposition on insight problem solving // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition. 1999. № 25(6). P. 1534-1555. DOI: 10.1037/0278-7393.25.6.1534.

Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of in-sight problem solving // Memory and Cognition. 2001. № 29(7). P. 1000-1009. doi: 10.3758/BF03195762.

Korovkin S.Y., Morozova E.N., Nikiforova O.S. Funny? Think About It! Selective effect of cognitive mechanisms of humour on insight problems // Cognition and Emotion. 2024. DOI: 10.1080/02699931.2024.2316861.

Öllinger M., Jones G., Knoblich G. Investigating the effect of mental set on insight problem solving // Experimental Psychology. 2008. № 55(4). P. 269-282. DOI: 10.1027/1618-3169.55.4.269.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ БУКВ РОДНОГО ЯЗЫКА: ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЗРИТЕЛЬНОЙ ЧАСТОТНОЙ РАЗМЕТКИ

Костянян Д.Г.¹

(*daria.kost17@gmail.com*),

Сысоева О.В.^{1,2}

(*olga.v.sysoeva@gmail.com*)

¹ Научно-технологический университет «Сириус» (пгт Сириус, Краснодарский край, Россия)

² Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук (Москва, Россия)

Визуальное распознавание буквенных форм, является необходимой основой чтения. Чувствительность к буквам, по-сравнению с другими символами (псевдобуквами, цифрами) известна как «грубая настройка к печати» [Maurer et al. 2006]. Она развивается по мере освоения языка и достигает своего пика к возрасту 8 лет. Развитие грубой настройки к печати связывают с формированием Visual word form area (VWFA), области, расположенной в левой затылочно-височной коре [McCandliss et al. 2003; Schlaggar, McCandliss 2007]. Целью данного исследования было проследить возрастную динамику развития мозговых систем, настроенных на различение букв родного языка. Новым подходом в изучении способности мозговых систем к дифференциации различных категорий стимулов является быстрая периодическая зрительная стимуляция или «частотная разметка» [Liu-Shuang et al. 2014; Rossion et al. 2015]. Метод частотной разметки имеет существенные преимущества в исследованиях с участием детей младшего возраста: он позволяет зарегистрировать неявные ответы, записанные в отсутствие прямого поведенческого задания, а быстрая скорость предъявления стимулов значительно сокращает время проведения экспериментальной процедуры.

Методы. Участники: В исследовании приняло участие 59 детей ($f=30$, $m=29$) в возрасте от 3 до 8 лет (средний возраст 6.3 ± 1.4). Участники рекрутировались в садах и школах ФТ Сириус, и не имели явных диагнозов и нарушений развития.

Стимулы: 8 заглавных букв русского алфавита (А, Л, К, З, В, Р, Я, Ч) и 8 букв грузинского алфавита (ა, ბ, გ, დ, ე, ვ, ზ, ტ), шрифт Sylfaen, кегль 315.

Порядок презентации стимулов: основные стимулы с постоянной частотой 6 Гц (т.е. 6 стимулов в секунду), а девиантные стимулы встраивались в поток основных стимулов через каждый пятый стимул (т.е. $6 \text{ Гц} / 5 = 1,2 \text{ Гц}$). Насыщенность стимулов менялась по синусоиде (частота 6 Гц) от 0 до 100%. Предъявление всей последовательности стимулов занимало 2 минуты (всего 720 стимулов). Стимулы предъявлялись случайным образом, без повторения одного и того же стимула подряд.

Процедура исследования: Участники исследования сидели перед монитором и смотрели на предъявленную последовательность стимулов. Стимулы предъявлялись в центре рамки, в форме звездочки. Цвет рамки вокруг букв менялся с белого на желтый на 500 мс, случайным образом, 14 раз на протяжении предъявления последовательности стимулов. Задача участников была нажать пробел, в момент, когда звездочка изменит цвет. Чтобы быть уверенными, что наблюдаемые эффекты не были связаны с качеством выполнения задания, в финальный анализ были включены только участники, успешно справившиеся заданием (39 человек, средний возраст 6.6 ± 1.4). Успешным выполнением считалось, если ребенок допустил не более 7 пропусков и не более 10 ложных нажатий.

Исследование состояло из двух блоков:

- Блок 1 (иностранное условие): основные стимулы – буквы русского языка, девиантные стимулы – буквы грузинского языка;
- Блок 2 (инвертированное условие): основные стимулы – буквы русского языка, девиантные стимулы – буквы русского языка, перевернутые на 180° .

Регистрация и обработка ЭЭГ: 31 канал ЭЭГ регистрировался с помощью системы Brain Products actiCHamp (Brain Products GmbH, Гильхинг, Германия), референт в положении FCz. Анализ данных ЭЭГ проводился с использованием MNE Python [Gramfort et al. 2014] и включал фильтрацию в диапазоне 0,1–100 Гц, интерполяцию плохих каналов (при необходимости) и перереферирование на усредненный референт. Для анализа в частотном домене и получения амплитудных спектров применялось быстрое преобразование Фурье. Для оценки выраженности и значимости от-

ветов в интересующих частотных бинах были рассчитаны значения SNR (отношение сигнал-шум) и Z значения. За шум принимались значения в 20 соседних частотных бинах (10 с каждой стороны).

Результаты. В обоих условиях наблюдался выраженный ответ для частоты основной стимуляции (6 Гц) и кратных ей гармоник. При этом ответ был наиболее выражен в затылочных отведениях (O1 и O2).

Для частоты девиантной стимуляции (1,2 Гц) выраженный ответ наблюдался только в иностранном условии. В инвертированном условии ответ на частоте девиантной стимуляции не наблюдался. Локализация ответа на частоте девиантной стимуляции наблюдалась преимущественно в теменных отведениях (P7 и P8), соответствующих зоне обработки речевых зрительных стимулов [McCandliss et al. 2003; Schlaggar and McCandliss 2007]. Учитывая разную топографию ответов на основную и девиантную стимуляцию, мозговые системы, задействованные в данных процессах, различаются.

Для оценки возрастной динамики с амплитудой ответа был проведен корреляционный анализ. Было показано, что амплитуда девиантного, в отличие от амплитуды основного ответа, в обоих условиях исследования увеличивалась с возрастом, что, вероятно, связано с формированием систем распознавания букв.

В нашей работе впервые была продемонстрирована возможность использования метода частотной разметки для оценки эффективности работы мозговых систем категоризации одиночных буквенных символов у детей младшего возраста. Выделенные нами параметры имеют потенциал для использования в диагностике детей с нарушениями письменной речи.

Gramfort A., Luessi M., Larson E., Engemann D.A., Strohmeier D., Brodbeck C., Parkkonen L., Hämäläinen M.S. MNE software for processing MEG and EEG data // Neuroimage. 2014. № 86. P. 446-460.

Liu-Shuang J., Norcia A.M., Rossion B. An objective index of individual face discrimination in the right occipito-temporal cortex by means of fast periodic oddball stimulation // Neuropsychologia. 2014. № 52. P. 57-72.

Maurer U., Brem S., Kranz F., Bucher K., Benz R., Halder P., Steinhausen H., Brandeis D. Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read // Neuroimage. 2006. № 33(2). P. 749-758.

McCandliss B.D., Cohen L., Dehaene S. The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus // Trends in Cognitive Sciences. 2003. № 7(7). P. 293-299.

Rossion B., Torfs, K., Jacques C., Liu-Shuang J. Fast periodic presentation of natural images reveals a robust face-selective electrophysiological response in the human brain // Journal of Vision. 2015. № 15.

Schlaggar B.L., McCandliss B.D. Development of neural systems for reading // Annual Review of Neuroscience. 2007. № 30. P. 475-503.

СИСТЕМА СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И ПОНИМАНИЯ ТЕКСТОВ РОБОТОМ-КОМПАЬОНОМ Ф-2

Котов А.А.^{1,2,3}

(kotov@harpia.ru),

Носовец З.А.^{1,2,3}

(nosovets@phystech.edu),

Филатов А.А.⁴

(filatov.alex@gmail.com)

¹ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Москва, Россия)

² Российский государственный гуманитарный университет (Москва, Россия)

³ Московский государственный лингвистический университет (Москва, Россия)

⁴ Яндекс. Технологии (Москва, Россия)

Механизм классического логического вывода, где человек переходит от посылки к следствию, был реализован в классических системах искусственного интеллекта в виде аппарата сценариев [Schank 1975] и использовался для понимания компьютером событий текста. Этот механизмы лежит в основе таких систем искусственного интеллекта, как SOAR [Laird et al. 1987], и в основе языков программирования, таких как Prolog. Хотя аппарат сценариев в последнее время был значительно вытеснен нейросетями, мы считаем этот подход перспективным и используем его для моделирования процесса понимания текста роботом-компаньоном Ф-2. Задача состоит в том, чтобы для нового события робот смог восстанавливать контекст: оценить ранее произошедшие события и возможные последствия. Например: *не приведет ли данное событие к плохой ситуации? не говорит ли этот факт о чем-то плохом?*

Робот Ф-2 способен воспринимать как звучащие, так и письменные тексты на русском языке, а также события окружающего мира, распознанные системами технического зрения и обработки прикосновений. Ключевым элементом архитектуры робота является парсер, конструирующий для каждого предложения его синтаксическое дерево и семантическое представление. Смысл простого предложения записывается как множество валентностей, в которые помещаются семантические признаки соответствующих лексем: мы используем словари из 100 тыс. лексем и 8.400 семантических признаков. Система технического зрения конструирует для своих событий репрезентации, аналогичные смыслу простого предложения, но без многозначности. Аппарат сценариев при поступлении некоторого смысла (если смысл сообщен роботу в тексте или если робот наблюдает данное событие) должен классифицировать этот смысл с помощью посылки (фрейма) и реконструировать предшествующие и последующие ситуации, а также возможные альтернативные репрезентации с помощью репрезентаций производных ситуаций (следствий). Для рациональной и эмоциональной обработки событий мы используем две группы сценариев, как предложено в модели CogAff [Slooman, Chrisley 2003]. Эмоциональная обработка смыслов обеспечивается доминантными сценариями или **д-сценариями** (n = 350) [см. Котов 2021]. С помощью д-сценариев робот перехватывает эмоциональные смыслы типа ‘ты никому не нужен’, ‘тебя все обманывают’, ‘все обращают на тебя внимание’ и имитирует ответную эмоциональную динамику. Рациональный вывод обеспечивается **р-сценариями** (n = 4.500). Для создания р-сценариев мы кластеризовали 10 млн. семантических представлений, построенных парсером для текстов на русском языке. Из отобранных кластеров был сформирован инвентарь начальных моделей р-сценариев – репрезентаций типичных ситуаций, например: *брат служил в армии, человек носил костюм* и т.д. Для каждой валентности был найден наиболее частотный (прототипический) актант. Для каждой такой ситуации мы попросили информантов кратко описать ее возможные причины (предшествующие ситуации), следствия (последующие ситуации), а также предложить ее интерпретации. Высказывания информантов были разобраны парсером, и полученные семантические представления были добавлены к р-сценариям как *следствия*. Следствия сценариев были сравнены с посылками с помощью модифицированной меры Жаккара, в результате множество сценариев было объединено в граф. Каждая вершина графа представляет собой отдельную типичную ситуацию (посылку или следствие сценария), а ребра графа – это возможные переходы по сценарию или связи между конечными и начальными моделями разных сценариев. Сейчас мы работаем с графом из 11.229 вершин, из них 10.769 вершин объ-

единены в связный компонент. Данный граф репрезентирует регулярные связи между смыслами и используется роботом для естественно-языкового вывода.

В реальной коммуникации роботу можно сообщать высказывания, он разбирает их с помощью парсера и отвечает, предлагая высказывания из наиболее активизированного (центрального) или из производных сценариев. Если мы говорим роботу *Человек носит форму*, то он активизирует р-сценарий @носить_3005_VERB_3 (*мужчина носил костюм, ранее мужчина надел костюм, потом мужчина снял костюм*), и р-сценарий @служить_4887_1413_1 (*брат служил в армии, значит, брат носил форму*). Следствие – *человек служил в армии* – приводит к д-сценарию СЛУЖЕНИЕ, который обеспечивает эмоциональную оценку: *Здорово, что человек служит людям!* Другая ветка, приводящая исходное высказывание к д-сценарию: *человек носит форму – человек служил в армии – человек воевал с врагами* – д-сценарий ВООДУШ (*Нам противостоит сильный враг!*) и – *ранее враги напали на человека* – д-сценарий ОПАСН (*Мы в опасности!*). Р-сценарии также подсказывают варианты событий: если *человек борется с врагами*, то *потом человек победил врагов* или *враги побили человека*. Даже если исходное высказывание не эмоциональное (суждение *человек носит форму* непосредственно не соотносится с д-сценариями), то р-сценарии позволяют построить путь к ближайшему д-сценарию, тогда исходное высказывание будет оценено как эмоциональное по возможной причине или следствию. Таким образом, робот может воспроизводить восхищение (*человек служит людям!*), воодушевление (*нам противостоит враг!*), опасение (*враги нас победят!*) или надежду (*мы победим врагов!*).

Мы предполагаем, что р-сценарии могут использоваться для отслеживания роботом событий окружающего мира или сюжетов романов, а также для отслеживания роботом собственных действий. Например, входящие вопросы робот интерпретирует как иллюкутивную силу ‘человек спросил у тебя Р’ (робот считает себя денотатом местоимения *ты*). Эта репрезентация соотносится со сценарием @спрашивать_5093_VERB_2 (если *человек чего-то не знает* или если *человек чем-то интересуется*, то *он спрашивает об этом*, а адресат отвечает, тогда *человек об этом узнает*, или *адресат не отвечает*, тогда *адресат выглядит глупо*). Таким образом, свой предполагаемый ответ робот может соотносить с последующими событиями сценария: радоваться, что он смог ответить, или опасаться, что он не ответит и будет выглядеть глупо.

Schank R.C. Conceptual Information Processing. North Holland, 1975.

Sloman A., Chrisley R. Virtual Machines and Consciousness // Journal of Consciousness Studies. 2003. № 10(4–5). P. 133-172.

Котов А.А. Механизмы речевого воздействия. М.: РГГУ, 2021.

Laird J.E., Newell A., Rosenbloom P.S. SOAR: An architecture for general intelligence // Artificial Intelligence. 1987. № 33(1). P. 1-64.

ВЛИЯНИЕ ПРИЗНАКА В ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ НА БЫСТРУЮ ЗРИТЕЛЬНУЮ КАТЕГОРИЗАЦИЮ МНОЖЕСТВА ОБЪЕКТОВ

Кох Д.А.
(kochdcs@gmail.com)

Научно-учебная лаборатория когнитивных исследований, НИУ ВШЭ (Москва, Россия)

Восприятие ансамбля – это способность извлекать сводную статистику из множества объектов, которые имеют общие признаки и свойства [Whitney D., Leib 2018]. Благодаря репрезентации ансамбля уменьшается перцептивная неопределенность [Cohen et al. 2016], а также преодолеваются ограничения зрительной рабочей памяти (зРП) и внимания [Luck, Vogel 2013].

В последнее время возрастает количество исследований, изучающих восприятие ансамбля не как отдельную перцептивную способность, а как взаимодействие различных когнитивных систем. К примеру, исследования взаимодействия зРП и репрезентации ансамбля [Utochkin, Brady 2020], а именно влияния среднего из ансамбля на отчет в задаче зРП. В другом исследовании Р. Виллиамс и коллеги показали, что поддержание признака в зрительной рабочей памяти, который присутствует в группе, сдвигает отчет о среднем угле наклона в сторону именно этой группы [Williams et al. 2021]. На основании исследований восприятия ансамблей была также предложена теоретическая база для быстрой зрительной категоризации [Utochkin 2015], где в ходе обработки множества объектов формируется распределение признака объектов с пиками и расстояниями между ними. Если пики распределения признаков, к примеру, оттенки цвета двух и более подгрупп достаточно далеко друг от друга, то наиболее вероятно, что будет происходить сегментация признаков/объектов, на основе чего они будут принадлежать различным категориальным группам. С другой стороны, если пики распределения признака близки друг к другу, то это будет приводить к тому, что признак/объекты будут принадлежать к одной категориальной группе, а значит и последующей группировке. Результаты экспериментальных исследований по проверке этой теории указывают на то, что не только расстояние между пиками распределения признаков определяет принадлежность к той или иной категориальной группе, но и глобально среднее между двумя группами, которое представляется категориальной границей [Im et al. 2021].

Таким образом, восприятие ансамбля служит эффективным инструментом для обобщения нескольких похожих объектов в группу, облегчая быструю визуальную категоризацию различных объектов, а также является сложным процессом, влияющим на другие когнитивные системы. Рассматривая восприятие ансамблей, как основание для быстрой зрительной категоризации, мы выдвинули гипотезу, что поддержание признака в зРП будет влиять на процесс быстрой зрительной категоризации множества объектов, сдвигая категориальную границу.

Для достижения мощности анализа в 0.80 в исследования ведется сбор данных 42 испытуемых. В эксперименте испытуемые выполняют задачу быстрой зрительной категоризации одновременно с задачей на зРП. В задаче на зРП нужно запоминать цвет квадрата, представленного в начале пробы, а задаче быстрой зрительной категоризации определить принадлежность тестового треугольника к треугольникам разного угла наклона в подгруппах ансамбля. Цвет в задаче зРП может либо совпадать с какой-то из подгрупп, либо не совпадать, что определяет нашу экспериментальную манипуляцию. Тестовый треугольник мог отклоняться на ± 34 , ± 15 , ± 7 или 0 градусов от среднего всей группы. Для проверки нашей гипотезы будет построена психометрическая функция и проведена ординальная логистическая регрессия по двум условиям предъявления подгрупп ансамбля.

В ходе предварительной обработки данных 21 испытуемых с помощью ординальной логистической регрессии ($\chi^2 = 1689.5$, McFadden $r^2 = 0.206$, $p < 0.001$) и построения психометрической функции (рис. 1) было обнаружено, что испытуемые на 18% ($z = 1.975$, $p < 0.05$) отвечают в сторону второй подгруппы, когда цвет в зРП совпадает с цветом из ансамбля в последовательном условии предъявления. В условии обратного предъявления ($\chi^2 = 1194.8$, McFadden $r^2 = 0.148$, $p < 0.001$) испытуемые с вероятностью в 11 % чаще нажимали в сторону второй подгруппы ($z = -2.208$, $p < 0.05$).

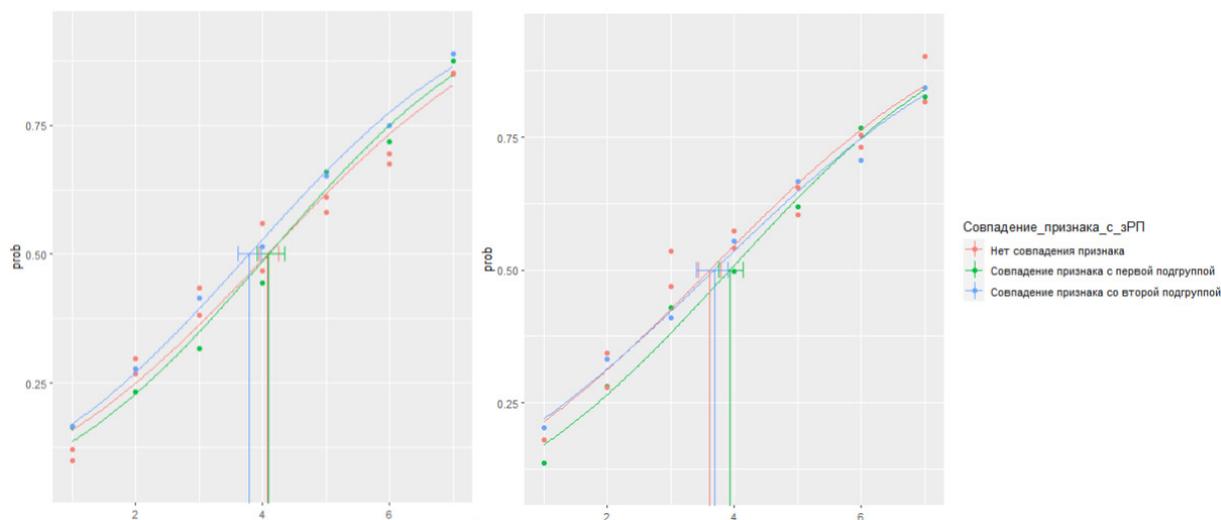


Рис. 1. Психометрическая функция ответа испытуемых в задаче быстрой зрительной категоризации

Левый рисунок показывает вероятность ответа испытуемых в сторону второй группы в условии поочередной последовательности подгрупп, а правый рисунок показывает вероятность ответа испытуемых в сторону первой подгруппы в условии обратного предъявления. На оси X – отклонение тестового стимула в градусах (1 – -34, 2 – -15, 3 – -7, 4 – 0, 5 – 7, 6 – 15, 7 – 34), на оси Y вероятность (prob) ответить в сторону «2» подгруппы и «1» подгруппы.

Также были обнаружены статистически значимые различия в скорости ответа в задаче быстрой зрительной категоризации во всех условиях предъявления подгрупп ($W = 14571619$, $p < 0.001$), а именно в условии совпадения признака в зРП и ансамбле отвечали дольше ($m = 1.14s$), чем при отсутствии совпадения ($m = 1.11s$). В целом мы предполагаем, что полученные результаты основываются на механизме, схожем с эффектом преувеличения, который характеризуется увеличением влияния определенной группы стимулов из-за их заметности [Kanaya et al. 2018].

Финансирование работы

Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Whitney D., Leib A.Y. Ensemble Perception // Annual Reviews. 2018.

Cohen M.A., Dennett D.C., Kanwisher N. What is the Bandwidth of Perceptual Experience? // Trends in Cognitive Sciences. 2016. № 20. P. 324-335.

Luck S.J., Vogel E.K. Visual working memory capacity: from psychophysics and neurobiology to individual differences // Trends in Cognitive Sciences. 2013. № 17. P. 391-400.

Utochkin I.S., Brady T.F. Individual representations in visual working memory inherit ensemble properties // Journal of experimental psychology. Human perception and performance. 2020. № 46. P. 458-473.

Williams R.S., Pratt J., Ferber S., Cant J. S. Tuning the ensemble: Incidental skewing of the perceptual average through memory-driven selection // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2021. № 47. P. 648-661.

Utochkin I.S. Ensemble summary statistics as a basis for rapid visual categorization // Journal of Vision. Association for Research in Vision and Ophthalmology Inc. 2015. P. 15.

Im H.Y., Tiurina N.A., Utochkin I.S. An explicit investigation of the roles that feature distributions play in rapid visual categorization // Attention, Perception, and Psychophysics. 2021. № 83. P. 1050-1069.

Kanaya S., Hayashi M.J., Whitney D. Exaggerated groups: Amplification in ensemble coding of temporal and spatial features // Biological Sciences. 2018. № 285.

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЦА НА НАБОРЕ ДАННЫХ РТВ-XL

Краснов А.А.
(akrsnv@yandex.ru)

Разин В.В.
(razinvyacheslav@yandex.ru)

*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

Диагностика по ЭКГ – крайне актуальная и важная задача. Глубокое обучение выступает инструментом классификации основных классов болезней сердца набора данных РТВ-XL. В работе исследуется использование глубокого обучения как инструмента для решения задачи определения патологических ЭКГ-сигналов с маркерами инфаркта миокарда, гипертрофии, нарушений проводимости и изменений морфологии сегмента ST. В качестве метрик оценки моделей классификации выступают макроусредненные AUC, FBeta, Precision, Recall и ABS (доля правильно определенных наборов классов). Использовались следующие библиотеки глубокого обучения: Keras и PyTorch, а также авторские разработки на языке Python для построения различных ансамблей.

В качестве входных данных используются все записи РТВ-XL с частотой дискретизации 100 и 500 Гц. Над ними производится операция нормализации средним. Нормализованные данные разбиваются на обучающую и тестовую выборки в соотношении 9:1 по наличию конкретных диагнозов (наборов классов).

В ходе работы была выявлена архитектура нейронной сети, которая дает лучшие показатели точности предсказаний. Данная архитектура является комбинацией слоев сверточной и рекуррентных сетей. Кроме того, точность предсказаний сконструированных ансамблей может повысить использование искусственных моделей, которые всегда возвращают один и тот же класс в качестве своего прогноза. Наибольшей предсказательной способностью обладает ансамбль, возвращающий моду прогнозов участников, в случае ее отсутствия случайный из них, состоящий нейронных сетей и искусственных моделей. Полученные результаты представляют интерес, так как некоторые значения метрик больше, чем представленные в новых и популярных работах других авторов, решающих эту задачу.

В будущем ожидается интеграция полученных результатов в различные медицинские диагностические системы, например, систему реального времени «Кардиомаяк», разработанную в Национальном исследовательском Нижегородском государственном университете имени Н.И. Лобачевского и активно интегрирующуюся в медицинскую среду. В следующем этапе будут рассмотрены другие, более сложные архитектуры нейронных сетей, использование новых неопробованных методов глубокого обучения, а также взятие других типов ансамблей. Также ожидаются рассмотрение других типов диагнозов и разработка объяснимого искусственного интеллекта для решения поставленных задач.

Финансирование работы

Результаты поддержаны Министерством науки и образования РФ, проект 0729-2021-013.

Разин В.В., Краснов А.А. Применение глубокого обучения в задачах диагностики заболевания по ЭКГ на наборе данных РТВ-XL // Математика и ИТ – вместе в цифровое будущее: сборник трудов II Молодежной школы, Нижний Новгород, 24-28 апреля 2023 года. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2023. С. 66-72.

Разин В.В., Краснов А.А. Применение машинного обучения в задачах диагностики заболевания по ЭКГ на наборе данных РТВ-XL // Математика и ИТ – вместе в цифровое будущее: сборник трудов II Молодежной школы, Нижний Новгород, 24-28 апреля 2023 года. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2023. С. 73-79.

Разин В.В., Краснов А.А., Золотых Н.Ю. Глубокое обучение в задачах диагностики заболевания по ЭКГ на наборе данных РТВ-XL // Математика и ИТ – вместе в цифровое будущее: сбор-

ник трудов Молодежной школы (Н. Новгород, 25-29 апреля 2022 г.). Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2022. С. 78-86.

Краснов А.А., Разин В.В., Золотых Н.Ю. Машинное обучение в задачах диагностики заболевания по ЭКГ на наборе данных PTB-XL // Математика и ИТ – вместе в цифровое будущее: сборник трудов Молодежной школы (Н. Новгород, 25–29 апреля 2022 г.). Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2022. С. 44-50.

Разин В.В., Краснов А.А. Использование искусственного интеллекта в задачах диагностики заболевания по ЭКГ на наборе данных PTB-XL // Путь в науку: прикладная математика, информатика и информационные технологии: тезисы докладов Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Ярославль, 2023. С. 93-96.

Razin V.V., Krasnov A.A., Karchkov D.A., Moskalenko V.A., Rodionov D.M., Zolotykh N.Yu., Smirnov L.A., Osipov G.V. Solving the Problem of Diagnosing a Disease by ECG on the PTB-XL Dataset Using Deep Learning // International Conference on Neuroinformatics. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 13-21.

ПОНИМАНИЕ ТЕКСТА ЧЕЛОВЕКОМ И НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ: АНАЛИЗ ВСТРЕЧНЫХ ТЕКСТОВ-РЕЗУЛЬТАТОВ ПОНИМАНИЯ ЧЕЛОВЕКОМ И ТЕКСТОВ-РЕЗУЛЬТАТОВ СЖАТИЯ ИСХОДНОГО ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

Кружилина Т.В.
(*t.kruzhilina@yandex.ru*)

Звягинцева В.В.
(*viktoria.zviagintseva@yandex.ru*)

Юго-Западный государственный университет (Курск, Россия)

Целью исследования является проведение сопоставительного анализа текстов, сгенерированных системой искусственного интеллекта в процессе обработки исходного текста на естественном языке, и встречных текстов, являющихся результатом понимания человеком исходного художественного текста.

На начальном этапе авторами был проведен психолингвистический эксперимент на понимание текста с целью получения экспериментального материала в виде встречных текстов, в ходе которого было получено 55 встречных текстов – результатов понимания человеком (студентами и преподавателями Юго-Западного государственного университета); далее с помощью ИИ системы было дополнительно сгенерировано 3 текста. Использовались 2 разных ресурса, предлагающих услуги по машинной обработке текста. Сгенерированные тексты представляли собой продукты разной степени сжатия. Ресурс 1 «выдал» тексты с уровнем сжатия 40 % и 80 %. Ресурс 2 обработал текст, сжав содержание на 40 %. Целью такой обработки было, во-первых, проследить, как и насколько отличаются тексты, сгенерированные разными ресурсами; во-вторых – как и насколько отличаются тексты с разным уровнем сжатия информации.

Для проведения эксперимента на сравнение встречных текстов была привлечена группа из 10 человек, 7 студентов 4 курса факультета дополнительного образования ЮЗГУ «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» и трое экспертов, преподавателей кафедры иностранных языков ЮЗГУ (кандидаты филологических наук, доценты). Из 55 встречных текстов было отобрано 7 (4 встречных текста студентов и 3 встречных текста преподавателей). Вместе со сжатыми произведениями нейронной сети количество экспериментальных текстов составило 10. Испытуемым было предложено ознакомиться с содержанием исходного текста, представляющего собой образец короткого художественного рассказа, перевод с английского языка рассказа «Appointment with Love» («Свидание с любовью») автора S.I. Kishor (Сумалит Иш-Кишор). Далее участникам эксперимента следовало оценить 10 текстов и ответить на 4 вопроса: насколько полно передано содержание текста (по шкале от 1 до 10); насколько точно передано содержание текста; понял ли автор встречного текста интригу автора исходного текста (которая из женщин есть Холлис Мейнелл); кто является автором экспериментального встречного текста – человек или нейронная сеть.

Для дополнительного анализа экспериментальных текстов авторы применили хорошо себя зарекомендовавший метод денотатного анализа текста, разработанный А.И. Новиковым. Суть метода заключается в качественном и количественном анализе установленных в процессе понимания денотатов и межденотатных связей, которые фиксируются либо с помощью графа, либо в таблице. Т.В. Кружилиной денотатный анализ применялся в работе. Этот метод может быть валиден при анализе текстов, сгенерированных ИИ системой. Очевидно, что с помощью семантического анализа ИИ прекрасно устанавливает в тексте денотаты и межденотатные связи. Но глубинный, или скрытый, смысл (в случае нашего исходного текста это частично скрытый смысл), может остаться «непонятым». ИИ система идентифицирует женщину, согласившуюся помочь, как молодую женщину. Но по замыслу автора рассказа Холлис и молодая женщина – это одно лицо, а женщина, согласившаяся помочь – это полноватая женщина за сорок с седеющими волосами. Этот факт не установлен ИИ системой, так как вывод о том, какая именно женщина является на самом деле главной героиней по имени Холлис Мейнелл, сложно сделать с помощью семантического анализа, используемого нейронными сетями.

Сопоставление встречных текстов, созданных в результате понимания текста человеком и в результате обработки текста на естественном языке нейронной сетью, позволяет сделать ряд выводов. Современные методы семантической обработки текста ИИ системой делают возмож-

ным получение на выходе полноценных текстовых произведений, созданных с учетом правил и норм естественного языка. Полнота смыслового содержания сгенерированного текста не зависит от структуры исходного текста. ИИ системы успешно воссоздают денотатную структуру текста и реконструируют синтаксическую. Доступ к большим базам данных позволяет обучать нейронную сеть на больших корпусах текстов, что отражается на повышении точности и вариативности используемых лексических единиц и конструкторов. Точность передачи смыслового содержания текста варьируется. Она зависит, во-первых, от степени сжатия текста – чем она выше, тем меньше может быть точность, т.к. нейронная сеть не в состоянии классифицировать денотатные связи на предмет значимости для основного смысла. Во-вторых, степень точности передачи смыслового содержания в немалой степени определяется успешностью / неуспешностью понимания глубинного скрытого смысла. Понимание скрытого смысла тесно связано с пониманием лингвистического и экстралингвистического контекста. Способность опознать модель ситуации, воссоздаваемую в исходном тексте, является залогом понимания скрытого смысла. ИИ система может довольно корректно и точно воссоздать поверхностную денотатную структуру текста, но скрытые детали, меняющие в корне все понимание текста, могут оказаться упущенными. На данном этапе развития ИИ системы не способны конструировать модель ситуации. Механизмы генерирования смысла текста ИИ системой путем механической семантической обработки, в корне отличающиеся от механизмов понимания текста человеком, четко определяют направление развития и сферу применения компьютерных систем обработки естественного языка на ближайшую перспективу.

Иш-Кушор С. Свидание с любовью. URL: http://sacralis.com/biblioteka/proza/2605-svidanie_s_lubovju.html?ysclid=ls0tcuh17u170031708 (дата обращения: 24.01.2024).

Кружилина Т.В. Понимание текста в онтогенезе. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2016. 152 с.

Новиков А.И. Семантика текста и ее формализация. М.: Наука, 1983. 215 с.

СТРАТЕГИИ ПРОЧТЕНИЯ ВАНДАЛЬНЫХ ТЕКСТОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЯЗЫКОВОЙ ИГРЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОКУЛОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Кружкова О.В.
(*galiat1@yandex.ru*)

Уральский государственный педагогический университет (Екатеринбург, Россия)

Введение. Вандальные изменения – достаточно частая ситуация в условиях городской среды. Вандальные преобразования могут быть в форме рисунков, замусорования или деформации объектов городской среды. Также достаточно часто встречаются разнообразные вандально нанесенные надписи, которые несут разную функциональную нагрузку – это и подписи их авторов (тэги и пр.), незаконная реклама, угрозы кому-либо, призывы, размышления, высказывание гражданской или личной позиции и т.п. В основном, подобные преобразования городской среды считаются и интерпретируются наблюдателями негативно. Для этого есть две причины: во-первых, наблюдателя преднамеренно «заставляют» видеть эти дополнения к городской среде, размышлять по их поводу или над их содержанием, даже если наблюдатель не настроен на этот процесс. Во-вторых, по результатам большого числа исследований [Crosby et al. 2019; Gargiulo et al. 2022 и др.], вандально поврежденное городское пространство воспринимается людьми, находящимися в нем, как небезопасное, поскольку вандальные повреждения свидетельствует об отсутствии должного социального контроля за средой, а сам вандализм часто априори связывается в сознании людей с криминальной активностью. Таким образом, вандальные преобразования пространства не являются «невидимками», глаза прохожего непреднамеренно останавливаются на них, в том числе прочитываются их тексты (если авторы заложили в них возможность прочтения неподготовленным читателем, т.е. тексты не содержат сложных шрифтовых решений).

Для привлечения и удержания внимания наблюдателя вандально нанесенные тексты могут использовать различные приемы: обращение к дискурсивному тексту, философствование, абсурдизация и пр. [Бабикина 2023]. Одним из наиболее интересных приемов является языковая игра. Вандальные тексты умышленно искажены, видоизменены на разных уровнях: графическом, морфологическом, синтаксическом, стилистическом, лексическом. Адресат воспринимает такой вандально нанесенный текст как шараду, интеллектуальную задачу, которую необходимо решить. В результате, этот способ не только привлекает внимание, но и удерживает его, становясь на некоторое время значимой фигурой, а не обычным привычным фоновым вандальным повреждением среды. Более того, «отгадав» и успешно решив заложенную интеллектуальную задачу, адресат испытывает чувство удовлетворения и победы, а повторно сталкиваясь с данным вандальным изображением, снова переживает позитивные эмоции, которые закрепляются, и сам текст, его смысловая составляющая уже начинают не только ассоциироваться, но и вызывать у адресата позитивные эмоции, что способствует их закреплению. При этом способ языковой игры может быть представлен в виде:

Целью нашего исследования стала оценка особенностей глазодвигательных стратегий наблюдателей при просмотре изображений с вандальными текстами, выполненными с использованием приема языковой игры.

Методы. В исследовании приняло участие 20 человек (10 юношей и 10 девушек) от 20 до 30 лет ($X_{cp} = 23,95$). Стимульный материал формировался на основе собранных в рамках процедуры фотофиксирования изображений вандальных актов в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Челябинске и других мегаполисах РФ. Изначально из массива в 2000 фотографий было отобрано 21 изображение вандальных текстов, из них 7 текстов были составлены с использованием языковой игры. Исследование проводилось с применением стационарного айтрекера Tobii Pro Spectrum с частотой дискретизации 150 Hz. Каждое изображение в стимульном материале демонстрировалось в течение 13 секунд.

Результаты. Проанализировав индивидуальные стратегии глазодвигательной активности участников исследования при рассматривании изображений с каждым примером вандальных текстов, составленных на основе языковой игры, нами были выделены три универсальные стратегии их восприятия.

1. Упрощенная стратегия – линейное прочтение текста, когда ознакомление с элементами креолизованного текста (содержащего как текстовую, так и дополняющую ее графическую ин-

формацию) проводится последовательно с длительными фиксациями на отдельных элементах, что косвенно может свидетельствовать о затруднениях в расшифровке языковой игры и заложенных в текст смыслов. В результате респонденты, демонстрирующие подобную стратегию, как правило, четко транслируют только очевидный смысл текстовой части изображения, без его трансформации в результате добавления графических элементов. Анализ глазодвигательной активности здесь позволяет утверждать характерность более длительных фиксаций, когда локализация внимания на отдельной области графического повреждения приводит к ограниченному режиму восприятия текста, когда при интерпретации нет учета всего объема информации. Таким образом, при применении данной стратегии успешность респондентов понять смысл вандального текста сводится к минимуму.

2. Погружающая стратегия (познающая) – при данной стратегии респонденты просматривали все элементы креолизованного текста, что позволяет утверждать то, что ими с большей вероятностью были восприняты и считаны заложенные в вандальные тексты с языковой игрой скрытые смыслы. Данная стратегия требует от респондента большего погружения в текст, аналитических усилий по разгадыванию языковой игры, что отражается в особенностях глазодвигательной активности (например, меньшей длительности фиксаций, по сравнению с первой стратегией), когда взгляд несколько раз перемещается от одного блока креолизованного текста к другому в попытке сложить все элементы между собой и решить когнитивную задачу по распознаванию «шарады». В результате у респондента случается инсайт, когда задача оказывается успешно решена, а такой опыт имеет высокую субъективную ценность: «сам процесс и результат дешифровки игрового кода доставляет реципиенту удовольствие, подкрепляет запоминание» [Адясова и др. 2017, с. 38]. Такой способ знакомства с текстом позволяет не только достаточно успешно расшифровать все заложенные в вандальных текстах с языковой игрой смыслы, но и сформировать собственные авторские трактовки, уникальные варианты решения задачи.

3. Стратегия средового любопытства – данная глазодвигательная стратегия предполагает просмотр не только блоков вандального текста, но и всего, что его окружает. В отношении частоты встречаемости – это достаточно редкая стратегия, проявляющаяся в том, что траектория движения глаз при просмотре изображения с вандально нанесенным текстом хаотично охватывает практически всю площадь изображения. С одной стороны – это эффективная стратегия, поскольку воспринятый смысл усложняется за счет другого контекста (хотя это также может приводить к дополнительным когнитивным ошибкам), с другой стороны – она поверхностная, так как происходит рассеивание и короткие фиксации взгляда на элементах креолизованного текста.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01487, <https://rscf.ru/project/23-28-01487>.

Адясова О.А., Гридина Т.А. Реклама как Текст воздействия: графический код языковой игры // Филологический класс. 2017. № 4(50). С. 37-43. DOI: 10.26710/fk17-04-05.

Бабинова М.Р. Элементы языковой игры в графических повреждениях городского пространства // Язык. Право. Общество: сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 16-19 мая 2023 года / Под общей редакцией О.В. Барабаш, редколлегия: О.В. Барабаш, Н.А. Павлова, С.С. Пащковская. Пенза: Пензенский государственный университет, 2023. С. 48-50.

Crosby F., Hermens F. Does it look safe? An eye tracking study into the visual aspects of fear of crime // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2019. № 72(3). P. 599-615. DOI: 10.1177/1747021818769203.

Gargiulo I. et al. Women's safety perception assessment in an urban stream corridor: Developing a safety map based on qualitative GIS // Landscape and Urban Planning. 2022. № 198(4). DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103779.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ 6–9 ЛЕТ ПРИ ВЫБОРЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМ НА СЛУХ ПРЕДЛОЖЕНИЯМ В АКТИВНОМ И ПАССИВНОМ ЗАЛОГЕ

Кручинина О.В.¹
(kruchinina_ol@mail.ru)

Лундина Д.В.¹,
(darya.lundina@gmail.com)

Просвирнина Т.А.^{1,2}
(prosvirnina2000111@gmail.com)

Гальперина Е.И.¹
(galperina-e@yandex.ru)

¹ *Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия)*

² *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(Санкт-Петербург, Россия)*

Овладение пассивным залогом является сложным, поздно формирующимся в онтогенезе языковым навыком. Пассивные конструкции появляются в речи русскоговорящих детей уже в 4-5 лет [Fox, Grodzinsky 1998; Stromswold 2006], однако ошибки на понимание встречаются у детей и в 7-8 лет [Ахутина и др. 2017]. Показано, что при понимании речи в раннем возрасте дети преимущественно опираются на семантику [Froud, van der Lely 2008], в то время как эффективное использование синтаксиса ограничено созреванием нейрофизиологических механизмов, продолжающимся до 9 лет [Schipke et al. 2012]. Оценка глазодвигательного поведения при выборе изображения, соответствующего предложению, позволяет описать процесс установления субъектно-объектных отношений, например, в ситуации, когда опора на семантику невозможна и требуется анализ синтаксических конструкций. Показано, что фокус внимания, оцениваемый по параметрам глазодвигательного поведения, перемещается между субъектом и объектом действия различно в зависимости от грамматического строя анализируемого предложения [Походай, Мячиков 2017]. Кроме того, больше фиксации вызывает субъект, чем объект действия, например, в грамматических конструкциях *subject relative clauses* и *object relative clauses* [Schipke et al. 2012]. Остается невыясненным, на какие ключевые элементы предложения дети обращают внимание при установлении субъектно-объектных отношений, и отличаются ли они от таковых у взрослых. Целью данного исследования является характеристика глазодвигательного поведения взрослых и детей 6–9 лет при выборе изображений, соответствующих предъявляемым на слух предложениям в активном и пассивном залоге.

Испытуемые: 10 взрослых (от 18 до 21 года, ср. возр. 18,8 лет, 8 женщин), 10 детей (от 6,1 до 9,8 лет, ср. возр. 8,1 лет, 3 девочки), носители русского языка, без неврологических нарушений, с нормальным или скорректированным зрением. Протокол исследования был адаптирован для айтрекер-исследования из оригинальной программы «Грамконструктор» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020616013, г. Санкт-Петербург, Россия). В состав теста входят трехсловные предложения четырех типов – в активном залоге с прямым порядком слов (АП, например, «Дед обнял внука»), активном залоге с обратным порядком слов (АО, «Внука обнял дед»), пассивном залоге с прямым порядком слов (ПП, «Внук обнял дедом») или пассивном залоге с обратным порядком слов (ПО, «Дедом обнят внук»). Каждому предложению соответствует одна из двух цветных сюжетных картинок, иллюстрирующих симметричные ситуации ($n = 24$). Типы предложений рандомизированы внутри каждой из 4 серий, всего в тесте 96 предложений. В процессе выполнения теста на соотнесение иллюстрации и предложения регистрировали глазодвигательную активность испытуемых (айтрекер GP3 Desktop 60 Hz, Канада). Одновременно с предъявлением на мониторе ноутбука пары сюжетных картинок испытуемому через наушники предъявляется предложение. Прослушав предложение, испытуемый должен выбрать соответствующее изображение, нажав одну из двух кнопок мышки. Анализ глазодвигательных реакций проводился в программном пакете Neurobureau, раздел Gazealyzer (Россия). В качестве областей интереса

(ОИ) для каждого слова в предложении выделяли изображение, соответствующее предложению и изображение, не соответствующее. Анализировались следующие характеристики глазодвигательной активности – количество фиксаций перед первой фиксацией на ОИ, время от начала стимула до первой фиксации, длительность всех фиксаций, длительность первой фиксации, количество возвратов взгляда в ОИ, средняя длительность фиксации, общее количество фиксаций, амплитуда саккад, количество саккад. Показатели усреднялись для каждой ОИ на каждом слове в каждом типе предложений отдельно. Усредняли данные только по правильным ответам испытуемых. Статистический анализ производился по методу многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим апостериорными сравнениями по Бонферрони. Внутригрупповые сравнения производили с использованием Т-критерия для парных выборок. Результаты считались значимыми при $p < 0.05$. Факторами выступали «Возраст» (дети, взрослые), «Тип предложения» (АП, АО, ПП, ПО), «Соответствие картинки предложению».

Отличий по количеству правильных ответов в задании на соотнесение предложений в активном и пассивном залоге с иллюстрациями у детей 6-9 лет (93 % правильных ответов) и взрослых выявлено не было (95 %). Мы предполагали, что особенности глазодвигательного поведения будут соотноситься с грамматическими маркерами залога или порядка слов в предложении. Выявлены возрастные различия, проявляющиеся в количестве и длительности фиксаций при выборе правильной стороны иллюстрации при прослушивании второго и третьего слова во всех типах предложений. Различия между детьми и взрослыми проявляются в анализе сложных синтаксических конструкций, особенно предложений с обратным порядком слов и пассивным залогом, это согласуется с данными [Stromswold 2006] о том, что анализ предложений в пассивном залоге у англоговорящих детей 5-6 лет начинается не раньше окончания звучания предложения, т.е. «в режиме off-line», и интерпретация пассивов у детей происходит с большей задержкой, чем у взрослых. Кроме того, уже при прослушивании второго слова в предложении время до первой фиксации взора на правильном изображении достоверно выше для предложений ПП по отношению ко всем остальным типам предложений как у детей, так и у взрослых, т.е. понимание пассивного залога требует большего времени и, возможно, дополнительного анализа, возможно, из-за меньшей частотности такой конструкции в русском языке.

Таким образом, при восприятии сложных синтаксических конструкций дети начальной школы и взрослые демонстрируют схожее глазодвигательное поведение, но у детей процесс анализа и принятия решения занимает больше времени и продолжается при прослушивании третьего слова в предложении. Также дети дольше взрослых фиксируют взгляд на неправильной иллюстрации, особенно при анализе сложных синтаксических конструкций

Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Возрастная динамика понимания логико-грамматических конструкций у младших школьников и ее мозговые механизмы // Специальное образование. 2017. № 3. С. 15-31.

Походай М.Ю., Мячиков А.В. Роль системы внимания в порождении предложений // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. 2017. № 7. С. 271-295.

Fox D., Grodzinsky Y. Children's Passive: A View from the By-Phrase // Linguistic Inquiry. 1998. № 29 (2). P. 311-332.

Froud K., van der Lely H.K. The count-mass distinction in typically developing and grammatically specifically language impaired children: new evidence on the role of syntax and semantics // J Commun Disord. 2008. № 41(3). P. 274-303.

Schipke C.S., Knoll L.J., Friederici A.D., Oberecker R. Preschool children's interpretation of object-initial sentences: neural correlates of their behavioral performance // Dev Sci. 2012. № 15(6). P. 762-774. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2012.01167.x

Stromswold K. Why children understand and misunderstand sentences: An eye tracking study of passive sentences // New Brunswick. NJ: Rutgers University Center for Cognitive Science Technical Report TR-85, 2006.

Vasilyeva M., Huttenlocher J., Waterfall H. Effects of language intervention on syntactic skill levels in preschoolers // Dev Psychol 2006. № 42 (1). P. 164-174.

NEUREXAN REDUCES STRESS-INDUCED HYPERACTIVATION IN THE BRAIN AND BODY – RESULTS FROM A PLACEBO-CONTROLLED, CROSSOVER TRIAL IN MILDLY TO MODERATELY STRESSED, HEALTHY INDIVIDUALS

Krylova M.A.¹ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*),
Herrmann L.², (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Mayer K.², (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Nanni-Zepeda M.^{1,2} (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Alizadeh S.^{1,2} (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Chand T.^{1,3} (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Izyurov I.V.¹ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Li M.¹ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Danyeli L.¹ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Jamalabadi H.^{2,4} (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Boden C.² (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Fan Y.² (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Kasties V.² (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
van der Meer J.⁵ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Vester J.C.⁶ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Engert V.⁷ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Seilheimer B.⁸ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Schultz M.⁸ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Naschold B.⁸ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Duller S.⁹ (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)
Walter M.^{1,2} (*marina.krylova@med.uni-jena.de*)

¹*Department of Psychiatry and Psychotherapy, Jena University Hospital (Jena, Germany)*

²*Department of Psychiatry and Psychotherapy, University of Tübingen (Tübingen, Germany)*

³*Department of Clinical Psychology, Friedrich Schiller University Jena (Jena, Germany)*

⁴*Department of Psychiatry and Psychotherapy, Philipps-Universität Marburg (Marburg, Germany)*

⁵*Department of Radiology and Nuclear Medicine, Amsterdam University Medical Center (Amsterdam, Netherlands)*

⁶*idv Data Analysis and Study Planning (Gauting, Germany)*

⁷*Institute of Psychosocial Medicine, Psychotherapy and Psychooncology, Jena University Hospital (Jena, Germany)*

⁸*Biologische Heilmittel Heel GmbH (Baden-Baden, Germany)*

⁹*Scientific Writer (Graz, Austria)*

Stress represents an acknowledged risk factor for health and affects all systems of the human body. Strategies for an early intervention in the build-up of the allostatic load with accumulating acute stress events or everyday stress include psychotherapy, behavioral therapy, stress reduction programs, but also drugs such as Neurexan. Neurexan is a natural medicinal product composed of herbal extracts of oat, coffee, passionflower, and a mineral salt at low concentrations. Stress-relieving effects of Neurexan were previously observed in patients suffering from insomnia and nervous restlessness as well as in several experimental studies [Doering et al., 2016; Hubner et al., 2009; Waldschütz and Klein, 2008]. In an experimental setup, we tested Neurexan for its acute effects on various stress related responses.

Neuronal correlates of Neurexan were evaluated in an exploratory clinical trial (NEURIM; NCT02602275). In this randomized, placebo-controlled, double-blind, two-period, two-treatment crossover trial with 1:1 randomization of the two treatment sequences, Neurexan-Placebo and Placebo-Neurexan, a total of 40 participants were included. Study participants were healthy males, aged 31 to 59 years, with mild to moderate chronic stress. Participants received a single dose of three tablets Neurexan or placebo on each of the two study days (Day 1 and Day 2) with a washout period of 7 to 35 days in between (Figure 1A). On each of the two study days, several EEG, fMRI and psychosocial tests were performed (Figure 1B). At baseline, a resting state measurement was conducted during a simultaneous

EEG/fMRI scan session. After administering a single dose (three tablets) of Neurexan or placebo, two computerized tests, the Attention Modulation by Saliency Task (AMST) and an auditory oddball task were performed, while EEG data were acquired. A second EEG/fMRI scan session was conducted, starting 40 to 60 minutes after dosing, including an initial resting state session followed by the Hariri emotional face-matching task [Hariri et al., 2002], an expectancy task, the ScanSTRESS paradigm (psychosocial stress induction) [Streit et al., 2014] as well as another resting state session.

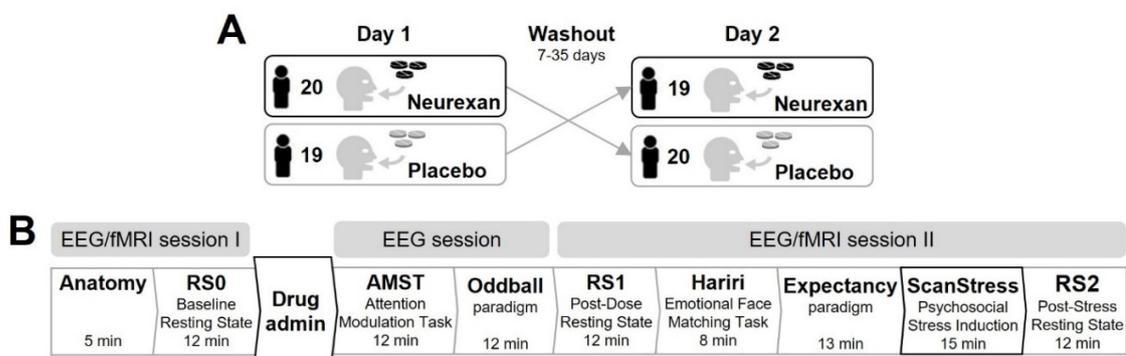


Figure 1: Study design of NEURIM trial. A: Number of participants in the two sequences, placebo first and Neurexan first. B: Study flow for each of the two study days. First, a structural MRI scan and a resting state measurement (RS0) were conducted during a simultaneous EEG/fMRI session. After administering a single dose (three tablets) of Neurexan or placebo, two computerized tests, the Attention Modulation by Saliency Task (AMST) and an auditory oddball task, were performed while EEG data were acquired. A second EEG/fMRI scan session was conducted, starting 40 to 60 minutes after dosing, including an initial resting state session (RS1) followed by the Hariri emotional face-matching task, an expectancy task, and the ScanSTRESS paradigm as well as another resting state session (RS2).

At a pre-stress state, before the experimental stress induction, we showed that Neurexan reduced the susceptibility to distraction in an attention modulation task, modulated task free resting state functional connectivity related to emotion regulation, and reduced the amygdala activation in response to negative emotional stimuli. During the experimental stress paradigm, we observed a reduced activation of the anterior cingulate cortex under Neurexan in response to psychosocial stress induction. And then later in the post stress resting state, Neurexan dampened the activation of neural stress network in high trait anxiety individuals, ameliorated changes of heart rate variability and broadband EEG power, and improved vigilance regulation.

The data add evidence to the hypothesis that Neurexan exerts its efficacy on various stress-related functions such as attention modulation, emotion regulation, neuronal stress network activation, and vigilance regulation. These data may help the clinician in the management of stress symptoms and daily hassles.

Acknowledgments

This study was funded by Heel GmbH, Baden-Baden, Germany, the manufacturer of Neurexan.

Doering B., Wegner A., Hadamitzky M., Engler H., Rief W., Schedlowski M. Effects of Neurexan® in an experimental acute stress setting - an explorative double-blind study in healthy volunteers. // Life sciences. 2016. 146. P. 139-147.

Hariri A.R., Tessitore A., Mattay V.S., Fera F., Weinberger D.R. The amygdala response to emotional stimuli: a comparison of faces and scenes // Neuroimage. 2002. 17. P. 317-323.

Hubner R., van Haselen R., Klein P. Effectiveness of the homeopathic preparation Neurexan® compared with that of commonly used valerian-based preparations for the treatment of nervousness/restlessness – an observational study // The Scientific World Journal. 2009. 9. P. 733-745.

Streit F., Haddad L., Paul T., Frank J., Schäfer A., Nikitopoulos J., Akdeniz C., Lederbogen F., Treutlein J., Witt S. A functional variant in the neuropeptide S receptor 1 gene moderates the influence of urban upbringing on stress processing in the amygdala // Stress. 2014. 17. P. 352-361.

Waldschütz R., Klein P. The homeopathic preparation Neurexan® vs. valerian for the treatment of insomnia: an observational study // The Scientific World Journal. 2008. 8. P. 411-420.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИГНАЛОВ В ЛИНЕЙНЫХ И ЦИКЛИЧЕСКИХ СЕТЯХ ИЗ ПОРОГОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кузнецов О.П.
(olpkuz@yandex.ru)

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук
(Москва, Россия)

Рассматриваются процессы распространения сигналов в цепях и кольцевых структурах из реактивных пороговых элементов. Состояние $y_i(t)$ элемента N_i определяется значением его потенциала $U_i(t)$, изменяющегося в интервале $U_{i0} \leq U_i(t) \leq U_{i\max}$, и порогом P_i , лежащим в том же интервале: $y_i(t) = 1$, если $U_i(t) \geq P_i$; $y_i(t) = 0$, если $U_i(t) < P_i$.

В активном состоянии ($y_i(t) = 1$) элемент N_i генерирует сигнал мощности d_i . Элемент имеет две эндогенные скорости изменения потенциала ($v_{i\text{en}}^0$ для пассивного и $v_{i\text{en}}^1$ для активного состояния), не зависящие от внешних воздействий. У реактивного элемента обе эндогенные скорости отрицательны, поэтому он активируется только при наличии достаточно сильных внешних воздействий; при их отсутствии его потенциал стремится к U_{i0} .

Цепь – это сеть из элементов N_1, \dots, N_n , в которой единственный выход N_i соединен с единственным входом N_{i+1} . Предполагается, что элементы сети однородны, т.е. значения основных параметров $U_0, U_{\max}, P, v_{\text{en}}^0, v_{\text{en}}^1, d$ у всех элементов одинаковы.

Функционирование цепи происходит следующим образом. В начальный момент потенциалы всех элементов цепи равны U_0 . Входное воздействие (внешний сигнал) подается на вход N_1 . Сигнал проходит через элемент, если через некоторое время после поступления сигнала элемент активируется и генерирует выходной сигнал. Сигнал приходит на элемент N_i , если активен N_{i-1} ; в результате потенциал N_i начинает изменяться со скоростью v_i , определяемой следующим образом:

$$v_i(t) = s_i(t) + v_{\text{en}}^0 = w dy_{i-1}(t) + v_{\text{en}}^0, \text{ если элемент пассивен (потенциал ниже порога), и}$$

$$v_i(t) = s_i(t) + v_{\text{en}}^1 = w dy_{i-1}(t) + v_{\text{en}}^1, \text{ если элемент активен, где } w dy_{i-1}(t) \text{ – экзогенная скорость,}$$

определяемая мощностью d сигнала и весом w входа N_i .

Знак скорости означает направление изменения (рост или падение) потенциала.

Входной сигнал называется *длинным*, если в течение его длительности элемент успевает достичь U_{\max} . В этом случае потенциал элемента проходит 5 фаз: 1) зарядки (роста потенциала от U_0 до P); 2) роста потенциала от P до U_{\max} ; 3) пребывания потенциала в точке U_{\max} ; 4) разрядки (уменьшения потенциала от U_{\max} до P после прекращения входного сигнала); 5) падения потенциала до U_0 . Обозначим длительности этих фаз через q_1, q_2, q_4, q_5 , заметив при этом, что величины q_1, q_2, q_4, q_5 зависят только от параметров элемента, а q_3 – от продолжительности входного сигнала.

Сигнал называется *коротким*, если элемент активизируется, но U_{\max} не достигает. при этом фаза 3 отсутствует, а фазы 2 и 4 становятся укороченными; их длительности q_2, q_4 могут быть различными для различных элементов.

Сигнал называется *недостаточным*, если элемент не успевает активизироваться; в этом случае остаются только укороченные фазы 1 и 5.

Очевидно, что для прохождения сигнала через элемент необходимо условие $s_i(t) > |v_{\text{en}}^0|$. Однако это условие недостаточно: при различных соотношениях длительностей фаз сигнал может сохранять свою длительность, укорачиваться и удлиняться.

Найдены условия прохождения сигнала через цепь из реактивных пороговых элементов. Они формулируются следующим образом.

Для длинного сигнала: 1) если $q_1 = q_4$, то при прохождении по цепи сигнал сохраняет свою длительность, т.е. длительность сигнала на выходе цепи равна длительности внешнего сигнала; 2) если $q_1 < q_4$, то при прохождении по цепи сигнал увеличивает свою длительность; 3) если $q_1 > q_4$, то при прохождении по цепи сигнал укорачивается и в достаточно длинной цепи затухает: на выходе цепи сигнала нет; зная параметры элементов и длительность входного сигнала, можно вычислить, в каком по счету элементе цепи произойдет затухание сигнала.

Для короткого сигнала существует точка равновесия \square^* : 1) равновесный сигнал (длительности $q_1 + \square^*$) проходит с сохранением длительности; 2) сигнал длиннее равновесного проходит с увеличением длительности; 3) сигнал короче равновесного укорачивается и в достаточно длинной цепи затухает.

Однородное кольцо из реактивных элементов N_1, \dots, N_n – это сеть, полученная из однородной

цепи присоединением выхода последнего элемента ко входу первого элемента. Тем самым кольцу всегда соответствует цепь. Для анализа процессов распространения сигнала в кольце воспользуемся описанными выше результатами для цепи. Кроме того, обозначим длительность входного сигнала через Q_0 и будем считать, что он начинается в момент $t = 0$. Тогда очевидно, что элемент N_i активируется (если его входной сигнал не является недостаточным) в момент iq_1 .

Поведение сигнала в кольце сводится к трем предельным случаям, которые определяются различными соотношениями длительности внешнего сигнала, параметров элементов и числа элементов в кольце.

1. Сигнал циркулирует в кольце с постоянной длительностью, превращая элементы кольца в систему двухфазных осцилляторов с периодом активности Q_0 . Это происходит, в частности, когда в соответствующей цепи сигнал сохраняет свою длительность, а сигнал от последнего элемента приходит на вход первого элемента в момент, когда его потенциал равен U_0 ,

2. В некоторый момент все элементы кольца одновременно становятся активными; в результате возникает самоподдерживающаяся активность, которая длится бесконечно. Это происходит, в частности, когда в соответствующей цепи сигнал сохраняет свою длительность, а сигнал от последнего элемента приходит на вход первого элемента в момент, когда он еще активен, т.е. его потенциал выше порога P . Очевидно, что такое возможно, когда число элементов в кольце достаточно мало. Тот же эффект происходит, когда в соответствующей цепи сигнал увеличивает свою длительность. В этом случае число элементов в кольце не имеет значения; оно влияет только на время установления общей активности.

3. Сигнал укорачивается и со временем затухает. Очевидно, что это происходит, когда сигнал укорачивается в соответствующей цепи.

Следует отметить, что случай 1 моделирует хорошо известное в нейробиологии явление реверберации [Eccles 1976]. Кроме того, описанные три случая соответствуют трем типам электрической активности нейронов: фазическому, или осцилляторному [см., например, Liu et al. 2021], тоническому (постоянному возбуждению) и реактивному (затухающему при снятии внешнего воздействия). Важно, что все три типа активности моделируются сетями из реактивных нейронов.

Eccles J.C. An instruction-selection theory of learning in the cerebellar cortex. Elsevier // North-Holland Biomedical Press. 1976. № 127. P. 327-352.

Liu C., Goel P., Kaeser P.S. Spatial and temporal scales of dopamine transmission // Nature Reviews Neuroscience. 2021. № 22 (6). P. 345-358.

МОДЕЛЬ МЕНТАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРОЦЕССАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Кулинич А.А.

(alexkul@rambler.ru)

Институт проблем управления Российской академии наук (Москва, Россия)

Качество принимаемых решений в значительной степени зависит от полноты и качества информации об объекте принятия решений. В случаях, когда исходная информация об объекте представлена в неструктурированном виде, например, в виде свободного текста, возрастает роль интуитивных решений лица, принимающего решения. Такие решения могут быть приняты на основе личной уверенности, что решение верно, или на прошлом опыте принятия решений в аналогичных ситуациях. И в первом и во втором случае решения принимаются без объяснений и доказательств. Такие интуитивные решения считаются «игрой в догадки», и в случае, если они верны, могут принести большие выгоды, в противном случае большие финансовые или репутационные потери. Считается, что интуитивные решения являются продуктом знаний, опыта человека, его способностей манипулировать наличной информацией с извлечением новых знаний из подсознания. Поиск решения, по мнению когнитивных лингвистов Ж. Фоконье и М. Тернер [Fausonnier, Turner 2002], осуществляется в психическом ментальном пространстве. Ментальное пространство – это среда концептуализации и категоризации мышления, возникающее в результате воздействия строителей ментального пространства: слов, предложений и т.д. Механизм мышления в ментальном пространстве представляется как смешивание (blending) ментальных пространств, порожденных разными строителями. Механизмы мышления исследовались когнитивными лингвистами в рамках, предложенных ими системных моделей языка. Это уровневая модель языка в теории «Смысл-Текст» [Мельчук, 1995]; модель языка в виде ассоциативно-вербальной сети [Караулов 1993]; полевая модель в виде множества связанных функционально-семантических полей [Бондарко 2005], модель порождающей грамматики [Хомский 1972] и др.

В настоящее время в системах автоматической обработки естественного языка находят применение векторные модели языка, получаемые путем обучения искусственной нейронной сети большим корпусом текста. Такие модели предсказывают вероятность совместного употребления слов в виде контекстного вектора, включающего слова предметной области и вероятности их совместного употребления. Векторные модели языка позволяют выделять лексические и семантические отношения в тексте, необходимые для поддержки принятия решений.

В этой работе предложена модель ментального пространства, состоящая из двух, связанных подсистем. Это семиотическая модель ментального пространства, позволяющая моделировать рассуждения лица, принимающего решения, и векторная модель языка, которая используется для интерпретации полученных решений.

Семиотическая модель описывает ситуацию принятия решений на ограниченном естественном языке. В модели заданы: имя моделируемой ситуации – d ; множество имен ее признаков $\{f_i\}$, $i=1, \dots, N$; для каждого признака f_i задано упорядоченное множество лингвистических значений, $Z_i = \{Z_i\}$, т.е. $Z_i = \{z_{i1}, \dots, z_{iq}\}$, $z_{iq} + 1 \succ z_{iq}$, $q=0 \dots n-1$.

Для моделирования рассуждений эксперта определены причинно-следственные отношения, заданные системой уравнений: $W: Z(t) \rightarrow Z(t+1)$, где $Z(t) \in \prod_i Z_i$.

Пространство состояний $SS = \prod_i Z_i$ системы интерпретируется как семантическое пространство, в котором эксперт определяет область $SS(d^0)$ базового понятия d^0 и рекурсивно вложенные области возможных состояний $SS(d^H) \subset SS$, имеющие имена d^H , $SS(d^H) \Leftrightarrow d^H$, где $SS(d^0) \subset SS(d^H)$, $H=1, \dots, 3^N$, N -число признаков понятия d^0 . Все области с именами d^H по вложению областей состояний $SS(d^H)$ образуют частично упорядоченное множество имен $\{d^H\}$ классов состояний $CF = (\{d^H\}, \leq)$, называемое концептуальным каркасом предметной области [Кулинич 2023]. В концептуальном каркасе все имена d^H , $\forall H$, определены на ограниченном естественном языке.

Для поддержки процесса поиска решений в семиотической модели решается обратная задача, в которой задается желаемое состояние в виде вектора значений признаков U_{goal} . Формальные решения обратной задачи находим, решая уравнение $U = W^T \circ U_{goal}$ где \circ процедура обратного вывода. Решения обратной задачи U представляются в виде частично упорядоченного множества

имен $\{dH^*\}$ классов решений на ограниченном естественном языке $CF^* = (\{dH^*\}, \leq)$, $CF^* \subset CF$ [Кулинич 2023].

Получаемые решения в виде имен классов решений отражают ограниченный язык автора этой модели. Для представления решения в альтернативных языковых формах решения интерпретируются с помощью векторных моделей языка, получаемых в результате обучения нейронных сетей текстовым корпусом.

Применялись предварительно обученные статическая (word2vec) и динамические (ruBERT, ruGPT) модели. Статическая векторная модель word2vec позволяет все слова корпуса текста представить в виде контекстных векторов, отражающих вероятности их совместного употребления. Множество всех контекстных векторов образуют векторное пространство, в котором определены операции с контекстными векторами. По сути, обученная статическая модель позволяет получить ассоциативно-вербальную сеть для решений обратной задачи $\{dH^*\}$. Для интерпретации в обученную модель (w2v) подставлялось имя класса решений $dkH^* \in \{dH^*\}$, выраженное на ограниченном естественном языке, т.е. $w2v:(d_k^{H^*}) \rightarrow R^*w$. В результате имя класса решений $d_k^{H^*}$, включающее имена параметров модели связывается ассоциативно-вербальной сетью со словами из словаря предметной области, включенными в контекстный вектор R_w^* .

Например, для имени класса решений обратной задачи «Недовольные бизнесмены» в ассоциативно вербальной сети были получены два новых класса решений: «Вредные бизнесмены» и «Недоверчивые бизнесмены» [Кулинич 2023].

Динамические модели языка используют нейросетевые архитектуры на основе трансформеров. Это многослойные сети глубокого обучения, в каждый слой которого встроены механизмы внимания, который вычисляет важность каждого слова в предложении. Считается, что обученная нейросеть выделяет синтаксическую структуру предложений. Словарь такой нейросети состоит из слов, которые подставляются в синтаксическую структуру, выделенную нейросетью, получая новое предложение.

Полученные в статической модели языка имена новых классов решений далее исследовались с помощью динамических моделей языка. Для экспериментов используются предобученные векторные модели (ruBERT, ruGPT). Рассмотрим пример решения векторной моделью языка `rugpt_medium_turbo_instructed` вопросно-ответной задачи. *Вопрос: Почему бизнесмены вредные?* Ответ векторной модели: *Бизнесмены, которые наносят вред своим клиентам и окружающей среде, могут быть опасными для общества. Они могут использовать мошеннические схемы в своей работе.*

Эта векторная модель дает ответ, опираясь на «знания», которые содержатся в динамической векторной модели языка, который позволяет понять смысл класса решений «Вредные бизнесмены» и стимулирует интуицию для принятия решений.

Бондарко А.В. Проблемы функциональной грамматики. Полевые структуры. СПб.: Наука, 2005. 478 с.

Караулов Ю.Н. Ассоциативная грамматика русского языка. М.: Рус. яз., 1993. 330 с.

Мельчук И.А. Русский язык в модели «Смысл – Текст». М.-Вена, 1995.

Хомский Н. Язык и мышление. М.: Изд-во Моск. гос. университета, 1972. 121 с.

Fauconnier G., Turner M. The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities. NY: Basic Books, 2002.

Kulinich A.A. Semiotic Model of Mental Space // Pattern Recognit. Image Anal. 2023. V. 33. P. 373-382. DOI: 10.1134/S1054661823030239.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ УСВОЕНИЯ ПСЕВДОСЛОВ И ПСЕВДООМОФОНОВ

Ларионова Е.В.

(larionova.ekaterin@gmail.com),

Гарак Ж.В.

(garakh@yandex.ru)

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии
Российской академии наук (Москва, Россия)*

Цель настоящего исследования – изучить процесс усвоения различных словоформ: псевдоомофонов и псевдослов. Псевдоомофоны в отличие от псевдослов фонологически идентичны существующим словам. Знакомое звучание псевдоомофонов может способствовать более легкому усвоению, так как это добавление нового значения к орфографической форме с уже известным звучанием. С другой стороны, может возникать так называемый конфликт знакомой фонологии (звучания) и новой орфографии (написания), поскольку орфографическая форма отличается [Briese-meister et al. 2009].

Методика. В эксперименте приняли участие 26 человек (15 женщин и 11 мужчин, средний возраст 26.92 ± 4.43 лет), средний уровень образования 16.67 ± 2.49 лет. Все испытуемые – правши без черепно-мозговых травм, носители русского языка.

Эксперимент включал в себя две части – изучение псевдослов или псевдоомофонов, которые проходили с разницей около 2 недель; порядок этих частей эксперимента был сбалансирован между участниками. Перед обучающей сессией участники пассивно читали на экране новые (псевдослова или псевдоомофоны) и используемые в качестве контроля знакомые словоформы, которые в дальнейшем были и в обучающей сессии. Стимулы предъявляли в псевдослучайном порядке на 600 мс, межстимульный интервал варьировал от 800 до 1200 мс. Каждая новая и известная словоформа предъявлялась 10 раз. Для образования псевдослов и псевдоомофонов были отобраны 40 существительных из 6 букв, вторая и предпоследняя буквы всегда были гласными, а остальные согласными; кроме того, все слова оканчивались на согласную, которая имела пару по звонкости или глухости (например, магнит, сугроб). Из 20 слов путем замены последней согласной буквы на непарную ей по глухости или звонкости (например, магнит → магнип, сугроб → сугрод) были образованы псевдослова; из других 20 слов путем замены последней согласной буквы на парную ей по глухости или звонкости (например, магнит → магнид, сугроб → сугроп) были образованы псевдоомофоны. Таким образом, псевдоомофоны и псевдослова имели сходную орфографическую форму с существующими словами и отличались лишь в последней букве.

Затем проводили обучающую сессию. Известные и новые словоформы предъявлялись вместе с высказываниями, содержащими их отличительные признаки. Всего было 10 предъявлений на каждую словоформу. Задача участника была читать высказывания и запоминать значение и форму новых слов.

После обучающей сессии испытуемые повторно выполняли задание на чтение, аналогичное заданию до обучающей сессии. Вызванные потенциалы (ВП) регистрировали до и после обучения. В конце проводили проверку усвоения значений новых слов с помощью 4 тестов: свободное воспроизведение (необходимо перечислить новые слова, которые изучались во время эксперимента); узнавание (необходимо ответить, было ли слово в обучающей серии или нет); свободное определение (необходимо дать максимально полное определение каждому слову); множественный выбор (новые слова предъявляются с тремя высказываниями, необходимо выбрать высказывание, которое соответствует значению слова).

ВП регистрировали от 64 каналов на усилителе BrainProducts (Brain Products, Германия) и анализировали с помощью BrainVision Analyzer (Brain Products, Германия), усреднение проводили отдельно для каждой категории стимулов.

Для статистического анализа поведенческих данных использовали критерий Вилкоксона. Для данных ВП до и после обучения использовали кластерный пермутационный тест, анализ проводили во временном окне от 0 до 900 мс по всем 64 электродам. Вычисления проводили в программе MATLAB R2020a, пакет FieldTrip, метод Monte Carlo с 500 перестановками. Значимыми считали различия, сохранявшиеся в течение минимум 5 последовательных точек (т.е. более 20 мс) по крайней мере для 2 соседних электродов, уровень альфа 0.05.

Результаты и обсуждение. В задании на свободное воспроизведение участники вспоминали больше псевдоомофонов, чем псевдослов (49,2 % vs. 38,3 %, $T = 50.5$, $p < 0.05$); на уровне тенденции узнавание псевдоомофонов было больше по сравнению с псевдословами (85 % vs. 80,3 %, $T = 84.5$, $p = 0.1$); в заданиях на свободное определение и множественный выбор количество правильных ответов для псевдослов и псевдоомофонов не различалось. Таким образом, тип слова (псевдослово или псевдоомофон) влиял на усвоение его формы (тесты свободное воспроизведение и узнавание), но не значения (тесты на свободное определение и множественный выбор): орфографическая форма лучше усваивалась для псевдоомофонов, чем для псевдослов.

При сравнении ВП на известные слова и псевдослова до обучения был обнаружен негативный кластер во временном окне 348-608 мс ($p < 0.01$), соответствующий волне N400, связанной с семантическим анализом. Увеличение амплитуды N400 на псевдослова по сравнению с известными словами связывают с затруднением лексико-семантического доступа для псевдослов, которые не имеют семантического значения, в отличие от хорошо известных слов [Kutas, Federmeier 2011]. При сравнении ВП на известные слова и псевдослова после обучения были выявлены позитивные кластеры во временных окнах 140-234 мс ($p < 0.05$), 256-352 мс ($p < 0.01$), 442-900 мс ($p < 0.01$). Такое усиление как ранних (≈ 100 -200 мс) [Partanen et al. 2018], так и поздних (поздний позитивный компонент или P600 [Bermúdez-Margaretto et al. 2018] кортикальных ответов на новые словоформы после обучения связывают с формированием новых следов памяти. Кроме того, волна N400 не различалась после обучения для слов и псевдослов, что отражает облегчение лексико-семантического доступа к псевдословам в результате обучения [Bermúdez-Margaretto et al. 2018].

При сравнении ВП на известные слов и псевдоомофоны до обучения значимые различия отсутствовали, что может означать большую схожесть псевдоомофонов со словами вследствие их одинакового звучания. Однако, после обучения был обнаружен позитивный кластер во временном окне 544-690 мс ($p < 0.05$), соответствующий позднему позитивному компоненту. Этот интервал был менее продолжительным, чем при сравнении псевдослов и слов после обучения, то есть различия менее выраженные.

Таким образом, поведенческие и электрофизиологические данные показывают облегченное усвоение формы псевдоомофонов по сравнению с псевдословами, вероятно, за счет их фонологической идентичности реальным словам. При этом усвоение значения, вероятно, не различается, то есть, более простое усвоение орфографической формы не приводит к более простому усвоению значения этого слова.

Bermúdez-Margaretto B., Beltrán D., Cuetos F., Domínguez A. Brain signatures of new (Pseudo-) words: visual repetition in associative and non-associative contexts // Frontiers in human neuroscience. 2018. № 12. P. 354.

Briesemeister B.B., Hofmann M.J., Tamm S., Kuchinke L., Braun M., Jacobs A.M. The pseudohomophone effect: evidence for an orthography–phonology–conflict // Neuroscience letters. 2009. № 455(2). P. 124-128.

Kutas M., Federmeier K.D. Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP) // Annual review of psychology. 2011. № 62. P. 621-647.

Partanen E.J., Leminen A., Cook C., Shtyrov Y. Formation of neocortical memory circuits for unattended written word forms: neuromagnetic evidence // Scientific reports. 2018. № 8(1). P. 15829.

НЕЙРОЭСТЕТИКА ПОВСЕДНЕВНОСТИ: ОПРЯТНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ КАК НОВЫЙ ПОДХОД К ОПЕРАЦИОНАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРА ЭСТЕТИЧНОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Леднева Т.С.¹
(tsledneva@hse.ru),

Штыров Ю.Ю.²
(yury@cfin.au.dk),

Мячиков А.В.³
(andriy.myachykov@northumbria.ac.uk)

¹ *Институт когнитивных нейронаук ВШЭ (Москва, Россия)*

² *Орхусский университет (Орхусс, Дания)*

³ *Нортумбрийский университет, (Ньюкасл, Великобритания)*

Нейроэстетика – междисциплинарная область науки, объединяющая нейронауки, психологию, философию, дизайн и искусство с целью исследования биологических основ эстетического опыта и изучения влияния эстетики на восприятие, поведение и познание [Brown et al. 2011]. В отличие от традиционного подхода, опирающегося на эстетику произведений искусства, все в большем числе современных работ в качестве эстетических стимулов используются повседневные предметы [Righi et al. 2014; 2017]. Эти исследования проливают свет на природу влияния эстетических характеристик предметов на многие когнитивные эффекты и их механизмы, такие как, например, планирование действий, распределение внимания и принятие решений в реалистичных контекстах. Однако точное манипулирование эстетическими свойствами повседневных предметов в экспериментальных условиях остается проблематичным. Традиционные методы управления такими свойствами, как стиль или форма объекта, могут приводить к изменениям других существенных параметров стимула, таких как типичность или знакомость [Righi et al. 2014; 2017; Souza et al. 2020], что затрудняет изоляцию эстетики от других факторов, влияющих на поведение человека. Наличие стандартизированного метода манипулирования эстетической переменной позволило бы исследователям не только лучше контролировать стимулы, но и сопоставлять результаты разных исследований.

Целью нашего исследования являлась разработка нового метода операционализации эстетики повседневных предметов, основанного на концепции опрятности. Опираясь на результаты исследований в области философии и эстетики повседневности [Leddy 1995; Naukkarinen 2017], а также экспериментальной психологии [Stich et al. 2007], мы выдвинули гипотезу о том, что опрятность поверхности объектов может являться ключевым параметром, влияющим на их эстетическое восприятие. Для оценки эффективности использования опрятности поверхности повседневных предметов нами было проведено масштабное исследование по нормированию стимульного материала. Мы создали набор из 126 стимулов с различным уровнем опрятности на основе изображений из Базы стандартизированных стимулов (BOSS) [Brodeur et al. 2014]. Изображения BOSS были выбраны в качестве основы для создания стимулов, поскольку они представляют собой репрезентативный набор повседневных предметов. Для каждого изображения были созданы три версии таким образом, что каждый объект был представлен (рис. 1) с тремя уровнями опрятности: 1) отрицательный (имеющий механические и гигиенические дефекты), 2) нейтральный (оригинальные изображения) и 3) положительный (демонстрирующий признаки чистоты или украшения). 53 участника (26 женщин) оценили визуальную привлекательность каждого стимула по 7-балльной шкале Ликерта. Кроме этого, стимулы были нормированы по измерениям знакомости, согласованности наименования и категории, визуальной сложности, манипулируемости и аффордиальности. Результаты исследования показали, что восприятие привлекательности предметов значительно различается в зависимости от уровня опрятности их поверхности. Отрицательная опрятность устойчиво коррелировала с низкими, нейтральная – с умеренными, а положительная – с высокими оценками привлекательности. Данные результаты подтверждают нашу гипотезу об эффективности использования опрятности с целью управления эстетичностью повседневных предметов без изменения других нормативных измерений, что является значительным преимуществом предложенного метода по сравнению с традиционными подходами. Важным результатом нашей работы

стало создание набора стимулов, изображающих повседневные предметы с различным уровнем опрятности и нормированных также по параметрам знакомости, согласованности наименования и категории, визуальной сложности, манипулируемости и аффордиальности. Данный набор стимулов дает возможность лучше контролировать параметр эстетичности и таким образом повысить валидность исследований. Предложенный нами метод операционализации параметра эстетичности на основе опрятности представляет собой перспективный подход к изучению роли эстетики в человеческом восприятии и поведении. Разработанный нами стимульный материал может быть использован в различных областях когнитивной науки, нейробиологии и т.п., что повысит валидность исследований и позволит сделать более широкие обобщения о роли эстетики в человеческом восприятии и поведении.



Рис. 1. Примеры объектов с негативной, нейтральной и позитивной опрятностью поверхности

Brodeur M.B., Guérard K., Bouras M. Bank of Standardized Stimuli (BOSS) phase ii: 930 new normative photos // *PLoS ONE*. 2014. № 9(9). DOI: 10.1371/journal.pone.0106953.

Brown S., Gao X., Tisdelle L., Eickhoff S.B., Liotti M. Naturalizing aesthetics: Brain areas for aesthetic appraisal across sensory modalities // *NeuroImage*. 2011. № 58(1). P. 250-258. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2011.06.012.

Leddy T. Everyday Surface Aesthetic Qualities: “Neat,” “Messy,” “Clean,” “Dirty” // *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*. 1995. № 53(3). P. 259. DOI: 10.2307/431351.

Naukkarinen O. Everyday Aesthetics and Everyday Behavior // *Contemporary Aesthetics (Journal Archive)*. 2017. № 15(1). https://digitalcommons.risd.edu/liberalarts_contempaesthetics/vol15/iss1/12.

Righi S., Gronchi G., Pierguidi G., Messina S., Viggiano M.P. Aesthetic shapes our perception of every-day objects: An ERP study // *New Ideas in Psychology*. 2017. № 47. P. 103-112. DOI: 10.1016/j.newideapsych.2017.03.007.

Righi S., Orlando V., Marzi T. Attractiveness and affordance shape tools neural coding: Insight from ERPs // *International Journal of Psychophysiology*. 2014. № 91(3). P. 240-253. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2014.01.003.

Souza C., Garrido M.V., Carmo J.C. A Systematic Review of Normative Studies Using Images of Common Objects // *Frontiers in Psychology*. 2020. № 11. P.573314. DOI: 10.3389/FPSYG.2020.573314/BIBTEX.

Stich C., Knäuper B., Eisermann J., Leder H. Aesthetic Properties of Everyday Objects // *Perceptual and Motor Skills*. 2007. № 104(3). P. 1139-1168. DOI: 10.2466/PMS.104.4.1139-1168.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА НА МЫШИНОЙ МОДЕЛИ С ГЕНЕТИЧЕСКИ ИНАКТИВИРОВАННОЙ СУБЪЕДИНИЦЕЙ NMDA-РЕЦЕПТОРОВ

Леонова Е.И.

(e.leonova@spbu.ru)

Ахмаров И.И.

(lrvk7411@yandex.ru)

Кириллов О.А.

(o-kirillov03@mail.ru)

Чиринская А.В.

(chirinskaitea@yandex.ru)

Сопова Ю.В.

(y.sopova@spbu.ru)

Центр трансгеноза и редактирования генома,
Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

Ионотропные рецепторы, селективно связывающие N-метил-D-аспартат (NMDA), представляют собой глутамат-управляемые ионные каналы, участвующие в регуляции множества процессов, протекающих в нервной системе на разных этапах ее развития. Нарушения в структуре и функционировании этих рецепторов приводят к нарушению когнитивных функций и нейродегенерации при различных заболеваниях головного мозга. Эти рецепторы функционируют в виде гетеротетрамеров, в состав которых могут входить субъединицы GluN1, GluN2 или GluN3. Функциональная роль субъединицы GluN3A долгое время оставалась неясной. Ген *GRIN3A*, кодирующий эту субъединицу, активно экспрессируется в период внутриутробного развития и у молодых организмов, с возрастом его экспрессия снижается. Для некоторых однонуклеотидных замен в этом гене у человека была показана ассоциация с развитием различных зависимостей, шизофренией и снижением когнитивных функций, при этом было показано, что NMDA рецепторы способны связываться с олигомерами бета-амилоида [Morkuniene et al. 2015].

У нокаутных по гену *grin3A* мышей были описаны нарушения социального поведения и снижение экспрессии генов окситоциновых рецепторов, что может приводить к депрессивным расстройствам [Lee et al. 2018]. Было показано, что инактивация NMDA рецепторов в печени приводит к повышению уровня глюкозы в крови, таким образом оказывая влияние на развитие диабета и ожирения [Lam et al. 2010]. В работах на возрастных мышах, нокаутных по гену *grin3A*, была показана эксайтотоксичность и множественные когнитивные нарушения, поэтому было высказано предположение, что дефицит субъединицы GluN3A может быть основным патогенным фактором sporadicческой болезни Альцгеймера (БА) [Zhong et al. 2022]. Напротив, у молодых мышей с нокаутом гена *grin3A* было показано улучшение функций распознавания, пространственного обучения и памяти по сравнению с мышами дикого типа, но при этом у них наблюдалось нарушение двигательной активности и повышенная чувствительность к боли [Conde-Dusman et al. 2021; Mohamad et al. 2013]. Интересно, что в одной из публикаций, посвященных этой модели, утверждается, что у мышей с нокаутом *grin3a* не наблюдается когнитивных нарушений и развития болезни Альцгеймера, как и не наблюдается улучшение памяти в молодом возрасте [Verhaeghe et al. 2013]. Мы предполагаем, что различие в результатах может быть связано со способами получения нокаутных линий, поскольку одна из моделей была создана с помощью интеграции генетической конструкции, содержащей неомицин-позитивную селекционную кассету (*Neo*), в ген *grin3a* путем гомологичной рекомбинации. Было показано, что экспрессия гена *Neo* может вызвать изменения в экспрессии других генов, расположенных рядом с *Neo*-кассетой, что может исказить полученные данные при изучении патогенеза и разработки терапии БА [Jin et al. 2021]. Вторая модель была получена с помощью скрещивания двух трансгенных линий, одна из которых содержала ген рекомбиназы Cre, экспрессирующийся в нейронах при индукции тамоксифеном, а другая – вставки двух *loxP* сайтов, фланкирующих ген *grin3a*.

Поскольку исходно встраивание гена рекомбиназы Cre в геном происходит в результате случайной интеграции, это может привести к нарушениям в работе ряда генов и дополнительно

повлиять на фенотип полученной линии [Goodwin et al. 2019].

Чтобы разобраться в полученных противоречивых результатах и оценить роль нокаута этого гена без дополнительных модификаций генома, мы решили создать новую линию мышей с помощью CRISPR/Cas технологии.

Для получения линии мышей, несущих делецию двух нуклеотидов в первом экзоне гена *grin3a*, мы провели микроинъекции в зиготу мышей рибонуклеотидного комплекса нуклеазы Cas9/направляющей РНК. Эта делеция приводит к сдвигу рамки считывания и возникновению стоп-кодона в 205 положении аминокислотной последовательности. Мы показали, что у полученных нокаутных мышей отсутствует белок GluN3A, оценка локомоторной активности в возрасте 6 месяцев показала ее снижение, в настоящее время мы проводим детальную характеристику фенотипа полученной линии и оценку уровня нейротрансмиттеров в различных отделах мозга.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ ID 95445540.

Morkuniene R., Cizas P., Jankeviciute S., Petrolis R., Arandarcikaite O., Krisciukaitis A., Borutaitė V. Small A β 1-42 oligomer-induced membrane depolarization of neuronal and microglial cells: role of N-methyl-D-aspartate receptors // *Journal of neuroscience research*. 2015. № 93(3). P. 475-486. DOI: 10.1002/jnr.23510.

Lee J.H., Zhang J.Y., Wei Z.Z., Yu S.P. (2018). Impaired social behaviors and minimized oxytocin signaling of the adult mice deficient in the N-methyl-d-aspartate receptor GluN3A subunit // *Experimental neurology*. № 305. P. 1-12. DOI:10.1016/j.expneurol.2018.02.015.

Lam C.K., Chari M., Su B.B., Cheung G.W., Kokorovic A., Yang C.S., Wang P.Y., Lai T.Y., Lam T.K. Activation of N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptors in the dorsal vagal complex lowers glucose production // *The Journal of biological chemistry*. 2010. № 285(29). P. 21913-21921. DOI: 10.1074/jbc.M109.087338.

Zhong W., Wu A., Berglund K., Gu X., Jiang M.Q., Talati J., Zhao J., Wei L., Yu S.P. Pathogenesis of sporadic Alzheimer's disease by deficiency of NMDA receptor subunit GluN3A // *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*. 2022). № 18(2). P. 222-239. DOI: 10.1002/alz.12398.

Conde-Dusman M.J., Dey P.N., Elía-Zudaire Ó., Rabaneda L. G., García-Lira C., Grand T., Briz V., Velasco E.R., Andero R., Niñerola S., Barco A., Paoletti P., Wesseling J.F., Gardoni F., Tavalin S.J., Perez-Otaño I. Control of protein synthesis and memory by GluN3A-NMDA receptors through inhibition of GIT1/mTORC1 assembly // *eLife*. 2021. № 10. P. e71575. DOI: 10.7554/eLife.71575.

Mohamad O., Song M., Wei L., Yu S.P. Regulatory roles of the NMDA receptor GluN3A subunit in locomotion, pain perception and cognitive functions in adult mice // *The Journal of physiology*. 2013. № 591(1). P. 149-168. DOI: 10.1113/jphysiol.2012.239251.

Verhaeghe R., Elía-Zudaire, O., Escamilla, S., Sáez-Valero, J., & Pérez-Otaño, I. No evidence for cognitive decline or neurodegeneration in strain-matched *Grin3a* knockout mice // *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*. 2023. № 19(9). P. 4264-4266. DOI: 10.1002/alz.13375.

Jin C., Kang H., Yoo T., Ryu J.R., Yoo Y.E., Ma R., Zhang Y., Kang H.R., Kim Y., Seong H., Bang G., Park S., Kwon S.K., Sun W., Kim H., Kim J.Y., Kim E., Han K. The Neomycin Resistance Cassette in the Targeted Allele of *Shank3B* Knock-Out Mice Has Potential Off-Target Effects to Produce an Unusual *Shank3* Isoform // *Frontiers in molecular neuroscience*. 2021. № 13. P. 614435. DOI: 10.3389/fnmol.2020.614435.

Goodwin L.O., Splinter E., Davis T.L., Urban R., He H., Braun R.E., Chesler E.J., Kumar V., van Min M., Ndikum J., Philip V.M., Reinholdt L.G., Svenson K., White J.K., Sasner M., Lutz C., Murray S.A. Large-scale discovery of mouse transgenic integration sites reveals frequent structural variation and insertional mutagenesis // *Genome research*. 2019. № 29(3). P. 494-505. DOI: 10.1101/gr.233866.117.

VAGUE REFERENCE IN NON-INTERACTIVE AND INTERACTIVE EXPOSITORY DISCOURSE: A MULTIMODAL ACCOUNT

Leonteva A.V.

(*lentevanja27@gmail.com*),

Kiose M.I.

(*maria_kiose@mail.ru*)

Agafonova O.V.

(*agafonova92@gmail.com*)

Petrov A.A.

(*petrov@linguanet.ru*)

Moscow State Linguistic University

Institute of Linguistics RAS (Moscow, Russia)

Problem statement. The current study is part of a research project examining the factors mediating vague reference construal in multimodal expository discourse. In the study, we address (non)interactivity as one of the factors which may determine the distribution of verbal and nonverbal modes, since during the interaction the participants perform a multiple construal task, developing both referent construal in exposition and common ground construal in argumentation. Following [Iriskhanova, Abramova, 2021; Iriskhanova et al., 2023], vague reference is viewed as a discourse strategy shaping expository discourse which explains or develops a topic and maintains a focus on the relations between various referents and events [Longacre, 1983; Berman, Nir-Sagiv, 2007]. It is expressed in placeholders and approximators [Podlesskaya, 2013] on the verbal level; these serve to explore the alignment patterns with functional gestures (deictic, representational, pragmatic, adaptors) and gaze (face-, hand-oriented). We presume that these patterns will be mediated by discourse interactivity; additionally, due to the presence of argumentation in interactive discourse, we will observe the growth of pragmatic gestures typical of argumentation [Leonteva, 2023]. Lastly, following [Brône et al., 2017; Amati & Brennan, 2018], we expect that in the interactive discourse these alignment patterns will be affected by three communicative moves: Request, Topic Development and Response [Korotaev, 2023].

Data and methods. To determine the effects of (non)interactivity onto multimodal behavior, we use the data received in two experiments. In the first experiment, the participants videorecorded with a frontal camera were prompted to comment on the difference between close synonyms, like *lie* and *deceit*, *duty* and *obligation*, *burden* and *load*, etc. In the second experiment, the participants videorecorded with three cameras (one frontal camera and two in-built eye-tracker cameras, Tobii Pro Glasses 2) were additionally prompted to reach the common ground. Speech, gesture and gaze in each recorded corpus (approx. 2.5 hours long) were further annotated in ELAN by 4 experts. The data were processed to determine the distribution and alignment patterns of a) vague reference markers in speech – placeholders and approximators, in two corpora, b) gestures – deictic, representational, pragmatic, adaptors, in two corpora, c) gaze patterns – face oriented, self-hand-oriented and other-hand-oriented, in the interactive discourse corpus, d) communication moves – Request, Topic Development and Response, in the interactive discourse corpus. Three hypotheses were tested: 1) interactive expository discourse due to its partly argumentative nature, will contain fewer vague reference markers in speech, 2) speech and gesture alignment patterns will display differences modulated by the discourse type, presumably expressed in the presence of pragmatic gestures which are known to prevail in argumentative discourse, 3) speech, gesture and gaze patterns will be mediated by the communicative moves in the interactive discourse.

Results and discussion. Hypothesis 1 was not confirmed; we did not observe significant differences in the use of vague reference markers in non-interactive and interactive discourse, which proves their overall attribution to the strategy [Podlesskaya, 2013]. Meanwhile, we determined the differences in the distribution of placeholders and approximators. The increase in the ratio of approximators in the interactive corpus (0.302 vs. 0.366) serves to identify their role in discourse. While placeholders help construe the vague referent itself, the approximators construe other discourse components which help the speaker advance his opinion.

Hypothesis 2 was confirmed and specified. The percent ratio of four functional gesture types, deictic, representational, pragmatic, adaptors, in non-interactive vs. interactive expository discourse was found to

be 7:14:28:48 in [Iriskhanova et al., 2023] vs. 7:10:61:22, which supports the idea of the redistribution of pragmatic gestures and adaptors. The prevalence of pragmatic gestures in interactive discourse may result from its higher argumentative potential [Leonteva, 2023] expressed both in Request and Response communicative moves (absent in non-interactive discourse) and possibly in Topic Development specificity. Additionally, the results demonstrate the differences in the alignment patterns of vague reference markers, placeholders and approximators, with the gesture types in two discourses. While in non-interactive discourse, pragmatic gestures tend to be more frequently synchronized with placeholders, in interactional discourse they manifest a stronger tendency to accompany approximators. Consequently, pragmatic gestures may “shape” different discourse strategies, the strategy of vague reference in expository discourse and the strategies (e.g., maintaining the common ground) in argumentative discourse as component of interactive expository discourse.

Hypothesis 3 was confirmed in terms of speech and gesture patterns, whereas face-oriented gaze was found in all communicative moves, which proves its overall importance for interaction [Brône et al., 2017]. However, we determined that self-hand-oriented gaze prevailed with adaptors (which proves the immersive nature of expository discourse), while other-hand-oriented gaze was frequent with both pragmatic gestures and adaptors. Supposedly, there is the necessity to observe the partner’s argumentative behavior expressed mainly in pragmatic gestures to develop the common ground. The results also show that while the placeholders prevail in Request move, the approximators more frequently appear in Response move, which proves the research relevance of communicative moves multimodal distinction [Korotaev, 2023] and necessitates further research in the use of vague reference markers and functional gestures as mediated by the communicative move type.

Final remarks. The study contrasted the use of vague reference in multimodal expository discourse mediated by its (non)interactive type. The distribution of vague reference markers in speech, placeholders and approximators, and functional gesture helped identify the differences in the multimodal discourse construal observed in the prevalence of approximators and pragmatic gestures in interactive discourse. The results imply that while in non-interactive discourse we tend to shape the referent with placeholders, in interactive discourse we mostly shape the construal path to advancing the opinion about the referent and use pragmatic gestures to attain it. Overall, the study allows to formulate important observations on how interactionality modulates discourse and how it accomplishes it multimodally.

Amati F., Brennan S.E. Eye gaze as a cue for recognizing intention and coordinating joint action. In: Brône G. & Oben B. (eds.), Eye-tracking in Interaction: Studies on the role of eye gaze in dialogue. 2018. P. 21-46. Amsterdam / Philadelphia.

Berman R.A., Nir-Sagiv B. Comparing narrative and expository text construction across adolescence: a developmental paradox // Discourse Processes. 2007. 43(2). P. 79-120.

Brône G., Oben B., Jehoul A., Vranjes J., Feyaerts K. Eye gaze and viewpoint in multimodal interaction management // Cognitive Linguistics. 2017. 28(3). P. 449-483.

Iriskhanova O.K., Abramova Yu.S. Vague reference in metalinguistic tasks as a multimodal phenomenon // Cognitive Studies of Language. 2021. 4 (47). P. 233-244.

Iriskhanova O.K., Kiose M.I., Leonteva A.V., Agafonova O.V. Vague reference in expository discourse: multimodal regularities of speech and gesture // Computational Linguistics and Intellectual Technologies. 2023. P. 172-180.

Korotaev N.A. Collaborative constructions in Russian conversations: a multichannel perspective // Computational Linguistics and Intellectual Technologies. 2023. P. 250-258.

Leonteva A.V. Strategies of prosecution and defense in court discourse in the aspect of multimodality: PhD Thesis. Moscow. 2023.

Longacre R.E. The grammar of discourse. New York. 1983.

Podlesskaya V.I. Vague names in Russian speech: a corpus study // Computational Linguistics and Intellectual Technologies. 2013. 12(19). P. 631-643.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ВЕРБАЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ ПАМЯТЬЮ И ПАРАМЕТРАМИ ДИСКУРСА У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С СИНДРОМОМ МЯГКОГО КОГНИТИВНОГО СНИЖЕНИЯ

Лобанова И.А.¹ (*lirina.0000@gmail.com*)

Савилов В.Б.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Сюняков Т.С.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Курмышев М.В.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Курмышева Е.Н.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Осипова Н.Г.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Карпенко О.А.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Андрющенко А.В.² (*lirina.0000@gmail.com*)

Малютина С.А.¹ (*lirina.0000@gmail.com*)

¹ *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)*

² *Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева (Москва, Россия)*

Синдром мягкого когнитивного снижения (МКС; англ. mild cognitive impairment, MCI) – это промежуточное состояние между нормальным (здоровым) старением и деменцией, затрагивающее многих пожилых людей. При синдроме МКС ухудшаются многие когнитивные функции, особенно память [Petersen 2003]. В частности, по данным некоторых исследований [Kokje et al. 2021], при синдроме МКС больше, чем при нормальном старении, снижаются показатели рабочей памяти. Синдром МКС затрагивает также и речевую функцию: например, затрудняются порождение дискурса и лексический доступ [Willers et al. 2008].

Целью нашего исследования было определить, связаны ли индивидуальные показатели рабочей памяти с характеристиками устного дискурса у пожилых людей с синдромом МКС. По данным [Kokje et al. 2021], вербальная рабочая память и понимание дискурса взаимосвязаны при МКС, как и при нормальном старении [Choi 2016], хотя не все работы подтверждают эту связь [Drummond et al. 2019]. Взаимосвязь между объемом вербальной рабочей памяти и порождением дискурса при синдроме МКС не изучалась в предыдущих исследованиях.

В своей работе мы учитывали как лексические (частотность слов), так и синтаксические (длина высказывания, количество союзов, количество придаточных предложений) характеристики дискурса. Выбор параметров был обусловлен предыдущими данными на тему дискурса при синдроме МКС. Согласно большинству исследований, при синдроме МКС уменьшается синтаксическая сложность и длина высказываний в составе дискурса [Kokje et al. 2021]. В нашей работе в качестве показателей синтаксической сложности были выбраны количество союзов и количество придаточных предложений. Лексическая частотность слов, используемых при порождении дискурса, безусловно, связана с долговременной памятью, но в настоящее время нет убедительных доказательств ее связи с рабочей памятью [Camos et al. 2018]. Мы решили проверить наличие этой взаимосвязи и выбрали частотность в качестве лексического параметра дискурса.

В исследовании приняли участие 86 пациентов Клиники памяти с синдромом МКС (средний возраст 72,1, (стандартное отклонение 7,2, диапазон 57-85 лет). Объем вербальной рабочей памяти участников был проверен с помощью теста Рея на слухоречевую память (англ. Rey Auditory Verbal Learning Test [Rey 1964]. Участники также проходили задание на порождение дискурса, в одном из трех вариантов: их просили описать самый запоминающийся в их жизни подарок, поездку либо праздник. Параметры дискурса были обработаны автоматически в CLAN (длина высказывания) и в Python (частотность слов по словарю Ляшевской и Шарова (2009), количество союзов и количество придаточных предложений). Для анализа данных мы построили общие линейные модели, чтобы проверить взаимосвязь между показателями вербальной рабочей памяти (показателем немедленного запоминания в тесте Рея, англ. RAVLT immediate, и показателем научения в тесте Рея, англ. RAVLT learning, Dawidowicz, 2021] и параметрами дискурса с учетом возраста, общего балла по Монреальской когнитивной шкале [Nasreddine 2004] и количества лет образования.

Частотность слов, использованных участниками при порождении дискурса, оказалась значимо связана с показателем научения в тесте Рея. Возможное объяснение состоит в том, что на частотность слов влияет долговременная память [Camos et al. 2018], а задача научения в тесте Рея использует эпизодический буфер, который является одновременно хранилищем и связующим

звеном между долговременной и рабочей памятью. Среди синтаксических параметров общее количество союзов было значимо связано с показателем немедленного запоминания в тесте Рея, но не с показателем научения в тесте Рея. Эта взаимосвязь может сохраняться при синдроме МКС благодаря сохранности системы артикуляционного повторения и фонологической петли [Hessen 2011]. Другие синтаксические параметры не оказались значимо взаимосвязаны с показателями по тесту Рея. Таким образом, поскольку частотность слов и общее количество союзов в дискурсе связаны с вербальной рабочей памятью, их снижение при синдроме МКС может возникать вторично в результате ухудшения памяти. Длина высказывания и количество придаточных предложений не были связаны с показателями вербальной рабочей памяти, поэтому их ухудшение при синдроме может отражать первичные изменения самой речевой функции, а не быть вторичным по отношению к ухудшению памяти.

Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? // Trends in cognitive sciences. 2000. № 4(11). P. 417-423.

Beltrami D., Calzà L., Gagliardi G., Ghidoni E., Marcello N., Favretti R.R., Tamburini F. Automatic identification of mild cognitive impairment through the analysis of Italian spontaneous speech productions // Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16), 2016. P. 2086-2093.

Camos V. et al. What is attentional refreshing in working memory? // Annals of the new York Academy of Sciences. 2018. T. 1424. № 1. P. 19-32.

Choi H. Working memory and verbal memory's relationship to discourse comprehension in patients with amnesic mild cognitive impairment and with Alzheimer's disease // Communication Sciences & Disorders. 2016. № 21(2). P. 324-332.

Dawidowicz L. et al. Can the RAVLT predict deterioration from MCI to dementia? Data from long term follow up // Experimental aging research. 2021. T. 47. № 4. P. 347-356.

Drummond C. et al. Narrative impairment, white matter damage and CSF biomarkers in the Alzheimer's disease spectrum // Aging (Albany NY). 2019. T. 11. № 20. P. 9188.

Hessen E. Rehearsal significantly improves immediate and delayed recall on the Rey Auditory Verbal Learning Test // Applied Neuropsychology. 2011. T. 18. № 4. P. 263-268.

Kokje E., Celik S., Wahl H.W., von Stutterheim C. Can discourse processing performance serve as an early marker of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment? A systematic review of text comprehension // European Journal of Ageing. 2021. № 19(1).

Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V., Charbonneau S., Whitehead V., Collin I., Cummings J.L., Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment // Journal of the American Geriatrics Society. 2005. № 53(4). P. 695-699.

Petersen R.C. (Ed.). Mild cognitive impairment: aging to Alzheimer's disease. Oxford University Press, 2003.

Rey A. L'examen clinique en psychologie [Clinical tests in psychology]. Paris: Presses Universitaires de France, 1964.

Willers I.F., Feldman M.L., Allegri R.F. Subclinical naming errors in mild cognitive impairment: A semantic deficit? // Dementia & Neuropsychologia. 2008. T. 2. C. 217-222.

РОЛЬ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ В РАСПРОСТРАНЕНИИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ В ЗАДАЧЕ НА ОТДАЛЕННЫЕ АССОЦИИ

Логинов Н.И.¹

(lognikita@yandex..ru),

Аммалайнен А.В.²

(ammartturi@gmail.com),

Спиридонов В.Ф.¹

(vfspiridonov@yandex.ru)

¹ *Российская академия народного хозяйства и государственной службы (Москва, Россия)*

² *University of Greifswald (Грайфсвальд, Германия)*

Решение задач на отдаленные ассоциации (CRA) включает как автоматическое распространение активации, так и преднамеренное порождение и проверку гипотез. Однако взаимодействие между этими двумя процессами недостаточно изучено. Наше исследование было направлено на изучение того, как процесс контролируемого порождения гипотез влияет на паттерны распространения активации. Мы предъявляли участникам модифицированные задачи CRA, за которым следовали несколько связанных или несвязанных слов с задачей слов. Одной группе участников было предложено решить задачи, в то время как другая группа просто читала предъявляемые слов. Участников попросили оценить семантическую близость этих слов к задаче CRA (эксперимент 1) или классифицировать слова как абстрактные или конкретные (эксперимент 2). Результаты показали, что когда участники пытались решить задачи, активация всех связанных с задачей слов была ниже по сравнению с тем, когда они не решали задачи. Положение неоднозначного слова также оказало влияние на оценки связанных с задачей слов. Эти результаты дают представление о том, как целенаправленные процессы при решении задач CRA формируют и изменяют паттерны распространения активации.

Задачи на поиск отдаленных ассоциаций (CRA) активно используются исследователями при изучении инсайта. Известно, что примерно в половине случаев решения задач на поиск отдаленных ассоциаций сопровождаются Ага! переживанием – субъективной метрикой инсайта [Bowden, Jung-Beeman 2003]. Любая задача CRA состоит из трех слов, не связанных на первый взгляд друг с другом. Решателю необходимо найти четвертое слово, которое бы составляло ассоциацию (устойчивое выражение) с каждым из трех слов задачи. Обычно слова задачи называются подсказками, а решение – целевым словом.

Эксперимент 1 был направлен на проверку идеи о том, что целенаправленные процессы, участвующие в решении задач, влияют на паттерны активации в семантических сетях на ранних стадиях этого процесса. Эта идея дополняет усовершенствованную модель решения CRA, предложенную Оллингером и фон Мюллером [Öllinger, von Müller 2017]. С точки зрения этой модели решение задач CRA не является полностью автоматическим процессом распространения активации, вызванной внешними стимулами (ключевыми словами). Это довольно сложный процесс, включающий различные механизмы, в том числе взаимодействие между активацией и торможением, а также автоматическими и контролируруемыми процессами. Мы предполагаем, что простой акт решения задачи должен изменить паттерн семантической активации. В эксперименте 1 мы попросили участников оценить семантическую близость представленных слов к ранее показанной задаче CRA. Мы рассматриваем это как возможный способ измерить уровень активации различных связанных и несвязанных концептов.

Эксперимент 2 преследовал ту же цель, что и эксперимент 1, но в нем использовалась другая задача. Вместо того, чтобы оценивать семантическую связность слов, участники классифицировали слова как конкретные или абстрактные. Подобный методический ход опирался на идею о том, что скорость категоризации отражает силу активации соответствующего концепта [Huff et al. 2021].

В качестве стимульного материала мы использовали модифицированные задачи на поиск отдаленных ассоциаций, в которых первое слово является омонимом. Для каждой задачи были подобраны дополнительное слово-подсказка и тестовые слова для задачи на оценку семантической связности (Эксперимент 1) или для задачи категоризации слов на абстрактные или конкретные

(Эксперимент 2): 1) релевантное (ассоциация к верному значению двузначного слова задачи); 2) дистрактор (ассоциация к ложному значению двузначного слова задачи); 3) нерелевантное (не относящееся к задаче слово); 4) ассоциация к подсказке (ассоциация к четвертому слову-подсказке, но не к решению).

В первом эксперименте участвовали 86 человек (из них 78 женщин) в возрасте от 17 до 27 лет ($M = 19,19$, $SD = 1,82$), во втором эксперименте – 81 человек (64 женщины) в возрасте от 17 до 54 лет ($M = 19,96$, $SD = 4,20$).

Для обработки полученных результатов использовалась линейная регрессия со смешанными эффектами с зависимой переменной оценки семантического сходства в Эксперименте 1 и временем реакции в задаче на категоризацию в Эксперименте 2.

Результаты показали, что когда участники пытались решить задачи, активация всех связанных с задачей слов была ниже по сравнению с тем, когда они не решали задачи. Дистракторы ($\beta = -0,36$, $SE = 0,1$, $t = -3.342$, $p < 0,001$) и релевантные слова ($\beta = -0,32$, $SE = 0,1$, $t = -2.973$, $p < 0,01$) в условиях решения задачи были связаны с более низкими оценками семантического сходства, нежели в условии чтения. Положение неоднозначного слова также оказало влияние на оценки связанных с задачей слов ($\beta = -0.33$, $SE = 0,15$, $t = -2.155$, $p < 0,05$).

Основные выводы по проведенным экспериментам:

1. Простых моделей распространения активации недостаточно для описания решения задач CRA.
2. Порядок слов влияет на паттерн активации при решении задач CRA.
3. Активный процесс по решению задачи уменьшает активацию как релевантных, так и вводящих в заблуждение слов по сравнению с простым чтением.

Bowden E.M., Jung-Beeman M. Normative data for 144 compound remote associate problems // Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. 2003. № 35. P. 634-639. DOI: 10.3758/BF03195543.

Öllinger M., von Müller A. Search and Coherence-Building in Intuition and Insight Problem Solving // Frontiers in Psychology. 2017. № 8. Article 827. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00827.

TOWARDS MATHEMATICAL PHENOMENOLOGY: FORMALISM OF SPACE-TIME CLOUDS AND POWER LAW OF VISUAL WORKING MEMORY

Lubashevsky I.¹
(ilubashevskii@hse.ru),

Lubashevskiy V.²
(vlubashe@tiu.ac.jp)

¹ National Research University “Higher School of Economics (Moscow, Russia)

² Tokyo International University (Tokyo, Japan)

The present work focuses on developing a mathematical formalism capable of uniting the first-person and third-person perspectives within a shared framework for describing human perception and cognition. This investigative trajectory aligns with the intellectual project commonly known as *naturalizing phenomenology* (e.g., Zahavi 2010, Gallagher 2012) and aimed at integrating phenomenological methodologies into cognitive sciences without naturalistic reductionism.

In constructing the desired formalism, we specifically draw upon:

- the concept of neural correlates of consciousness (Koch et al. 2004, for a review), which establishes connections between states of the brain and states of the human mind;
- the paradigm of predictive coding and active inference which implies the essential role of both bottom-up and top-down processing of sensory information (e.g., Clark 2013);
- the relationship between three types of mental processes: unconscious (subliminal), preconscious, and conscious (e.g., Dehaene 2014);
- the hierarchical system of information processing which encompasses modality-related neural networks and large-scale neural networks responsible for preconscious information processing—the primary focus of our work (e.g., Gilbert and Das 2021).

As underpinning premises, we posit that *preconscious representations* of observed objects are:

- determined, in their form, by the corresponding mental images of observed objects (as they are perceived from the first-person perspective) and characterized by properties inherited from physical reality. Figure 1 illustrates this relationship for the material point;

– governed by regularities rooted in the theoretical constructs of quantum physics. In particular, cloud functions $\Psi(\cdot, |t_e)$ (shown in Fig. 1) have to be entities of Hilbert space and the equations describing their dynamics can be written in a form local in time. It does not rule out the possibility of these governing equations allowing for effects not present in physical reality, such as strong spatial nonlocality. It is the latter feature that has enabled us to propose a formalism of cloud function dynamics akin to the Schrödinger equation in imaginary time united with the Lotka-Volterra models (Lubashevsky and Plavinska 2021):

$$\tau \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{\mathcal{H}} \Psi - \langle \Psi | \hat{\mathcal{H}} | \Psi \rangle \Psi \quad \text{with the condition} \quad \langle \Psi | \Psi \rangle = 1 \quad (1)$$

where $\hat{\mathcal{H}}(\mathbf{A})$ is a Hermitian operator depending on the degree (amount) \mathbf{A} of attention allocated to specific mental operations and $\tau \sim 0.5 - 2$ is the duration of specious present.

- amalgamated, encompassing temporal moments from the past (retained in the short-term memory), present, and future (formed through internal models) when preconscious information processing is completed and gives rise to the corresponding P-conscious states with the tripartite temporal structure (Fig. 1).

The modality-related neural networks are considered to generate high-level preattentive representations that serve as attractors for high-level representations rather than their seeds.

Based on the developed formalism, we propose a novel model for the *power law of working memory* (Smith et al. 2018, for a review). This law manifests in the dependence $p(m) \propto m^{-\beta}$ of the precision p with which stimulus information is held in the memory, contingent on the number m of items stored in the memory and the exposure duration t_e . The exponent β is influenced by task difficulty; it is $\beta \approx 0.5$ for less attentionally demanding tasks and $\beta \approx 0.75$ for more demanding ones. Besides, for the exposure

durations $t_e \sim 50 - 200$ ms, the dependence $p(t_e)$ is scaled as $p \propto \sqrt{t_e}$. The proposed model, based on the appropriate Hamiltonian $\widehat{\mathcal{H}}(A)$, has been studied numerically; the results are illustrated in Fig. 2.

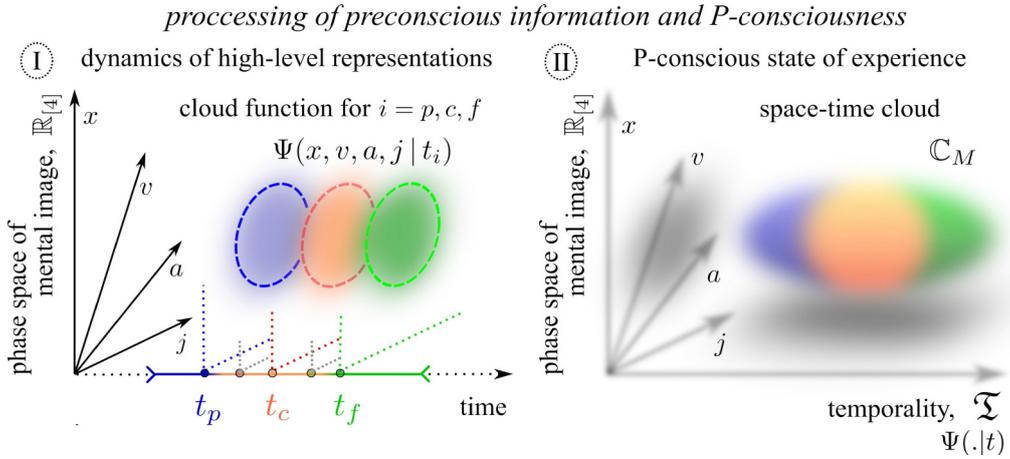


Fig. 1: Relationship between (i) dynamics of the preconscious high-level representation $\Psi(\cdot|t_e)$ (cloud function) and (ii) the P-conscious image \mathbb{C}_M (space-time cloud) of the material point. Temporal parts of the $\Psi(\cdot|t_e)$ -dynamics and \mathbb{C}_M are indicated using colors: blue for the past, orange for the present, and green for the future. The blurred regions illustrate uncertainty in embedding these entities into the space-time continuum. The axes in panel II are shown as blurred lines to emphasize the inability to attribute spatial points and point-like instants to mental images of observed objects. The boundedness of the shown time interval (panel I) denotes that preconscious information processing is a finite in time process.

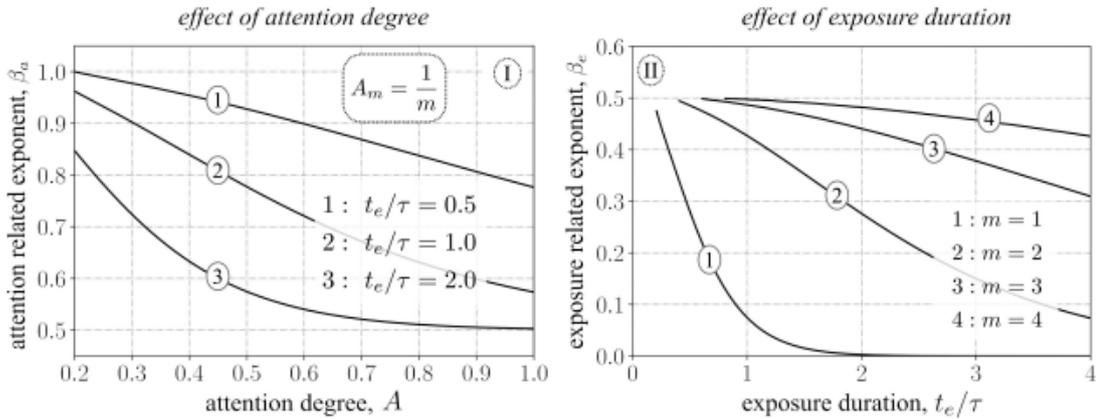


Fig. 2: The effective exponents $\beta_a = \ln(p)/\partial \ln(A)$ and $\beta_e = \ln(p)/\partial \ln(t_e)$ obtained by numerically solving Eq. (1) for the Hamiltonian $\widehat{\mathcal{H}}(A)$ describing perception of m similar simple objects within the time interval t_e . The attention, treated as neural resources allocated to processing a single object, is characterized by the degree $A_m \propto 1/m$. The perception precision p is related to the final localization of the cloud function $\Psi(\cdot|t_e)$.

In summary, the developed formalism exemplifies a novel approach to constructing a mathematical description of human perception and cognition. It operates with entities intrinsic to the domain of human subjective experience using notions and elements from the domain of physics without being confined to the laws governing physical systems. The plausible regularities are derived based on combining introspection with neurological data.

Clark, A. 2013. *Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science.* Behavioral and Brain Sciences 36(3), 181–204.

Dehaene, S. 2014. *Consciousness and the Brain: Deciphering How the Brain Codes Our Thoughts.* VIKING, Penguin Group, New York, NY.

Gallagher, S. 2012. *On the possibility of naturalizing phenomenology*. In: Zahavi, D. (Ed.), *The Oxford Handbook of Contemporary Phenomenology*. Oxford University Press, Oxford, 70–93.

Gilbert, C.D., Das, A. 2021. *The constructive nature of visual processing*. In: Kandel, E.R., Koester, J.D., Mack, S.H., Siegelbaum, S.A. (Eds.), *Principles of Neural Science*. 6th ed.. McGraw Hill, NY, 496–520.

Lubashevsky, I., Plavinska, N. 2021. *Physics of the Human Temporality: Complex Present*. Springer, Cham.

Koch, C., Massimini, M., Boly, M., Tononi, G. 2016. *Neural correlates of consciousness: progress and problems*. *Nature Reviews Neuroscience* 17(5), 307–321.

Smith, P.L., Corbett, E.A., Lilburn, S.D., Kyllingsbæk, S. 2018. *The power law of visual working memory characterizes attention engagement*. *Psychological Review* 125 (3), 435–451.

Zahavi, D. 2010. *Naturalized phenomenology*. In: Gallagher, S., Schmicking, D. (Eds.), *Handbook of Phenomenology and Cognitive Science*. Springer, Dordrecht, 3–19.

IN THE DIM LIGHT: RELATIONSHIP BETWEEN TOLERANCE OF AMBIGUITY, MALEVOLENT CREATIVITY, AND THE DARK TRIAD

Maksarova L.B.

(maksarovalb@my.msu.ru),

Kornilova T.V.

(tvkornilova@mail.ru)

Moscow State University named after M.V. Lomonosov (Moscow, Russia)

The current study aims to explore the link between the Dark Triad and Malevolent Creativity (MC), both of which exhibit dark manifestations of personality. In addition to the Dark Triad, the study focuses on finding the relationship between MC and tolerance of ambiguity. However, no correlation between self-reported MC and tolerance for ambiguity was found. Furthermore, the link between narcissism and Machiavellianism with MC was indirect, suggesting a more complex interaction between these constructs.

The benevolent form of creativity, which produces positive and useful outcomes, has been extensively studied in relation to personality traits. However, malevolent creativity, involves intentionally causing harm through the creative process and remains poorly understood. It is characterized by solving illegitimate problems in destructive ways that harm others [Meshkova et al., 2018].

The Dark Triad stands out among the various constructs studied in relation to Malevolent Creativity (MC). Comprising narcissism, Machiavellianism, and psychopathy, the Dark Triad is characterized by manipulative, callous, and duplicitous traits. Studies have found intercorrelations among these traits, with Machiavellianism and psychopathy often overlapping. Additionally, research has shown links between creativity and narcissism, as well as creativity and Machiavellianism [Lebuda et al., 2021].

In the present research, we investigated the relationship between MC, the Dark Triad, and tolerance of ambiguity. Hypothetically, MC is expected to have positive correlation with tolerance of ambiguity and negative correlations with intolerance of uncertainty as well as interpersonal intolerance. All Dark Triad traits must be related to MC.

Materials and methods

Measures. To assess the Dark Triad traits, we employed the Russian adaptation of the 12-item Dirty Dozen [Kornilova et al., 2015]. Malevolent Creativity was measured using the Russian version of Malevolent Creativity Behavior Scale (MCBS), comprising of 12 items distributed across four scales: “hurting people,” “lying,” “playing tricks,” and a total MC score [Meshkova]. Tolerance to ambiguity was measured using Tolerance-Intolerance of Ambiguity New Questionnaire [Kornilova, 2010] for Russian samples, structured according to A. Furnham’s model. It includes three scales: tolerance of ambiguity, intolerance of ambiguity, and interpersonal intolerance, with a total of 33 items.

Participants and Procedure. A total of 104 students ($M=20.5$, $SD=2.3$) participated in the study, including 25 men ($M=21.6$, $SD=4.2$) and 78 women ($M=20.1$, $SD=0.9$). Among them, 70 were from the faculty of psychology and 34 were from other faculties. The study was conducted online and accessible only via a direct link with individual validation, utilizing Google Forms.

Statistical Procedure. Spearman’s rank correlation coefficient (ρ) was used to test correlations in SPSS. When the relationship between DT and MC was not evident, mediation analysis was conducted using MPlus 8.

Results

All scales of the Malevolent Creativity Behavior Scale (MCBS) exhibited significant correlations with each other. Additionally, the “hurting people” scale positively correlated with Machiavellianism ($\rho=0.232$, $p=0.018$); “lying” was linked to narcissism ($\rho=0.207$, $p=0.035$) and interpersonal intolerance of ambiguity ($\rho=0.248$, $p=0.011$). However, the total MC score did not show any significant relationship with the other variables.

It was hypothesized that the relationship between the Dark Triad and Malevolent Creativity might be indirect: through “hurting people” for Machiavellianism and through “lying” for narcissism. The tested models were all deemed satisfactory ($\chi^2(3)=0.289$, $p=0.591$, CFI=1, TLI=1, SRMR=0.011, RMSEA=0 for the Machiavellianism model; $\chi^2(3)=0.900$, $p=0.343$, CFI=1, TLI=1, SRMR=0.024, RMSEA=0 for the narcissism model), with all B-coefficients found to be significant (Fig. 1, Fig. 2).

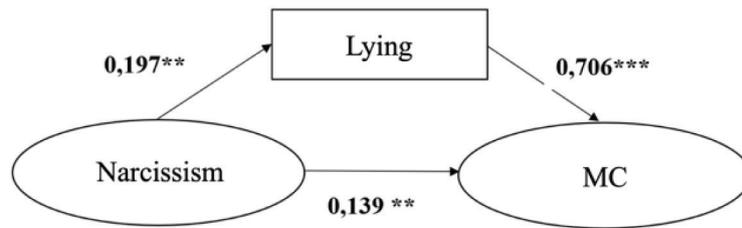


Fig. 1. Narcissism's effect on MC through the mediator behavior "lying"

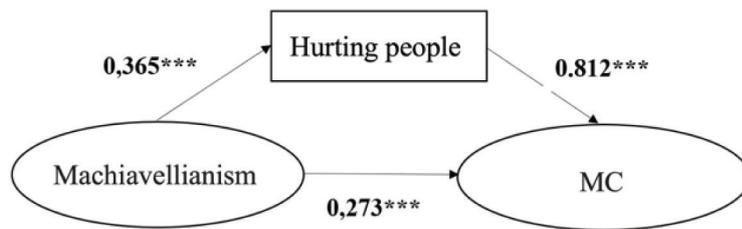


Fig. 2. Machiavellianism's effect on MC through the mediator behavior "hurting people"

Though indirect, narcissism and Machiavellianism influence the overall Malevolent Creativity (MC) score through specific domains of malevolent creativity. Machiavellianism emerges as a stronger predictor of MC compared to narcissism, possibly due to its positive side [Krasavtseva et al., 2019]. This indirect relationship prompts further discussion about the intersections between these constructs and the scales of MCBS and DD. The link between tolerance to ambiguity and MC remains unresolved, possibly due to limitations in self-reporting nature of the MCBS.

Conclusion

Machiavellianism and narcissism may predict malevolent creative behavior through specific tendencies like hurting people and lying. However, the underlying cause needs exploration as the self-reported Dark Triad and MC appear interconnected. We did not find significant correlation between self-reported MC and tolerance for ambiguity. Given that general creativity correlates with tolerance for ambiguity, further investigation into its link with MC is warranted.

Kornilova T.V. Novyj oprosnik tolerantnosti-intolerantnosti k neopredelennosti // Psihologicheskij zhurnal. 2010. 31(1). P. 74-86.

Kornilova T.V., Kornilov S.A., Chumakova M.A., Talmach M.S. Metodika diagnostiki lichnostnyh chert "Temnoj triady": aprobaciya oprosnika "Temnaya Dyuzhina" // Psihologicheskij zhurnal. 2015. 36(2). P. 99-112.

Krasavtseva Y.V., Kornilova T.V. Narcissism as a "Light" Trait in the Dark Triad // Counseling Psychology and Psychotherapy. 2019. 27(4). P. 65-80. DOI: 10.17759/cpp.2019270405. (In Russ., abstr. in Engl.)

Lebuda I., Figura B., Karwowski M. Creativity and the Dark Triad: a meta-analysis // Journal of Research in Personality. 2021. 92. P. 1-13.

Meshkova N.V., Enikolopov S.N., Mitina O.V., Meshkov I.A. Adaptaciya oprosnika «Povedencheskie osobennosti antisocial'noj kreativnosti» // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2018. 23(6). P. 25-40.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕДЖЕЙ РОБОТОМ-КОМПАЬОНОМ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И КОГНИТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА

Малкина М.П.¹

(*maria020602@mail.ru*),

Котоев А.А.^{1,2,3}

(*kotov@harpia.ru*),

Аринкин Н.А.^{1,2}

(*nikita.arinkin@gmail.com*),

Зинина А.А.^{1,2,3}

(*anna.zinina.22@gmail.com*)

¹ МГЛУ (Москва, Россия)

² Курчатовский институт (Москва, Россия)

³ РГГУ (Москва, Россия)

Роботы-компаньоны представляют собой перспективную технологию и служат базой для внедрения когнитивных архитектур и лингвистических моделей общения. Такие роботы должны демонстрировать естественное коммуникативное поведение в различных ситуациях, в том числе в коммуникативно неудобных для человека, когда робот не может выполнить инструкцию человека или указывает на ошибку. Лингвистическая теория вежливости [Brown, Levinson] описывает эти ситуации как угрозу социальному лицу участника коммуникации. Эта угроза может быть компенсирована стратегиями вежливости, снижающими категоричность высказывания и за счёт этого уменьшающими ущерб. Примером стратегий вежливости являются хеджи – слова и выражения *типа того* или *наверное*, а также жесты, отражающие сомнение и неуверенность, например, закрывающие жесты и почёсывания собственного тела. В нашем исследовании мы оценили восприятие мультимодальных хеджей в поведении робота-компаньона в двух симметричных ситуациях, где робот: (а) угрожал социальному лицу слушающего, когда исправлял его ошибку, и (б) терял собственное социальное лицо, когда не вполне точно отвечал на поставленный вопрос [Malkina et. al.]. На основе полученных результатов мы разработали систему поддержки ориентированных жестов для робота и предложили архитектуру, которая добавляет в поведение робота компенсационные жесты (хеджи). В экспериментах использовался робот Ф-2. Для разработки мультимодальных хеджей для робота мы проанализировали паттерны речевого, жестового и мимического выражения хеджей из материалов реальной эмоциональной коммуникации корпуса REC [Kotov, Vudyanskaya]. На основе примеров корпуса были разработаны протоколы поведения робота на языке BML, где хеджи были встроены в общий пакет BML с другими жестами и высказываниями.

В первом эксперименте ($n = 38$, средний возраст 19 лет) два робота поочередно помогали учащемуся запоминать слова иностранного языка. На стадии повторения слов роботы указывали на ошибки человека. При этом первый робот применял хеджи в речи и жестах, например, говорил *He совсем правильно*, закусывал губу до или после исправления ошибки и потирал руки (как при смущении). Второй робот прямо объявлял об ошибке, говоря *Неправильно!*, и использовал жесты, поддерживающие отрицание. Во втором эксперименте ($n = 21$, средний возраст 20 лет) моделировалась ситуация университетского экзамена, где два робота поочередно отвечали испытуемым на экзаменационные вопросы и допускали незначительные ошибки. Первый робот при ответе использовал хеджи: он сопровождал ответ словами *наверное, кажется, по-моему, вроде бы* и невербальными хеджами. Второй робот в речи и жестах использовал стратегию апелляции, например, указывал махом руки на испытуемого и говорил: *Вот так!* Применение хеджей в обеих ситуациях сделало общение с роботом более комфортным для испытуемых (Mann-Whitney U Test, $p < 0,05$). Но робот, использующий хеджи, воспринимался как вежливый только в эксперименте, где он угрожал социальному лицу испытуемого (исправлял его ошибку), а не когда он сам терял социальное лицо из-за неспособности ответить на вопрос. При этом в обоих случаях робот с хеджами казался симпатичным и вызывал сочувствие (Mann-Whitney U Test, $p < 0,05$). Таким образом, хедж является многозначным коммуникативным знаком: он позволяет говорящему выражать эмоции (смущение или неуверенность), провоцировать эмоции адресата (симпатию и сочувствие), а также демонстрировать вежливость и даже высокую компетентность [Malkina et. al.].

В отличие от эксперимента, где хеджи были встроены в пакеты BML вместе с основными высказываниями и жестами, в реальной коммуникации хедж должен добавляться к поведению робота, если робот оценивает своё высказывание как угрозу лицу человека (например, указание на ошибку человека) или как угрозу своему лицу (например, признание ошибки). В корпусе REC жесты компенсации (закрывающие жесты, хеджи) часто наблюдаются при любых движениях рук говорящего к адресату [Зинина и др.]. Это означает, что не только указание на ошибку, но даже невербальное обращение к адресату (прямой взгляд на адресата, жест рукой в сторону адресата) может вызывать механизм компенсации в невербальном поведении говорящего. Мы разработали архитектуру этого механизма для робота-компаньона Ф-2. Действия робота контролируются механизмом сценариев. Робот может смотреть на адресата, обращать руки в сторону адресата, произносить высказывания. Эти действия могут активизировать сценарий хеджа, который может выражаться двумя руками (жестом скрещённых руки), только правой или только левой рукой. В следующем примере обращение (апелляция) к человеку выражается роботом с помощью (а) головы и глаз, а также (б) жеста правой рукой. Апелляция активизирует производный сценарий хеджа, который выражается с помощью свободной левой руки – робот чешет себя за бок (Рис. 1). Аналогичным образом хедж может порождаться другими иллокутивными силами высказывания, например – указанием на ошибку адресата.



```

<behavior>
  <scenario id="address">
    <bml> <!-- взгляд на человека -->
      <head lexeme="handpoint_rel" target="1"/>
    </bml>
    <bml> <!-- указание на объект, правая рука -->
      <hand_r lexeme="handpoint_rotate_rel" target="1"/>
    </bml>
  </scenario>
  <scenario id="hedge"> <!-- производный хедж -->
    <bml>
      <hand_l lexeme="avtoman3"/>
    </bml>
  </scenario>
</behavior>

```

Рис. 1. Робот демонстрирует апелляцию – направляет глаза и руку на собеседника, а также производный хедж – чешет бок свободной левой рукой. Справа приведён BML

Такая архитектура воспроизводит на работе наблюдаемую комбинацию хеджей с жестами, направленными на адресата, что реализует естественный механизм порождения хеджей и должно сделать робота более привлекательным для пользователя.

Зинина А.А., Котов А.А., Аринкин Н.А. Ориентированные коммуникативные действия: от корпусного исследования к моделированию на роботе-компаньоне // «Слово и жест» («Гришинские чтения»). Москва, 8 февраля 2024 г. Материалы конференции. М.: ИРЯ РАН, 2024. С. 16-20.

Brown P., Levinson S.C. Politeness. Cambridge: Cambridge university press. 1987.

Kotov A., Budyanskaya E. The Russian Emotional Corpus: Communication in Natural Emotional Situations. In: Computer linguistics and intellectual technologies. 2012. 11(18). P. 296-306.

Malkina M., Zinina A., Arinkin N., Kotov A. 2023. Multimodal Hedges for Companion Robots: A Politeness Strategy or an Emotional Expression? // Computational Linguistics and Intellectual Technologies. Issue 22. Moscow: RSUH. P. 319-326.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНОЙ И ПРОСТРАНСТВОМ В МОТОРНОЙ ЗАДАЧЕ НА СВОБОДНОЕ ПОРОЖДЕНИЕ ЧИСЕЛ

Малышевская А.С.^{1,2}

(malyshevskaya.com@gmail.com),

Энет С.³

(enetsophie@outlook.fr)

Мячиков А.В.^{1,4}

(andriy.myachykov@northumbria.ac.uk)

¹ Высшая школа экономики (Москва, Россия)

² Потсдамский университет (Бранденбург, Германия)

³ Университет Нанта (Нант, Франция)

⁴ Нортумбрийский университет (Ньюкасл-на-Тайне, Великобритания)

Теории, опирающиеся на воплощенный подход, подчеркивают ключевую роль сенсомоторного опыта в усвоении абстрактных концептов и последующий доступ к ним. Например, обработка чисел малой величины (от 1 до 4) сопровождается смещением зрительного внимания в левую часть пространства, в то время как обработка чисел большей величины (от 6 до 9) – в правую часть пространства [Loetscher, Brugger]. Кроме этого, обработка числовой семантики может быть связана и с восприятием физических размеров предъявляемых стимулов [Huang and etc.]. Подобные сенсомоторные эффекты наблюдаются в широком диапазоне экспериментальных задач, включая вербальное порождение случайных чисел [Dehaene, Bossini, Giraux]. Однако неисследованным является вопрос о возможности регистрации сенсомоторных эффектов в задаче на свободное порождение, требующей *моторной* активности – например, при письме. Обнаружение подобных кроссмодальных эффектов в многосоставном моторном акте явилось бы доказательством устойчивости и полимодальности сенсомоторной активации при обработке числовых концептов.

В данном онлайн-исследовании приняло участие 70 человек (45 женского пола, возраст 25±5 лет). Для прохождения позволялось использовать только устройства с тачпадом (телефоны или планшеты). Участники вписывали пальцем любое случайное число от 1 до 30 в пустой квадрат разного размера (большой / маленький), появляющийся в разных частях экрана (левая часть экрана / центр / правая часть экрана).

Для анализа данных использовался метод смешанных линейных моделей. Проведенный анализ показал, во-первых, что участники порождали числа большей величины в квадраты большего размера (эффект размера). Во-вторых, обнаруженный эффект усиливался, если квадрат предъявлялся в правой части экрана (взаимодействие между эффектами размера и локации). Однако при подобном типе анализа существует вероятность естественной взаимосвязи между величиной числа и пространством в квадрате: например, двузначное число физически легче вписать в большой, чем в маленький квадрат. Чтобы исключить эту вероятность, мы провели дополнительный анализ с использованием только двузначных чисел (от 10 до 30). Аналогично первому типу анализа мы обнаружили взаимодействие между эффектами размера и локации: участники порождали числа большей величины, если квадрат большего размера предъявлялся в правой части пространства.

В данном исследовании было продемонстрировано взаимодействие между пространством и физической величиной, выражающееся в величине порождаемых участниками чисел. Более того, полученные данные подтверждают возможность регистрации сенсомоторных эффектов в моторной задаче на свободное порождение. Таким образом, наши результаты согласуются с теориями воплощенного познания и подтверждают ключевую роль сенсомоторного опыта в обработке числовой семантики, а также открывают исследователям новые горизонты в использовании нестандартных поведенческих методов.

Dehaene S., Bossini S., & Giraux P. *The mental representation of parity and number magnitude. Journal of Experimental Psychology: General.* 1993. 122(3). P. 371-396.

Huang H.W., Nascimben M., Wang Y.Y., Fong D.Y., Tzeng O. J.L., & Huang C.M. *Which digit is larger? Brain responses to number and size interactions in a numerical Stroop task. Psychophysiology.* 2021. 58(3). e13744.

Loetscher T., & Brugger P. *Random number generation in neglect patients reveals enhanced response stereotypy, but no neglect in number space. Neuropsychologia.* 2009. 47(1). P. 276-279.

BEHAVIORAL MEASUREMENT OF INTERHEMISPHERIC INTERACTIONS DURING MULTIPLE EPISODES OF FALLING ASLEEP

Manaenkov A.E.^{1,2}
(allomulder@gmail.com),

Chernorizov A.M.¹
(amchern53@mail.ru),

Dorokhov V.B.²
(vbdorokhov@mail.ru)

¹*Department of Psychology, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)*

²*Laboratory of Sleep/Wake Neurobiology, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)*

Studies of hemispheric asymmetry in humans during sleep and falling asleep give contradictory results – there is evidence of the dominance of both the right and left hemispheres when falling asleep [Casagrande, 2010; Tamaki, 2016]. Such a discrepancy in the results may be due to both the high heterogeneity of asymmetry patterns and the difficulty of ensuring homogeneous experimental conditions in neurophysiological testing. To assess this heterogeneity we used a bimanual monotonous psychomotor test, previously proposed in the works of Dorokhov V.B. [Dorokhov et al., 2019], which allows us to observe multiple episodes of falling asleep and spontaneous awakening during 1 hour of the trial. We used a version of this test adapted as the Android mobile application, which made it possible to conduct research in familiar home conditions.

73 medical students (58 female and 15 male, mean age=19.5 years, sd=1.5) participated in the study. Each participant installed a mobile application on their smartphone and received two Bluetooth buttons. There were 3-7 trials per participant. Each trial lasted 60 minutes during which the participant had to keep their eyes closed and to silently count from 1 to 10 with a frequency of approximately 1 time per second, simultaneously tapping the button 10 times with his right and left hand alternately. For each subject, it was determined which hand made the last tap before the onset of each sleep episode (“fell asleep last”). The criterion of “sleep” was the absence of taps for more than 10 seconds. These sequences of sleep episodes were converted to binary (0 for left hand, 1 for right hand) and 6 complexity indicators were estimated: Shannon entropy, ordinary and conditional permutation entropy, raw and normalized Lempel-Ziv complexity, Petrosyan fractal dimension.

Based on these indicators, all trials were subjected to hierarchical clustering which yielded 4 distinct clusters. We additionally compared the obtained clusters according to the psychomotor test indicators reflecting the sleepiness of the test subject (total tap number, total number of sleep episodes, total sleep duration, mean inter-tap interval). Differences between clusters were estimated using a mixed-effects general linear model. All the resulting p-values were adjusted for multiple comparisons using the Holm correction.

Our results indicate against the existence of a “global” hemispheric asymmetry when falling asleep; the cluster with the most pronounced indicators of drowsiness according to the psychomotor test (cluster 3, “sleepy”) also has the highest values of Shannon entropy, close to 1 – which indicates the absence of pronounced dominance of one hemisphere over the other. Moreover, the cluster with the lowest values of Shannon entropy indicating the dominance of one of the two hemispheres (cluster 4, “predictable”) is the smallest group in the sample, and also shows signs of low levels of drowsiness and shallow sleep when sleep episodes occur.

However, our results are consistent with the existence of a “local” asymmetry – episodes of unihemispheric dominance for a certain period of time after which lateralization pattern is reversed. Interestingly, a participant cluster with the most pronounced drowsiness (“sleepy”) may show signs of a critical slowing down [Scheffer et al., 2009], expressed in a lower frequency of changing hands when falling asleep and a higher instability of episodes of dominance compared to the awake “alternating” cluster. The exact neural mechanisms of these observed patterns are yet to be determined; however, dynamics of functional connectivity in the range of alpha rhythm could be a probable explanation for the emergence of various subgroups and patterns of interhemispheric interactions during the transition to sleep [Miyazaki et al., 2020].

Casagrande M. *Laterality and sleep // The two halves of the brain: information processing in the cerebral hemispheres.* Cambridge, MA, US: Boston Review. 2010. P. 313-345.

Tamaki M., Bang J.W., Watanabe T., Sasaki Y. *Night watch in one brain hemisphere during sleep associated with the first-night effect in humans // Current biology: CB.* 2016. Vol. 26. No. 9. P. 1190-1194.

Dorokhov V.B., Malakhov D.G., Orlov V.A., Ushakov V.L. *Experimental model of study of consciousness at the awakening: FMRI, EEG and behavioral methods // Biologically Inspired Cognitive Architectures 2018: Advances in Intelligent Systems and Computing / Samsonovich A.V. (ed.). Cham: Springer International Publishing.* 2019. P. 82-87.

Scheffer M., Bascompte J., Brock W.A., Brovkin V., Carpenter S.R., Dakos V., Held H., van Nes E.H., Rietkerk M., Sugihara G. *Early-warning signals for critical transitions // Nature.* 2009. Vol. 461. No. 7260. P. 53-59.

Miyazaki T., Kanda T., Tsujino N., Ishii R., Nakatsuka D., Kizuka M., Kasagi Y., Hino H., Yanagisawa M. *Dynamics of cortical local connectivity during sleep-wake states and the homeostatic process // Cerebral Cortex.* 2020. Vol. 30. No. 7. P. 3977-3990.

КОГНИТИВНЫЕ И АФФЕКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У МЫШЕЙ ТРАНСГЕННЫХ ЛИНИЙ SCA2-58Q И SCA3-84Q

Маринина К.С.¹

(ks.marinina@bk.ru),

Безпрозванный И.Б.^{1,2}

(mnlabspb@gmail.com),

Егорова П.А.¹

(biopolya@gmail.com)

¹ Лаборатория молекулярной нейродегенерации Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)

² Юго-западный медицинский центр университета Техаса (Даллас, США)

Спиноцереbellарные атаксии (СЦА, SCA) – аутосомно-доминантные наследуемые прогрессирующие нейродегенеративные заболевания. СЦА2 и СЦА3 также входят в группу полиглутаминовых заболеваний. Образование удлиненного глутаминового хвоста в структуре белков атаксин-2 и 3, соответственно, провоцирует нарушение функций этих белков и приводит к нарушению работы клеток Пуркинье коры мозжечка, их последующей гибели и дисфункции всего отдела [Huang and Verbeek]. СЦА, как правило, характеризуются возникновением моторных нарушений, однако все больше исследований подтверждает наличие когнитивных и аффективных расстройств у пациентов с повреждениями мозжечка различной природы, включая последствия СЦА, которые были подмечены доктором Джереми Шмахманом еще в 1998 году и названы мозжечковым когнитивно-аффективным синдромом или синдромом Шмахмана [Schmahmann and Sherman].

Работа с трансгенными животными, экспрессирующими человеческий патогенный белок, является популярным и удобным методом проведения доклинических исследований редких заболеваний таких как СЦА. Разнообразие поведенческих тестов позволяет достоверно определить характер когнитивных и аффективных нарушений у мышей, аналогичных симптомам пациентов, но без фактора осознания человеком своего неизлечимого статуса и его личностных особенностей [Lo et al.]. Так, согласно нашим исследованиям, мыши трансгенной линии SCA2-58Q по результатам батареи поведенческих тестов проявляют дефицит здоровой тревожности, снижение пространственной памяти и ориентирования и депрессивное поведение [Marinina et al.]. Любопытно, что разные типы рискованного поведения и бестревожность демонстрируют люди с изолированными повреждениями мозжечка, а деменция и депрессия являются спутниками заболевания СЦА2 на поздних этапах [Schmahmann]. Трансгенные мыши линии SCA3-84Q, моделирующие СЦА3, по результатам наших исследований, демонстрируют ярко выраженное тревожное поведение, сниженную мотивацию, нарушения памяти распознавания и депрессивное поведение [Marinina et al.]. У пациентов со СЦА3 значительно чаще, чем у пациентов со СЦА2 и СЦА1, фиксируют повышенную тревожность, для заболевания также характерны нарушения рабочей памяти и депрессия [Braga-Neto et al.]. По результатам нашей работы можно заключить, что мышинные модели СЦА2-3 действительно демонстрируют ряд когнитивных и аффективных нарушений, аналогичных симптомам у пациентов, что в дальнейшем может быть использовано для доклинических исследований и создания комбинированной терапии СЦА.

В современной клинической практике в качестве помощи пациентам со СЦА предлагаются программы симптоматического лечения последствий заболевания и обучения людей жизни с их прогрессирующими моторными нарушениями. Более полная характеристика возникающих при СЦА симптомов и создание комплексной медикаментозной терапии позволит подобрать более пациенто-ориентированную стратегию лечения и улучшить качества жизни людей со СЦА.

Финансирование работы

Работа поддержана грантом РНФ № 22-75-10030.

Huang M., Verbeek D.S. Why do so many genetic insults lead to Purkinje Cell degeneration and spinocerebellar ataxia. Neuroscience Letters. 2019. 688. P. 49-57.

Schmahmann J.D., Sherman J.C. *The cerebellar cognitive affective syndrome*. *Brain*. 1998. 121. P. 561-579.

Lo R.Y. et al. *Depression and clinical progression in spinocerebellar ataxias* HHS public access. *Parkinsonism Relat Disord*. 2016. 22. P. 87-92.

Marinina K.S., Bezprozvanny I.B., Egorova P.A. *Cognitive decline and mood alterations in the mouse model of spinocerebellar ataxia type 2*. *Cerebellum*. 2023.

Schmahmann J.D. *The cerebellum and cognition*. *Neuroscience Letters* 688. P. 62-75.

Marinina K.S., Bezprozvanny I.B., Egorova P.A. 2024. *Memory decline, anxiety and depression in the mouse model of spinocerebellar ataxia type 3*. *Human Molecular Genetics* 4. 2019. P. 299-317.

Braga-Neto et al. *Cerebellar cognitive affective syndrome in Machado Joseph disease: core clinical features*. *Cerebellum*. 2012. 11. P. 549-556.

МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РП В ЗАДАЧАХ НА УДЕРЖАНИЕ ВЕРБАЛЬНЫХ И ЗРИТЕЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ 10-12 ЛЕТ. АНАЛИЗ ССП НА ИМПЕРАТИВНЫЙ СИГНАЛ

Мачинская Р.И.^{1,2}
(*reginamachinskaya@gmail.com*)

Корнеев А.А.^{1,3}
(*korneeff@gmail.com*)

Курганский А.В.^{1,2,4}
(*akurg@yandex.ru*)

Ломакин Д.И.¹
(*lomakindima4@gmail.com*)

¹ *Институт развития, здоровья и адаптации ребенка (Москва, Россия)*

² *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва, Россия)*

³ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)*

⁴ *Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия)*

В работах последних лет интенсивно исследуется проблема преобразований внутренних репрезентаций последовательно организованной (серийной) информации в процессе ее удержания в рабочей памяти (РП) [Fulvio et al; Logie et al.]. В частности, обсуждается специфика механизмов сохранения порядка, их зависимость от входных характеристик информации, в том числе типа стимулов – вербальных vs. зрительно-пространственных и способа предъявления последовательностей – статического vs. динамического. Для исследования динамики внутренних репрезентаций серийной зрительно-пространственной информации мы провели серию экспериментов с использованием модели отсроченного копирования ломаной линии [Корнеев, Курганский, 2013; Курганский и др., 2022], а позднее включили в экспериментальную модель копирования и вербальных (буквенных) последовательностей [Корнеев и др., 2022; Мачинская и др., 2023]. Исследования с участием взрослых испытуемых продемонстрировали: (1) модификацию поведенческих реакций и связанных с событием потенциалов (ССП) при увеличении времени удержания серийной информации в РП, что свидетельствует о преобразованиях внутренних репрезентаций в процессе их удержания; (2) зависимость организации РП от способа предъявления информации (статического vs. динамического); (3) модально-специфические изменения ССП, характеризующие вовлечение корковых зон, наблюдались в обоих полушариях при удержании ломаной линии и в левом полушарии – при удержании последовательности букв.

Известно, что нейронные сети, обеспечивающие различные компоненты РП созревают постепенно и неравномерно [Бетелева и др.], что делает онтогенетические исследования интересными как с точки зрения анализа возрастных особенностей когнитивных функций, так и с точки зрения определения роли отдельных корковых зон и их объединений в удержании и преобразовании внутренних репрезентаций.

Цель исследования состояла в анализе мозговой организации РП при отсроченном воспроизведении зрительно-пространственных и буквенных последовательностей у детей 10-12 лет. В этом исследовании мы пытались ответить на три вопроса: наблюдаются ли у детей изменения активности мозга с увеличением времени удержания релевантной информации, если наблюдаются, то зависят ли они от режима предъявления и типа стимулов (вербальных или зрительно-пространственных), и наконец, чем эти изменения, если они происходят, отличаются от наблюдавшихся у взрослых.

Методика. В исследовании приняли участие 32 ребенка (17 девочек) в возрасте 10-12 лет (11.09 ± 1.5 лет). В качестве стимулов использовали два типа последовательностей: вербальные – наборы согласных букв длиной от 3 до 5 символов – и зрительно-пространственные – незамкнутые ломаные линии, составленные из отрезков, число которых менялось от 4 до 6. Последовательности предъявлялись в статическом (вся последовательность целиком) и динамическом (поэлементно) режимах. Императивным сигналом (ИС) к воспроизведению последовательности был короткий

тональный звуковой стимул, который следовал после эталонного с задержкой 500 или 3000 мс. Изменения ССП на этот сигнал в различных экспериментальных условиях характеризовали динамические преобразования мозговой основы РП в зависимости от времени удержания последовательностей, их модальности и режима предъявления. Подробные описания структуры эксперимента и анализа ССП представлены в наших предыдущих публикациях [Корнеев и др., 2022; Курганский и др., 2022].

Результаты. Исследование показало, что: (1) у детей растет амплитуда ССП на ИС при увеличении времени удержания информации; значимые изменения отмечены в лобно-височных и центральных отведениях левого полушария при удержании и вербальных, и зрительно-пространственных стимулов, что позволяет связать их с вовлечением механизмов когнитивного контроля в процесс преобразования внутренних репрезентаций; (2) топография этих изменений ССП у детей зависит от модальности серийной информации, однако, в отличие от взрослых [Мачинская и др.], у детей значимые изменения происходят в левом полушарии, при этом удержание вербальных последовательностей дополнительно вовлекает заднеассоциативные теменные и височно-теменно-затылочные отделы; (3) у детей режим предъявления также влияет на активность корковых зон в момент активизации внутренних репрезентаций, но в отличие от взрослых эти изменения происходят на более поздней стадии реакции на ИС. Можно предположить, что при увеличении времени хранения серийной информации у детей, как и у взрослых, происходит преобразование нейрональной основы внутренних репрезентаций, различное для последовательностей, предъявляемых статически и динамически. При этом топография изменений активности коры зависит от модальности информации. Основное отличие мозговой организации РП у детей по сравнению со взрослыми заключается в сниженной реактивности корковых зон правого полушария, что может быть обусловлено функциональной незрелостью правополушарных механизмов РП и/или преобладанием у детей вербального кодирования информации при выполнении задания на воспроизведение ломаной линии.

Бетелева Т.Г., Мачинская Р.И., Курганский А.В., Фарбер Д.А. Мозговая организация рабочей памяти в младшем школьном возрасте // Мозговые механизмы формирования познавательной деятельности в дошкольном и младшем школьном возрасте. М.: НОУ ВПО «МПСУ»; Воронеж: МОДЭК, 2014. С. 237-262.

Корнеев А.А., Курганский А.В. Внутренняя репрезентация серии движений при воспроизведении статического рисунка и траектории движущегося объекта // Журн. Высш. Нерв. Деят. И.П. Павлова. 2013. 63(4). С. 437-450.

Корнеев А.А., Ломакин Д.И., Курганский А.В., Мачинская Р.И. Удержание вербальной и невербальной серийной информации в рабочей памяти // Психология. Журнал Высшей школы Экономики. 2022. 19(2). С. 303-322.

Курганский А.В., Ломакин Д.И., Корнеев А.А., Мачинская Р.И. Мозговая организация рабочей памяти при отсроченном копировании ломаной линии. Анализ потенциалов, связанных с императивным сигналом // Журн. Высш. Нерв. Деят. им. И.П. Павлова. 2022. 72(3). С. 387-404.

Мачинская Р.И., Курганский А.В., Корнеев А.А., Ломакин Д.И. Мозговая организация рабочей памяти в задачах на удержание вербальных и зрительно-пространственных последовательностей: анализ ССП на императивный сигнал // Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. Санкт-Петербург, 2023. С. 522.

Fulvio J.M., Yu Q., Postle B.R. Strategic control of location and ordinal context in visual working memory. Cereb Cortex. 2023. 33(13). 8821-8834.

Logie R.H., Clément B., and Jason M. D. Integrating Theories of Working Memory. In R. Logie, V. Camos, and N. Cowan (eds), Working Memory: The state of the science. Oxford Academic, 19 Nov. 2020.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ПО ДАННЫМ фМРТ

Машарипов Р.С.
(*masharipov@ihb.spb.ru*)

Князева И.С.
(*knyazeva@ihb.spb.ru*)

Коротков А.Д.
(*korotkov@ihb.spb.ru*)

Киреев М.В.
(*kireev@ihb.spb.ru*)

ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН (Санкт-Петербург, Россия)

Исследование мозговых систем обеспечения деятельности человека предполагает изучение структуры функциональных связей (ФС) между зонами мозга и закономерностей их динамики. Одним из основных подходов является изучение функционального коннектома мозга человека на основе данных функциональной МРТ (фМРТ). На настоящий момент описание ФС в состоянии оперативного покоя является наиболее распространенным типом фМРТ-исследований благодаря относительной простоте проведения исследования и анализа данных. Однако в последнее время все больше внимания уделяется изучению контекстно-зависимых изменений ФС (КЗФС) при выполнении различных типов заданий [Di, Biswal]. Несмотря на активное развитие коннектомики в последние годы, остается нерешенным целый ряд дискуссионных вопросов относительно выбора методов анализа КЗФС, а также их принципиальных ограничений. Отсутствие стандартного подхода к анализу функционального коннектома мозга человека при выполнении деятельности является серьезным препятствием в изучении интегративной деятельности мозга человека. В частности, до сих пор ведутся дискуссии относительно принципиальной возможности определять быстрые изменения синхронизации нейронных осцилляций, обусловленные кратковременной синаптической пластичностью порядка сотен миллисекунд при учете того, что фМРТ-сигнал зависит от сверхмедленных гемодинамических колебаний и, как правило, регистрируется с низким временным разрешением порядка двух секунд.

В нашей работе впервые было проведено сравнение существующих методов анализа КЗФС на основе биофизически правдоподобных симуляций мозговой активности. Для этого использовалась крупномасштабная модель нейрональных масс Уилсона-Кована [Wilson, Cowan] и гемодинамическая модель воздушного шара [Friston, Harrison, Penny]. Изменение КЗФС напрямую контролировалось изменением синаптических весов между моделируемыми нейрональными популяциями, состоящими из возбуждающих и тормозных субпопуляций. Анализировались все модификации метода психофизиологических взаимодействий (ПФЗ) и метода корреляции бета-серий (КБС) для разных фМРТ-дизайнов, временных разрешений фМРТ-сканирования и соотношений сигнал-шум (ОСШ).

Впервые было показано, что существующие методы анализа позволяют на основе сверхмедленных колебаний фМРТ-сигнала определять изменения синхронизации нейрональных осцилляций в гамма-диапазоне, обусловленные кратковременной синаптической пластичностью порядка сотен миллисекунд даже при временном разрешении сканирования порядка 2 с. На основе знания истинного паттерна КЗФС в смоделированной мозговой активности нами были определены наиболее чувствительные методы для блоковых дизайнов, а также быстрых и медленных дискретных (event-related) дизайнов. Только благодаря контролируемым симуляциям было обнаружено, что ряд популярных методов КЗФС обладает крайне низкой чувствительностью или не может использоваться для оценки КЗФС в принципе. Кроме этого, выявлен важный недостаток сравниваемых методов КЗФС, связанный с ложным завышением оценок КЗФС из-за одновременной активации областей мозга без их реального взаимодействия, а также предложены способы решения этой проблемы.

Таким образом, в настоящей работе впервые представлена полная картина достоинств и недостатков всех существующих методов анализа КЗФС, их принципиальных ограничений и возможностей. Полученные данные позволили нам сформулировать практические рекомендации для

планирования фМРТ исследований КЗФС и анализа крупномасштабных динамических изменений функционального при реализации различных видов деятельности.

Финансирование работы

*Исследование выполнено в рамках Гос. Задания ИМЧ РАН
(номер гос. регистрации 122041500046-5).*

Di X. & Biswal B.B. Toward Task Connectomics: Examining Whole-Brain Task Modulated Connectivity in Different Task Domains. Cerebral Cortex. 2018. 29. P. 1572-1583.

Wilson H.R. & Cowan J.D. Excitatory and Inhibitory Interactions in Localized Populations of Model Neurons. Biophysical Journal. 1972. 12. P 1-24.

Friston K.J., Harrison L.H. & Penny W.D. Dynamic causal modelling. NeuroImage. 2003. 19. 1273-1302.

ВИДЕОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ СКРЫТЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МИКРОВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА

Мельник О.В.

(omela111@yandex.ru),

Саблина В.А.

(flyingvictory@mail.ru),

Черненко А.Д.

(anuta201294@yandex.ru),

Никифоров М.Б.

(nikiforov.m.b@evm.rsreu.ru),

Яковлев Н.В.

(nikgutendorf@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» (Рязань, Россия)

С развитием компьютерных технологий и применением новейших методов обработки данных всё более широкое распространение получает использование инструментов видеорегистрации поведения человека и автоматического анализа видеоданных для оценивания его состояния по экспрессивным реакциям. Достаточно хорошо исследованной областью является автоматизированный анализ выражения лица человека с последующей интерпретацией его эмоционального состояния, краткий обзор используемых подходов представлен в работе Ко В.С. (2018). Однако во многих случаях интерпретация может не соответствовать реальному эмоциональному фону из-за «наигранной» по тем или иным причинам или, напротив, сдержанной мимики.

Перспективным путем объективной оценки эмоциональных реакций является анализ так называемых микровыражений лица, впервые описанных в работе Haggard E.A. и Isaacs K.S. (1966). Микровыражения, в отличие от «обычных» макровыражений, длятся всего лишь от 1/25 до 1/2 секунды за счёт их быстрого сознательного или бессознательного подавления, то есть являются проявлениями подлинных эмоций.

Распознавание микровыражений непосредственно человеческим глазом – крайне сложная задача. Технически микровыражения можно уловить с помощью специализированных высокоскоростных камер, а их анализ намного сложнее, чем в случае макровыражений, ввиду небольшой продолжительности и неявной выраженности. Исследования в области анализа микровыражений представляют существенный интерес из-за открывающихся возможностей выявления подавляемых эмоций, что актуально во многих практических областях, от клинической психологии до криминалистики.

Нами было разработано алгоритмическо-программное обеспечение для автоматизированной оценки микровыражений лица на видеопоследовательности. Предлагаемая нами методика обнаружения микровыражений включает следующие этапы:

- загрузка видеопоследовательности;
- обнаружение ключевых точек лица на каждом изображении видеопоследовательности;
- извлечение информативных признаков микродвижений ключевых точек лица от кадра к кадру за счет вычисления специализированных дескрипторов;
- классификация выявленных эмоций.

Для обнаружения ключевых точек лица и локализации областей интереса на изображении использовалось программное обеспечение MediaPipe. Поиск антропометрических точек лица обнаруживает 468 ключевых точек в трехмерной системе координат, из которых затем выбираются 62 наиболее значимых точки, которые могут быть задействованы в лицевых микродвижениях, используемые принципы обнаружения представлены в работе Savin A.V., Sablina V.A., and Nikiforov M.B. (2021).

Для извлечения информативных признаков микродвижений нами были использованы дескрипторы LBP-TOP, FHOOF и FHOFO. Классификация выполнялась с помощью подхода на основе машинного обучения с использованием метода опорной машины векторов Support Vector Machine (SVM) и нейронной сети типа многослойного перцептрона Multilayer Perceptron (MLP).

В качестве тестовых данных использовался набор видеозаписей спонтанных микролицевых движений Spontaneous Actions and Micro-Movements (SAMM), описанный Davison A.K et al. (2018). Проявление микровыражений в данном наборе представлено последовательностью изображений, отображающих все этапы микролицевого движения. В SAMM обозначены семь категорий эмоций: презрение, отвращение, страх, гнев, печаль, счастье и удивление.

Проведенные экспериментальные исследования по выбору оптимальных параметров алгоритмов извлечения информативных признаков и классификации, представленные в работах Мельник О.В., Саблиной В.А., Черненко А.Д. (2023) и Melnik O.V., Nikiforov M.B., Sablina V.A., Chernenko A.D. (2023), позволили обеспечить точность распознавания микродвижений лица более 96% на тестовом наборе.

Полученные результаты создают предпосылки для создания аппаратно-программной системы для объективной оценки скрытых эмоциональных реакций. Система должна включать в себя

- высокоскоростную видеокамеру,
- разработанный программный конвейер для автоматизированной оценки микровыражений лица,
- подсистему эмоциональной стимуляции, моменты появления стимулов в которой синхронизированы с моментами регистрируемой видеозаписи.

Подбор стимулирующих воздействий (изображений, аудио- или видеозаписей) в зависимости от решаемой задачи позволит выявлять признаки фобий, тревоги, депрессии, психопатических наклонностей у пациента без привлечения высококвалифицированных специалистов и специализированной медицинской аппаратуры.

Мельник О.В., Саблина В.А., Черненко А.Д. Распознавание микровыражений лица с использованием классификаторов на основе методов машинного обучения // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 1. С. 125-135. DOI:10.21685/2227-8486-2023-1-8.

Ko B.C. A Brief Review of Facial Emotion Recognition Based on Visual Information. Sensors (Basel, Switzerland). 2018. 18(2). P. 401. URL: <https://doi.org/10.3390/s18020401>.

Haggard E.A. and Isaacs K.S., «Micromomentary facial expressions as indicators of ego mechanisms in psychotherapy» in Methods of research in psychotherapy. Springer, 1966. P. 154-165.

Savin A.V., Sablina V.A., and Nikiforov M.B., Comparison of Facial Landmark Detection Methods for Micro-Expressions Analysis, 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) Proceedings, Budva, Montenegro. 2021. P. 336-339. DOI: 10.1109/MECO52532.2021.9460191.

Davison A.K, Lansley C., Costen N., Tan K., and Yap M.H., SAMM: A Spontaneous Micro-Facial Movement Dataset, in IEEE Transactions on Affective Computing. 2018. Volume 9. № 1. P. 116-129. DOI: 10.1109/TAFFC.2016.2573832.

Melnik O.V., Nikiforov M.B., Sablina V.A., Chernenko A.D. A Comparative Analysis of the Micro-Facial Movement Detection Accuracy Depending on the Fuzzy Spatio-Temporal Feature Descriptor Selection // Proceedings of the 2023 International Conference on Systems and Technologies of the Digital HealthCare (STDH-2023). Tashkent, Uzbekistan. 2023. P. 77-80.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРИЧИНАХ ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ У ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ И УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ РЕСПОНДЕНТОВ

Миров Ю.А.
(yasomati1970@gmail.com),

Митина О.В.
(omitina@inbox.ru)

Факультет психологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

За последние полвека онкологические заболевания стали вторыми по распространенности заболеваниями в мире, уступая место только сердечно-сосудистым. Онкологические заболевания представляют собой обширный полиэтиологический и разнородный класс заболеваний. К факторам риска их возникновения относятся разнообразные химические, физические и биологические канцерогены, а общим механизмом являются мутации генов [Aigner, Stephens]. Что касается влияния психосоциальных факторов, на настоящий момент не существует однозначных доказательств того, что они играют значительную роль в процессе канцерогенеза [Breitbart W. et al.]. Вместе с тем эти факторы играют большое место в субъективных отчетах о причинах заболеваний у онкологических больных, чему в большой степени способствуют современные популярные информационные ресурсы. Представления о раке как заболевании, имеющем психологические причины, могут приводить пациента к бесполезной трате средств на «психотерапию рака», потере времени, а также возникновению чувства вины за прошлое поведение, что негативно сказывается на его качестве жизни [Petrie, Weinman].

В соответствии с культурно-историческим подходом, представления пациента о своей болезни рассматриваются в рамках рационального уровня внутренней картины болезни (ВКБ), которая включает в себя также сенсорный, эмоциональный и ценностно-мотивационный уровни и регулирует поведение человека в ситуации болезни [Николаева]. Эти представления о болезни человек формирует, опираясь на личный опыт и информацию, которую он черпает из своего окружения и доступных открытых источников. Схожей с этим подходом является модель житейского смысла Х. Левентала [Leventhal, Brissette & Leventhal].

Авторами было проведено онлайн-исследование с целью изучения особенностей представлений о причинах болезни у женщин с гинекологическими видами рака. Предполагалось, что профили субъективной значимости воспринимаемых причин онкологического заболевания у больных и лиц без онкологического диагноза в семейном анамнезе будут различаться. В исследовании приняли участие 203 респондента. Из них в целевой группе было 88 женщин с разными видами гинекологического рака, членов онлайн-сообществ онкобольных, средний возраст – $49,9 \pm 8,6$ лет. В группе сравнения было 115 женщин, членов различных онлайн-сообществ, не имевших на момент исследования онкологических заболеваний в семейном анамнезе, средний возраст – $45,7 \pm 10$ лет. Респондентам предлагалось написать в порядке убывания три наиболее важных причины, которые, в случае больных, вызвали их заболевание, а в случае группы сравнения, вызывают онкологические заболевания.

В результате контекстного анализа результатов опроса были выделены 28 категорий представлений о причинах онкологических заболеваний. Были построены профили частотного распределения 1-го, 2-го, 3-го выборов причин в двух группах респондентов. В табл. 1 представлены коэффициенты корреляций этих профилей. Относительно более низкая корреляция между профилями частотного распределения между всеми тремя выборами в группе онкобольных существенно ниже, чем в группе сравнения, что, ожидаемо, указывает на более хорошо сформированную картину воспринимаемых причин заболевания у онкобольных.

Табл. 1. Корреляции профилей причин заболевания в двух группах респондентов

Контр. Гр.	Номер выбора	Онкологические больные			В верхнем треугольнике корреляции для группы онкобольных, в нижнем для контрольной группы. На диагонали стоят корреляции между профилями одного уровня для полученными в разных группах.
		1	2	3	
Контр. Гр.	1	,403*	,547**	,495**	
	2	,773**	0,263	,549**	
	3	,777**	,736**	-0,028	

Для анализа различий в профилях частот распределения воспринимаемых причин для больных и группы сравнения рассматривались значимости коэффициентов ϕ кросс-табуляционного критерия. Для онкобольных наиболее характерны факторы «стресс», «гормональные», «истощение организма», «случайность», «проблемы с иммунитетом», «пренебрежение здоровьем», «ятрогенные», «соматическое заболевание» и «тяжелая утрата». Для группы сравнения наиболее характерны факторы «обида», «наследственность», «когнитивные», «экзистенциальные», «вредные привычки», «экология» и «неправильный образ жизни». Наименее выражены в профиле онкобольных факторы «духовные», «вредные привычки» и «экзистенциальные», а для группы сравнения – «случайность», «тяжелая утрата», «гормональные», «пренебрежение здоровьем» и «соматическое заболевание».

Результаты исследования показывают, что онкобольные склонны видеть стресс наиболее значимой причиной своего заболевания, поскольку он является наиболее заметным и понятным элементом в их повседневной жизни, что отражает когнитивную оценку личного опыта. Приписывание онкобольными причины заболевания пренебрежению здоровьем, соматическим заболеваниям, гормональным нарушениям, истощению организма и проблемам с иммунитетом может быть связано с поиском конкретных и контролируемых причин, что является общим способом снижения когнитивного диссонанса и повышения ощущения контроля над ситуацией. Эти же причины, а также приписывание заболевания ятрогенным, случайным факторам и тяжелой утрате, может быть способом атрибуции внешней ответственности, что помогает снизить внутренний конфликт и чувство беспомощности.

Приписывание причин онкологических заболеваний лицами без онкологического диагноза обиде, психоэмоциональным проблемам, наследственности, экологии, негативным мыслям, неправильному образу жизни, вредным привычкам и экзистенциальным проблемам отражает глубоко укоренившиеся в обществе убеждения и стереотипы о причинах болезней. Кроме этого, эти причины (кроме экологии) связывают причины заболеваний с личной ответственностью и свидетельствуют о социальной стигматизации онкологических больных.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают важность осведомленности о реальных факторах риска онкологических заболеваний и необходимость более точного информирования пациентов. Это поможет избежать неправильных представлений о причинах онкологических заболеваний и сосредоточить усилия на эффективных методах лечения и психологической поддержки онкобольных.

Николаева В.В. Влияние хронической болезни на психику. М.: Изд. МГУ. 1987.

Aigner K.R., Stephens F.O. Basics of Oncology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2009.

Breitbart W. et al. (ed.). Psycho-oncology. Oxford University Press. 2021.

Leventhal H., Brissette I. & Leventhal E. The common-sense model of self-regulation of health and illness. In L.D. Cameron & H. Leventhal (Eds.), The self-regulation of health and illness behavior (pp. 42-65) // N.Y: Routledge. 2003.

Petrie K., Weinman J. Why illness perceptions matter // Clinical medicine. 2006. № 6. P. 536.

ПСИХОСЕМАНТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ

Митина О.В.
(omitina@inbox.ru),

Петренко В.Ф.
(victor-petrenko@mail.ru)

Факультет психологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Популярность психосемантических методов в отечественной науке обусловлена объективностью и достоверностью получаемых с их помощью результатов, а также эффективностью использования этих методов для исследования содержания сознания в том числе и на глубинном, трудно рефлекслируемом уровне. Мы полагаем, что количественные показатели, вычисляемые на базе полученного в ходе психосемантического исследования массива данных, могут рассматриваться как диагностические показатели индивидуальных особенностей структуры и организации когнитивной сферы человека.

В большинстве психосемантических исследований схема опроса такова, что каждый из K респондентов P_1, \dots, P_K оценивает множество из объектов O_1, \dots, O_J по J первичным шкалам, т.е. ответы одного респондента имеют двумерную структуру. В результате данные накапливаются в трехмерный массив «куб данных»: *респонденты–объекты–шкалы*.

Каждому респонденту P соответствует двумерный срез, в котором каждый объект O_i реализуется как J -мерный вектор: $\langle x_{ki1}, x_{ki2}, \dots, x_{kiJ} \rangle$. Значения координат этого вектора и есть оценки, которые дал респондент P объекту O_i по J первичным шкалам.

В результате такой массив данных предоставляет исследователю большие возможности для получения различных количественных показателей. Вот некоторые из них.

1. Когнитивная сложность (KC). Отражает дифференцированность сознания респондента в предметной области, задаваемой оцениваемыми объектами и первичными шкалами. Существуют различные способы вычисления когнитивной сложности. Все они высоко коррелируют между собой [Петренко, Митина, Менчук и др.]. Наиболее просто вычисляется факторная когнитивная сложность

$KC = 1 - \sigma_1^2$, где $\sigma_1^2 \in [0; 1]$ – вклад первого фактора в общую дисперсию в бесповоротном факторном решении при обработке индивидуальной матрицы ответов методом главных компонент.

Высокая когнитивная сложность характеризует людей, для которых область, связанная с конструктами, задаваемыми психосемантическим опросником (первичными шкалами и объектами), знакома и значима, причем эта значимость может проявляться не только в режиме осознанного порождения или рефлексии, но в режиме операциональном, при практическом использовании (т.е. при оценке респондентом объектов по шкалам). Отметим, что когнитивная сложность, определяемая таким образом, у взрослого человека отражает уровень осведомленности человека в определенной предметной области, а ребенка свидетельствует о возрастной сформированности определенных когнитивных структур. Вместе с тем чрезмерно высокий показатель когнитивной сложности характеризует людей со сниженной способностью к категоризации, имплицитной группировке первичных пунктов на основании имеющегося семантического сходства.

2. Стереотипность оценок. Отражает специфичность (особенность) испытуемого при оценивании объектов по первичным шкалам. Для этого индивидуальный массив оценок сравнивают со стандартным, который может быть получен в результате опроса экспертов или каким-либо другим способом. В качестве меры сходства можно рассматривать корреляцию или расстояние между этими двумя массивами, измеренное по любой стандартной формуле. Необходимо помнить, что отсутствие стереотипности (нестандартность) в ответах может с одной стороны быть связано с креативностью, но с другой с низкой осведомленностью в предметной области или с несформированностью определенных когнитивных структур (если речь, например идет о маленьких детях или людей с нарушениями мышления).

После факторизации по первичным переменным общего массива данных, столбцы в котором задаются переменными V_1, \dots, V_J , а строки – это оценки K респондентами I объектов [Митина] можно вычислять частные индивидуальные показатели, связанные с каждым из R факторов – категорий $R \ll J$, полученных для всей выборки.

Для этого после выделения факторной структуры, общей для всей выборки, по каждому из полученных факторов F_r определяется факторный балл z_{kir} выражающий имплицитную оценку объекта O_i респондентом P_k

3. Усредненная оценка всех объектов по фактору F_r у респондента P_k может интерпретироваться как общий уровень выраженности конструкта, задаваемого данным фактором: $M_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^I z_{kir}}{I}$

Человек, приписывая оценку объектам в определенной степени проецирует свое собственное состояние и самооценку по категории, задаваемой данным фактором.

4. Другой показатель – дисперсия оценок испытуемым P_k объектов по фактору F_r . Определяется по формуле: $\sigma_{kr}^2 = \frac{\sum_{i=1}^I (z_{kir} - M_{kr})^2}{I-1}$

Чем больше разброс оценок, тем более дифференцировано подходит респондент P_k к оценке имеющихся объектов по категории, задаваемой фактором F_r . Соотношение этих двух показателей: усредненного факторного балла и дисперсии позволяет говорить о соотношении индивидуальной выраженности конструкта, задаваемого фактором, и представленности этого фактора в сознании респондента как операционального. Т.е. такой оценки по которому неслучайны и значимо дифференцированы. Выраженность показателя при низкой дисперсии свидетельствует об обладании качеством, которое слабо осознается респондентом. Высокая дисперсия при низком среднем балле может свидетельствовать о значимости данного конструкта как операционального, служащего для различения объектов оценки.

Наш опыт использования указанных показателей свидетельствует об их валидности. Так, все четыре показателя являются нормально распределенными. У детей в возрасте 4 – 10 лет когнитивная сложность и стереотипность ответов увеличивается с возрастом и значимо ниже чем у взрослых, ниже у «проблемных» детей [Петренко, Митина, Менчук и др.].

У взрослых людей психосемантические показатели зависят от культурно-исторических и социальных факторов, обуславливающие образ жизни человека и необходимость выполнять определенные поведенческие сценарии. Рассматриваемые четыре показателя коррелируют в большей мере с характеристиками когнитивной, а не поведенческой или эмоциональной сферы человека [Митина, Петренко]. При этом установленные в исследованиях корреляции получают осмысленную психологическую интерпретацию.

Митина О. О некоторых методах анализа психосемантических данных // Современная психодиагностика России. Преодоление кризиса: сборник материалов III Всероссийской конференции по психологической диагностике: в 2-х т. / редколлегия: Н.А. Батулин (отв. ред) и др. Т.1. Издательский центр ЮУрГУ Челябинск. 2015. С. 247-255.

Митина О.В., Петренко В.Ф. К вопросу об определении количественных показателей в психосемантических исследованиях // Математическая психология: современное состояние и перспективы. ИП РАН Москва, 2023.

Петренко В.Ф. Основы психосемантики. Изд.2. СПб.: Питер, 2005.

Петренко В.Ф., Митина О.В., Менчук Т. И., Исакова М.А. Сказочный семантический дифференциал: классический вариант и его модификация. Мир психологии, 2019. (4 (100)). С. 188-200.

НОМИНАЦИЯ СУБЪЕКТА В АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ХРИСТИАНСКОЙ ПРОПОВЕДИ: КОГНИТИВНО-ПРАГМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Милетова Е.В.
(katemiletova@rambler.ru)

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет» (Россия, Пятигорск)

Религия и различные формы ее реализации на протяжении нескольких тысячелетий находятся под пристальным вниманием ученых, в том числе философов, теологов, социологов, психологов, лингвистов, культурологов и т.д. [Алимурадов, Милетова 2015; Богатырев 2019].

При этом стоит сказать, что отдельные жанры религии вызывают особый интерес у специалистов. Так, в контексте лингвистических исследований весомую роль приобретает жанр проповеди как специфический и уникальный вид общения, для которого характерна свободная и менее регламентированная природа взаимоотношений между коммуникантами [Новикова 2022; Прохвятилова 1999; Ушаков 2009; Killinger 1996], вследствие чего при изучении проповеди делается акцент именно на участниках религиозного взаимодействия, а также используемых ими стратегий и тактик, обеспечивающих полноценную и успешную коммуникацию, нацеленную на становление веры и любви к Богу [Бурцев 2020; Гришаева 2016].

Как показал анализ фактического материала, включающего 500 англоязычных проповедей, представленных в пространстве Интернет, номинация субъекта осуществляется различными способами, каждый из которых имеет свою специфику и прагматический потенциал. Так, в текстах проповедей мы выделили три ключевых вектора репрезентации субъекта, понимаемого нами широко как активный и деятельный участник коммуникативного взаимодействия, т.е. сторона, выполняющая те или иные действия или призывающая к ним целевую аудиторию (верующих).

1. Вектор «Проповедник и паства». Данный вектор номинации субъекта является самым распространенным в масштабе анализируемой выборки и подразумевает актуализацию субъекта посредством местоимений. Стоит также отметить, что, согласно нашим наблюдениям, реализация указанного вектора осуществляется в двух направлениях (подвекторах), которым свойственна различная природа и прагматика.

В первом случае в роли субъекта выступают проповедник и паства, связанные общей идеей и преследующие единые цели, сводящиеся к интеграции концепции христианского религиозного учения и трансляции системы верований и убеждений. С точки зрения языка, основными способами вербализации субъекта служат местоимение *we* и местоименная комбинация *you and I*. Приведем примеры:

1) *There is much we can learn when we come together on Sundays and sit among the saints. But there are certain things that you and I will never learn in the presence of other people* [www.sermonindex.net].

2) *We lose God's peace, when we do things not well-pleasing to Him. His Watch warns us when something is wrong, and we need to give careful attention to this Watch, lest we get badly hurt* [www.sermonindex.net].

Согласно текстам, собираясь вместе по воскресеньям и находясь среди святых в храме, мы можем многому научиться, и наша главная задача – не совершать неугодные Богу поступки, чтобы избежать серьезных последствий и возможного наказания. Очевидно, что все усилия адресанта рассчитаны на передачу столь значимой для христианства идеи – необходимость праведного поведения и мыслей верующих, а также совместный характер прилагаемых усилий и стараний как со стороны проповедника, так и при активном участии паствы.

Во втором случае вновь субъектами проповеди являются сам проповедник (священнослужитель) как лицо более информированное и авторитетное и паства (верующие), однако в данной ситуации мы говорим о том, что автор проповеди внедряет в сознание целевой аудитории новое знание, разъясняет спорные и неоднозначные вопросы, вызывающие трудности у реципиента. Подчеркнем, что манифестация субъекта осуществляется при помощи местоимений *I* и *you*. Рассмотрим примеры:

3) *How can I serve others? I have to be made like them in everything. I have to descend to their level. Why is it that I cannot communicate with a little ant crawling on the floor? Because I am too big. If*

I go to that ant in human form, it will be terrified. The only way I can communicate with that ant is by my becoming like it first of all [www.sermonindex.net].

4) *You need to live the life you want your children to live. If you are disrespectful and disobedient to your parents, your children will be the same, only worse. For if you plant something you reap it manyfold, sometimes even hundredfold* [www.sermonindex.net].

В приведенных примерах фиксируем употребление местоимений *I* и *you*, при помощи которых адресант сообщает информацию о субъекте, обозначает возможные сценарии его действий и мыслей, наставляя на нужный лад прихожан. Так, в примере (3) проповедник задается вопросом о том, как он (священнослужитель) может служить другим, в чем его призвание и миссия; в примере (4) звучит идея о том, что для благополучной старости, комфортной и полноценной жизни в зрелом возрасте людям необходимо своим примером показать уважительное отношение к родителям. Полагаем, что проблемы, поднимаемые в проповеди, актуальны и значимы во все времена и не оставляют равнодушными верующих.

2. Вектор «Бог и святые». Данный вектор номинации субъекта широко представлен в текстах анализируемых проповедей, что, на наш взгляд, логично и обусловлено статусом Господа как высшей ценности религии, весомостью и авторитетом Бога и всех святых, являющихся неотъемлемой частью христианского учения. Примечательно, что языковая репрезентация субъекта в этом случае осуществляется сразу несколькими способами: а) именами собственными; б) нарицательными существительными; в) местоимениями. Приведем примеры:

5) *God is commanding you to act now, before it is too late and you end up in hell. He commands you to awake out of your sleep* [www.sermonindex.net].

6) *John tells us that the Law came by Moses, but grace and truth came by Jesus Christ* [www.sermonindex.net].

7) *The angels pulled Lot back as the crowd began to beat down the door. Then the angels smote the men with blindness. We're told that they continued all night trying to find the door. In the morning, the angels had to actually carry Lot out of Sodom because they couldn't destroy it until he was gone* [www.sermonindex.net].

В приведенных примерах отмечаем наличие всех заявленных способов вербализации вектора «Бог и святые»; здесь присутствуют как имена собственные *God, John*, так и нарицательные существительные *angels*, местоимения *He, they*. При этом обращает на себя внимание графическое оформление местоимений, в соответствии с которым в любой ситуации применительно к Богу используется номинация с заглавной буквы (*He*), в то время как в отношении ангелов наблюдаем лексему *they*, начинающуюся со строчной буквы. Очевидно, что подобная тенденция неслучайна и свидетельствует об интенции проповедника еще раз подчеркнуть уникальную природу и авторитет Господа и тем самым оказать воздействие на эмоции и чувства целевой аудитории.

3. Вектор «Сатана и силы зла». Данный вектор номинации субъекта с точки зрения способов актуализации в контексте имеет общие характеристики с предыдущим, однако репрезентирует диаметрально противоположных участников религиозной коммуникации, находящихся в постоянном конфликте с Богом, ангелами и святыми, а именно Сатану, демонов, дьяволов и пр. Показательно, что на уровне языка проповедником используются те же самые способы номинации субъекта, среди них: а) имена собственные; б) нарицательные существительные; в) местоимения. Рассмотрим примеры:

8) *Satan should have no hold over you, but he gets the hold over you because of sin* [www.sermonindex.net].

9) *Demons have to obey when they are commanded in Jesus' Name, because they have all been defeated by Jesus on Calvary* [www.sermonindex.net].

В примерах (8) и (9) присутствуют лексемы, представляющие собой наименования антагонистов Бога, сторонников зла и темных сил. Указанные единицы языка, выраженные именем собственным (*Satan*), нарицательным существительным (*demons*) и местоимением (*he*), служат способами номинации субъекта, который устами проповедника совершает свои противоправные с точки зрения религии деяния и вносит хаос и разрушения. Стоит также обратить внимание на то, что в случае с Сатаной и его репрезентацией посредством лексемы *he*, местоимение оформляется со строчной буквы, что, полагаем, неслучайно и является свидетельством уничижительного отношения верующего к предмету обсуждения, абсолютного неприятия образа, отсутствия ценности и значимости Сатаны в сознании приверженцев христианского учения.

Резюмируя все сказанное выше, отметим, что номинация субъекта имеет важное значение в

контексте проповеди. Задействуя тот или иной способ репрезентации субъекта, проповедник (священнослужитель) на прагматическом уровне решает конкретные задачи: оказывает влияние на сознание верующих, формирует их религиозное мировоззрение, а вместе с этим подчеркивает свой особый статус, высокую степень осведомленности и информированности в сфере религии.

Алимурадов О.А., Милетова Е.В. Когнитивно-фреймовое моделирование категорий, вербализуемых в англоязычном религиозном дискурсе: категория оценки, репрезентируемая именами прилагательными // Проблемы языкознания, теории языка и прикладной лингвистики. Новосибирск, 2015. Том 2. С. 159-225.

Богатырев Д.К. Христианство и культура // Философия культуры. Санкт-Петербург: Автономная некоммерческая организация Центр Антропологических Исследований «Древо Жизни», 2019. С. 189-288.

Бурцев В.А. Особенности употребления адресованных высказываний в русской православной проповеди // Научный диалог. 2020. № 10. С. 9-25. DOI 10.24224/2227-1295-2020-10-9-25.

Гришаева Е.И. Роль коммуникативных практик в формировании идентичности православных верующих // Научный результат. Социология и управление. 2016. Т. 2. № 4. С. 47-51. DOI 10.18413/2408-9338-2016-2-4-47-51.

Новикова А.А. Современная англоязычная христианская проповедь как специфический вид речевой коммуникации // Вестник Луганского государственного педагогического университета. Серия 3. Филологические науки. Медиакоммуникации. 2022. № 4(86). С. 10-17.

Прохватилова О.А. Православная проповедь и молитва как феномен современной звучащей речи. Волгоград: ВГУ, 1999. 362 с.

Ушаков В.В. Проповедь как разновидность публичного выступления // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2009. № 2. С. 152-157.

*Killinger J. Fundamentals of Preaching. Minneapolis: Fortress Press, 1996. 223 p.
Sermonindex. URL: <https://www.sermonindex.net/> (дата обращения: 30.05.2024).*

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ АЛЬТРУИЗМА: СЕТЕВОЙ ПОДХОД

Митюрева Д.Г.¹ (*dina.mitiureva@gmail.com*)

Терличенко Е.О.² (*terlichenkonice@mail.ru*)

Зубко В.М.² (*q158veronika@gmail.com*)

Кабанова П.И.² (*polina.kabanova.00@mail.ru*)

Абросимова В.Д.² (*vasilisaabr@yandex.ru*)

Скрипкина С.М.² (*skripkina03@mail.ru*)

Кривченкова Е.В.² (*krivchenkova.el@inbox.ru*)

Верхолаз Д.М.² (*dverkholaz@mail.ru*)

Бородкина А.С.² (*anna.borodkina.19@um.edu.mt*)

Комарова А.В.² (*alicekomarova97@gmail.com*)

Кисельников А.А.² (*kiselnikov@mail.ru*)

¹ *Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия)*

² *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)*

Введение. Альтруизм – это форма просоциального поведения, направленная на помощь другим в отсутствие или ущерб личной выгоде [Bell]. Мотивация к альтруистическому поведению до сих пор остается предметом многочисленных дискуссий. Альтруизм может быть мотивирован стремлением избавиться от собственных негативных переживаний, эмпатическим сочувствием или ожиданием ответной выгоды. Исследования мозговых механизмов альтруизма могут пролить свет на природу просоциального поведения. Большинство из них было проведено с использованием функциональной МРТ, и в недавнем мета-анализе были определены структуры, активность которых связана с альтруистическим поведением – «система альтруизма». Наибольшим анатомическим объемом среди них обладает передняя поясная кора (ППК) [Rhoads и др.]. В настоящем исследовании мы используем метод электроэнцефалографии, который обладает большей временной точностью. Мы считаем, что принятие альтруистических решений задействует не столько единичную структуру, сколько определенный сетевой паттерн взаимодействия структур. Поэтому мы рассматриваем мозговые механизмы альтруизма в рамках сетевого подхода в нейронауке [Bassett & Sporns] и задаемся вопросом о том, какие паттерны функциональной связности (ФС) мозговых структур при принятии морально нагруженных решений определяют их альтруистичность.

Для создания экспериментальной обстановки, в которой участники будут находиться в ситуации, требующей такого решения, мы использовали экспериментальную парадигму «Боль или выгода» [Pain vs Gain, PvsG]. В данной парадигме участник находится в ситуации выбора между своей финансовой выгодой и болью/дискомфортом другого человека [FeldmanHall и др.]. Мы предполагаем, что в условии принятия альтруистического решения по сравнению с контрольным мы обнаружим кластер синхронизированной активности структур, связанных с эмоциональной и когнитивной эмпатией. В то же время альтруистичность принятых решений может быть обусловлена большей синхронизацией ППК со структурами «системы альтруизма». Наконец, мы предположили, что связность ППК со всеми другими корковыми структурами во время принятия решений может быть связана с их просоциальностью.

Материалы и методы. В выборку исследования вошли 90 добровольцев (43 женщины, возраст 21 ± 1.86). За участие добровольцы получали компенсацию в размере 1000 руб. и дополнительную сумму, зависящую от их поведения в эксперименте. Все участники подписали форму информированного согласия. Исследование было одобрено этическим комитетом МГУ им. М.В. Ломоносова. Участники заполнили опросники индекс межличностной реактивности (IRI) и короткий опросник темной триады (SD3). Перед началом участникам сообщали, что в соседней комнате сидит еще один участник (фейковый участник, ФУ), с которым они будут удаленно взаимодействовать во время эксперимента. Фактически взаимодействие участника и ФУ достигалось за счет использования предзаписанных видео. Задача PvsG состояла из контрольного (КУ) и экспериментального условий (ЭУ), в каждом по 20 подходов и 6 вариантов ответа. В КУ нужно было решить, каким пальцем пошевелить ФУ (одним из пяти пальцев или не двигаться). Перед ЭУ участникам выдавалась сумма денег (1000 руб.), и в каждом подходе нужно было выбирать между собственной выгодой (оставить себе 50, 40, 30, 20, 10 или 0 руб.) и болью ФУ, вызванной медицинским элект-

тромиостимулятором (6 уровней интенсивности – от «очень высокого» до отсутствия), например: когда участник отдавал все 50 руб., ФУ не получал стимуляции.

Одновременно записывалась 60-канальная ЭЭГ, а временные интервалы для принятия решений (4 секунды в каждом подходе) использовались для расчета ФС (по формуле wPLI) между реконструированными корковыми источниками (по методу sLORETA). Для сравнения ФС при условиях был использован метод сетевой статистики, основанный на кластерно-пермутационном тестировании [Zalesky и др.]. Для корреляционного анализа ФС между ППК и 15 другими структурами «системы альтруизма» (см. Rhoads и др., 2021, Таблица 2, альтруизм > эгоизма) и отданной суммы были использованы разностные значения ФС (ЭУ-КУ). Метрика сетевого анализа – «сила» узла (сумма весов всех ФС, образованных структурой со всеми другими корковыми структурами) – была использована для оценки общей связности ППК с другими корковыми структурами, для расчета метрики ФС в ЭУ меньше медианного порога были отброшены. Для корреляционного анализа использовался критерий Спирмена с поправкой Бонферрони.

Результаты. Были обнаружены значимые корреляции отданной суммы и баллов по шкале эмпатического сочувствия IRI ($R=0.2$, $p=.02$) и психопатии SD3 ($R=-0.3$, $p=.001$), что подтверждает экологическую валидность эксперимента. Был обнаружен кластер ФС, отличающих ЭУ. Он включал ФС в правом полушарии (ПП) – между веретенообразной извилиной, медиальной частью зрительной коры, задней верхней височной бороздой, средней височной извилиной, инсулой и каудальной ППК. Была обнаружена значимая корреляция между отданной суммой и ФС ростральной ППК и орбитальной части нижней лобной извилины (НЛИОрб) в левом полушарии (ЛП) ($R=0.3$, $p(\text{corr})=.04$). Следовательно, чем более выражена эта ФС в ЭУ по сравнению с КУ, тем более альтруистично ведет себя человек. Общемозговая сетевая «сила» каудальной ППК в ЭУ также оказалась связана с отданной суммой ($R=0.3$, $p(\text{corr})=.02$).

Заключение. Процесс принятия решений в условиях моральной дилеммы (боль Другого или собственная финансовая выгода) характеризуется синхронизированной активностью набора структур ПП, которые по предыдущим данным задействованы в восприятии эмоций и эмпатии к боли [Lamm и др.]. Просоциальность принимаемых решений связана с ФС ростральной ППК и НЛИОрб в ЛП и общей связностью («силой») каудальной ППК со всеми другими корковыми структурами, что указывает на то, что у данных частей ППК могут быть разные функциональные роли в обеспечении альтруистичности принимаемых решений. Предложенные мозговые корреляты альтруизма могут быть более глубоко изучены и в последующем использованы для разработки маркеров про- и антисоциальных тенденций в поведении, а также для наделения просоциальными качествами нейроморфного искусственного интеллекта.

Bassett D.S., Sporns O. Network neuroscience. Nature neuroscience. 2017. 20(3). P. 353-364. URL: <https://doi.org/10.1038/nn.4502>.

Bell G. Selection: The Mechanism of Evolution. Chapman & Hall. 1997.

FeldmanHall O., Dalgleish T., Evans D., & Mobbs D. Empathic concern drives costly altruism. NeuroImage. 2015. 105. P. 347-356. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.10.043>.

Lamm C., Decety J., & Singer T. Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. NeuroImage. 2011. 54(3). 2492-2502. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.014>.

Rhoads S.A., Cutler J., & Marsh A.A. A feature-based network analysis and fMRI meta-analysis reveal three distinct types of prosocial decisions. Social Cognitive and Affective Neuroscience. 2021. 16(12). P. 1214–1233. URL: <https://doi.org/10.1093/scan/nsab079>.

Zalesky A., Fornito A., & Bullmore E.T. Network-based statistic: Identifying differences in brain networks. NeuroImage. 2010. 53(4). 1197-1207. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.06.041>.

ОСОБЕННОСТИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Михайлова Е.В.
(zzztarasova@gmail.com)

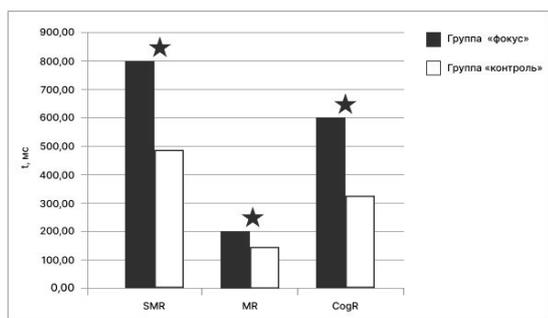
*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
(Нижний Новгород, Россия)*

При хроническом употреблении психоактивного вещества возникают выраженные когнитивные нарушения. Патогенез дефицита когнитивных функций у таких людей исследован недостаточно. Характер и выраженность нарушений когнитивных функций у пациентов, которые принимают психоактивные вещества, зависит от вида препарата, дозировки, длительности зависимости и возраста пациентов, но особое внимание уделяется видам препарата.

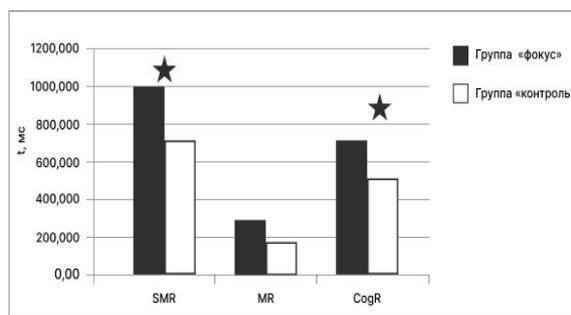
Целью исследования стало изучение функционального состояния головного мозга и когнитивных функций у лиц, принимающих психоактивные вещества, в сравнении с людьми, не использующими психоактивные вещества, и выявление особенностей когнитивных функций при употреблении психоактивных веществ.

Для проведения исследования использовалась технологическая разработка кафедры психофизиологии ФСН ННГУ им. Н.И. Лобачевского – Интернет-платформа Когнитом [Polevaya et al.]. На базе Интернет-платформы Когнитом (platform.apway.ru) реализован интерфейс, который позволяет, помимо имеющихся сценариев, используемых в различных исследованиях создавать оригинальные тесты. На платформе можно сконструировать индивидуальную тренировочную программу с учетом характеристик испытуемого. Тесты сгруппированы в три основных модуля: компьютерная кампиметрия, тесты сенсомоторной активности и разнообразный варианты теста Stroop [Polevaya et al.]. Исследование проводилось в реабилитационных центрах г. Нижнего Новгорода и г. Дзержинска. Выборка состояла из 20 мужчин в возрасте от 20 до 40 лет, из которых в фокусной группе из 10 человек находились лица, употребляющие психоактивные вещества («соли») и находящиеся в реабилитационном периоде, и 10 человек в контрольной группе – здоровые мужчины, не имеющие химической зависимости, в возрасте от 20 до 40 лет.

По результатам применения модуля по тесту сенсомоторной активности моторные и когнитивные показатели в фокусной группе достоверно превышали таковые в контрольной группе (Рис. 1А). Таким образом, изменения, вызванные влиянием психоактивных веществ, замедляют процессы обработки информации при простой сенсомоторной активности, когда не напряжены механизмы селективного внимания и работает только базовое внимание (наличие или отсутствие объекта на экране), то есть не происходит выделение признаков. В модуле на сложную сенсомоторную активность в качестве целевого стимула были использованы семантические признаки «съедобное» и «не съедобное». В данном контексте присутствует обращение к индивидуальному опыту, то есть подгружаются энграммы и включается память. Эндогенный компонент принятия решения при семантическом целевом признаке играет большую роль, поскольку имеет место не просто сенсорное событие, а смысловое. Таким образом, в данном случае в работу включается более сложная нейронная сеть, больше модулей мозга участвуют в принятии решения. Причем, если есть нарушения в работе нейронной сети, то чем больше модулей включается в принятие решения, тем контрастнее будут различия, что проявится в результатах исследования (Рис. 1Б). Выявленные различия во времени сенсомоторной реакции определяются достоверностью различий в когнитивном компоненте, при этом моторный компонент у зависимых пациентов существенно не страдает. При этом у лиц с наркотической аддикцией значимо ($p < 0,05$) снижается точность выполнения тестов.



А

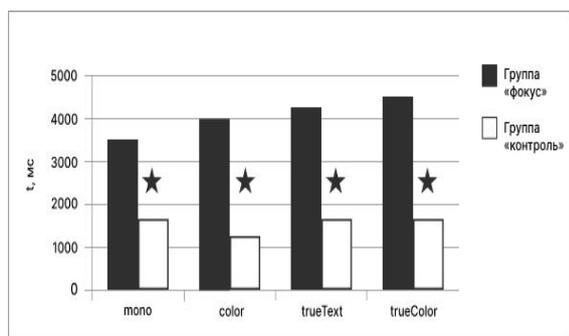


Б

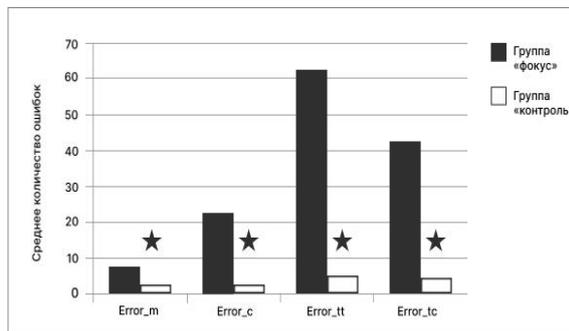
Рис. 1. Латентный период сенсомоторной (SMR), моторной (MR) и когнитивной реакции (CogR) у пациентов с наркотической зависимостью (группа «фокус») и контрольной группы в тестах на простую (А) и сложную (Б) сенсомоторную активность

* здесь и далее статистически достоверные различия ($p < 0,05$).

Результаты, представленные на рис. 2А и 2Б, показывают, что по итогам статистического анализа с применением критерия Манна-Уитни выявлены достоверные различия по количеству ошибок между фокусной и контрольной группой при решении задач типа «Color» по тесту Stroop, где участники должны были правильно выбрать цвет, а также по времени при решении задачи «trueText», где присутствует конфликт между семантикой и цветом образа. Фокусная группа показала более низкий результат, что свидетельствует о нарушении ассоциативного мышления, замедлении скорости принятия решения в сравнении с контрольной группой, а также о наличии нарушений, связанных с затрудненностью вербально-сенсорных отношений и сниженной активностью цветового сенсорного образа.



А



Б

Рис. 2. Сравнительная характеристика времени принятия решений (А) и среднего количества ошибок (Б) у представителей фокусной и контрольной групп в тесте Stroop

Проведенное нами исследование позволяет заключить, что Интернет-платформа Когнитом является эффективным инструментом для картирования когнитивных функций лиц, принимающих психоактивные вещества, и обеспечивает персонализированную диагностику возникающих нарушений. Рассматриваются возможности использования данной технологии в сфере когнитивной реабилитации и коррекции вышеуказанных нарушений при наркотической зависимости.

Финансирование работы

Работа выполнена при частичной поддержке РФФ, грант № 22-18-20075.

Polevaya S.A., Eremin E.V., Bulanov N.A., Bakhchina A.V., Kovalchuk A.V., Parin S.B. Event-related telemetry of heart rhythm for personalized remote monitoring of cognitive functions and stress under conditions of everyday activity. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2019. 11(1). P. 109-115.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

Михеенкова М.А.

(*m.mikheyenkova@yandex.ru*)

ФИЦ ИУ РАН, РГГУ (Москва, Россия)

Анализ рациональности мышления и поведения находится в фокусе внимания различных дисциплин, занимая центральное место в объяснении их феноменов. Когнитивные, психологические, социальные науки, философия, экономика, теория принятия решений предлагают множество моделей рациональности со своими допущениями и ограничениями [Chater N. et al.; Oaksford, Chater; Ramos Garsia; Schurz, Hertwig; Stanovich, West, Toplak]. Сложность этого понятия проецируется на его дискуссионность [Chater N. et al.] и, соответственно, обеспечивает развитие методологических решений. Эпистемическая и инструментальная рациональность используют аппарат аксиоматической теории полезности и теории вероятностей, принятие решений в условиях неопределённости трансформируется в байесовскую рациональность. Представление о рациональности как измеримой когнитивной компетенции приводит к формированию оценки рациональности (коэффициента, подобного IQ) [Stanovich, West, Toplak].

Значительный вклад ИИ в развитие когнитивной науки и создание формальных инструментов для неё поддерживается когнитивными архитектурами (одним из направлений развития сильного ИИ [Ведяхин]), открытым обучением [Adam] и т.д. В основании этих подходов лежит понятие интеллектуального агента – одно из ключевых в ИИ [Russell, Norvig]. Общее теоретическое представление об интеллектуальном агенте предполагает у него обширный круг способностей – целеполагание, реактивность, способности к рассуждению, действию, взаимодействию и т.д. [Тарасов]. Каждая из них может быть предметом отдельного исследования в когнитивной науке, поэтому естественно отдельно рассмотреть некоторые из них, в частности действия агентов в конкретной среде.

Искусственный когнитивный агент обычно предназначен для воспроизведения рационального поведения. Основу доминирующих теорий такого поведения составляют экономические и математические теории полезности, оптимального управления и т.п. В широком смысле это означает принятие наилучшего (с точки зрения тех или иных критериев) решения, т.е. достижение согласованности между убеждениями, предпочтениями, возможностями (ресурсами), рисками и действием. В более сложных схемах – многоагентных системах – агенты обладают возможностью взаимодействия, вносящего коррективы в их поведение для оптимального достижения общей цели.

Для моделирования действий агентов в некоторой среде и анализа их рациональности могут использоваться логические средства [Mikheyenkova, Тарасов]. Интеллектуальные (когнитивные) агенты, оказываясь в той или иной среде (ситуации действия), могут выбирать действия из множества $ACT = \{p_1, \dots, p_n\}$. В простой схеме деление действий на допустимые, запрещённые и нейтральные – не ухудшающие, ухудшающие и не изменяющие положение агента (например, приближение к оптимальному решению), соответственно – может быть задано заранее, например, получено в результате обучения для каждой из динамически изменяющихся сред.

Соответственно, для формализации действия могут быть использованы трёхзначные логики B_3 , E_3 и LP_3 с истинностными значениями $\{0, 1/2, 1\}$ [Mikheyenkova]. Выбор логики зависит от предпочтительной семантики истинностного значения $1/2$, которая на формальном уровне отражается в различии в определении логических связей. Для представления возможных действий p агента используются логические связки J_p : J_p – агент выполняет действие p , J_0p – агент воздерживается от его выполнения, $J_{1/2}p$ – выполнение действия не определено (бессмысленно). Внешнее управляющее воздействие может накладывать ограничения на деятельность агентов, представляя их в виде зависимостей между выполнением действий, описываемых непротиворечивым множеством формул $\{\Pi_1, \dots, \Pi_s\}$ соответствующей трёхзначной логики. С помощью метода аналитических таблиц из [4] для соответствующих логик можно установить, не находится ли деятельность агента – выбранный им набор действий из $\{p_1, \dots, p_n\}$ – в противоречии с ограничениями из $\{\Pi_1, \dots, \Pi_s\}$. При отсутствии противоречия агента можно считать рациональным.

В условиях взаимодействия в сообществе агентов – многоагентной системе МАС –интенциональный агент, наделённый теми или иными механизмами мотивации [Тарасов], может полу-

чать сигналы от других агентов. В этом случае полученная информация оказывается аргументами в пользу выбора того или иного варианта действия. Пусть A – множество аргументов относительно выполнения или невыполнения интенциональным агентом многоагентной системы МАС некоторых действий из $ACT = \{p_1, \dots, p_n\}$. Каждый агент выбирает действия из $\{p_1, \dots, p_n\}$ на основании формируемых индивидуальных аргументационных функций $g^+(p_i)$ (аргументов из A «за» выполнение p_i) и $g^-(p_i)$ (аргументов из A «против» выполнения p_i), $i = 1, \dots, n$. Если есть аргументы «за» и нет аргументов «против», агент выбирает действие $J_1 p_i$, в противном случае – $J_0 p_i$. Одновременное наличие аргументов «за» и «против» означает неопределённость действия – $J_{2/3} p_i$ (возможны варианты с привлечением дополнительной аргументации), отсутствие и тех, и других – бессмысленность, $J_{1/3} p_i$ (положение агента при этом действии не меняется). Так определённая аргументационная семантика может быть представлена истинностными значениями $2/3$ и $1/3$, соответственно, в четырёхзначных логиках B_4 , E_4 и $L\Box_4$ [Михеенкова, Финн]. Рациональность агентов также устанавливается с помощью метода аналитических таблиц из [Михеенкова, Финн] для соответствующих логик. Использование различных логик семантически оправдано изучением различных аспектов рациональности и приводит к её различным оценкам. Выделение рациональных агентов может быть полезным инструментом для управления полуавтономными агентами, позволяя блокировать деятельность нерациональных агентов в конкретных ситуациях.

Аналогии между рациональностью человека, являющуюся функцией индивидуальных и когнитивных особенностей личности и самой реальности, и интеллектуальных агентов, разумеется, относительно. Однако в них заложен потенциал взаимного обогащения и развития различных ветвей когнитивной науки. Так, исследование механизмов человеческой рациональности способствует совершенствованию формальных теорий когнитивной деятельности [Кузнецов], когнитивная психология вносит вклад в развитие эмоционального [Zhao J., et al.] и объяснимого ИИ (XAI) [Taylor J.E.T., Taylor G.W.], а сам ИИ является стимулятором заметного числа идей когнитивной науки [Boden].

Ведяхин А.А. и др. Сильный ИИ. На подступах к сверхразуму. М.: Интеллектуальная литература, 2021.

Кузнецов О.П. Ограниченная рациональность и принятие решений. Искусственный интеллект и принятие решений. 2019. № 1. С. 3-15.

Михеенкова М.А., Финн В.К. Об аргументационном подходе к анализу мнений // Сборник трудов XI Международной конференции «ИММВ-2022». 2022. Т. 2. М.: РАИИ. С. 60-73.

Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: УРСС, 2002.

Adam S., et al. Open-Ended Learning Leads to Generally Capable. Agents // arXiv:2107.12808. 2021.

Boden M.A. AI. Its nature and future. Oxford: Oxford University Press, 2016.

Chater N. et al. Mind, rationality, and cognition: An interdisciplinary debate. Psychon Bull Rev. 2018. 25. P. 793-826.

Mikheyenkova M.A. On the Logical Approach to the Rationality of an Intelligent Agent. Communications in Computer and Information Science. 3044. 2021. P. 40-47.

Oaksford M., Chater N. Précis of bayesian rationality: The probabilistic approach to human reasoning. Behav Brain Sci. 2009. 32(1). P. 69-84.

Ramos Garsia G. Human Rationality: Explanations from Cognitive Science and the Philosophy of Logic. Tópicos. 2021. 61. P. 385-402.

Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). NJ: Pearson, 2020.

Schurz G., Hertwig R. Cognitive Success: A Consequentialist Account of Rationality in Cognition. Top Cogn Sci. 2019. 1(1). P. 7-36.

Stanovich K.E., West R.F., Toplak M.E. The Rationality Quotient: Toward a Test of Rational Thinking. MIT Press: Cambridge, MA, 2016.

Taylor J.E.T., Taylor G.W. Artificial cognition: How experimental psychology can help generate explainable artificial intelligence. Psychon. Bull. Rev. 2021. 28. P. 454-475.

Wooldridge M.J. A Brief History of Artificial Intelligence. New York: Flatiron Books.

Zhao J., et al. 2022. Cognitive psychology-based artificial intelligence review. Front. Neurosci. 2021. 16:1024316.

ИНСАЙТ В КОНТЕКСТЕ МЕТАКОГНИТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Морошкина Н.В.

(n.moroshkina@spbu.ru)

СПбГУ (Санкт-Петербург, Россия)

Инсайт исследуется вот уже более ста лет, однако большая часть работ была сосредоточена на объяснении когнитивных механизмов инсайтного решения. При этом эмоциональное сопровождение инсайтных решений – Ага-переживание – либо использовалось как маркер когнитивных процессов, либо игнорировалось. В последние 20 лет наметился новый тренд – интерес к источникам и функциям самого Ага-переживания. Ребер и Тополински [Topolinski, Reber] предложили рассматривать Ага-переживание как отражение резкого повышения беглости обработки, сопровождающего появление решения, по аналогии с другими метакогнитивными переживаниями (такими как чувство знакомости, чувство истинности и т.д.). Отметим, что Ребер и Тополински не объясняют, почему в одних случаях решение задачи сопряжено с резким изменением беглости обработки, а в других – нет, т.е. они не раскрывают конкретные когнитивные механизмы инсайтного решения. Важно, что таким образом обосновывается *косвенная связь* между когнитивными процессами, вовлеченными в инсайтное решение, и возникновением Ага-переживания.

В ходе рассмотрения инсайта в контексте метакогнитивной регуляции с опорой на концепцию беглости обработки информации нами были сформулированы несколько эмпирически проверяемых следствий. Во-первых, то, что Ага-переживание может провоцироваться не одним, а несколькими источниками беглости, в том числе нерелевантными. Во-вторых, что уверенность в правильности решения в случае Ага! может быть ошибочна, т.к. она основана на косвенном источнике – высокой беглости обработки. В-третьих, если за Ага-переживанием стоит резкое повышение беглости обработки, то это должно также проявляться в снижении оценок трудности задачи самим решателем. Для проверки выдвинутых следствий была проведена серия экспериментов с использованием задач на поиск отдаленных ассоциаций (RAT), ребусов и анаграмм.

В исследовании А.В. Аммалайна [Аммалайнен], выполненном под нашим руководством, проверялась гипотеза о влиянии нерелевантных источников беглости на оценки Ага-переживания в ситуации индуцированного инсайта. Эксперимент проводился с использованием задач RAT, нерелевантным источником беглости выступали перцептивные характеристики заданий. Испытуемым предъявлялись триады слов и спустя несколько секунд – слово-решение. Участники должны были быстро определить, является ли предъявленное слово подходящим решением или нет, и ответить, сопровождалось ли понимание решения Ага-переживанием. Часть предъявленных триад содержала слова с отзеркаленными буквами, что снижало беглость их обработки. В момент появления слова-решения все слова в триаде становились стандартным. Полученные результаты показали, что сдвиг в беглости обработки, спровоцированный переходом с зеркального на стандартное написание, приводил к большей вероятности того, что решение было оценено как инсайтное. Таким образом, было показано, что нерелевантные источники беглости действительно могут влиять на оценку Ага-переживания.

В другой серии экспериментов нами проверялась гипотеза о том, что ложные инсайты могут быть искусственно спровоцированы за счет предварительной активации ошибочного решения с помощью прайминга или подсказок. Для проверки этого предположения нами были разработаны шести- и пятибуквенные анаграммы, различающиеся на одну букву (например, МОЛНИЯ – ЛИ-МОН). Было показано, что после предъявления изображения-подсказки, соответствующего короткому слову, возрастает вероятность того, что это слово будет «найдено» участником в качестве решения шестибуквенной анаграммы, и в части случаев эти решения переживались как ложные инсайты [Ammalainen A., Moroshkina N. 2021; Ammalainen A.V., Moroshkina N.V. 2019]. Результаты согласуются с данными Гриммер и коллег [Grimmer, Laukkonen and etc.], которые показали, что повышение беглости семантической обработки за счет предварительного знакомства с ассоциативно связанными словами, также может провоцировать ложные инсайты при решении анаграмм.

Косвенным подтверждением того, что Ага-переживание связано с переоценкой качества найденного решения были получены нами в двух исследованиях, где участникам предлагались для решения задачи RAT [Moroshkina, Savina and etc.] и ребусы [Moroshkina, Pavliuchik and etc.]. В обоих исследованиях после самостоятельного поиска и ввода решения шла процедура самопроверки, в которой участники сверяли свой ответ с правильным. После сбора данных правильность всех

ответов проверялась несколькими независимыми экспертами. Был обнаружен небольшой процент ошибок самопроверки участников – в части проб они засчитывали свои ошибочные ответы как правильные, несмотря на их несовпадение с предъявленным вариантом. Анализ самоотчетов показал, что вероятность такой ошибки была выше в тех пробах, где участники испытывали Ага-переживание при нахождении решения, т.е. они доверяли ему больше, чем предъявленной обратной связи.

В исследовании на материале задач-ребусов проверялась связь Ага-переживания с субъективными оценками трудности задачи [Moroshkina, Pavliuchik and etc.]. Участники не только решали задачи, но также отчитывались об интенсивности Ага-переживания и давали оценку трудности задачи до и после обнаружения решения. Было показано, что после более интенсивных Ага-переживаний участники сильнее снижали свои оценки трудности задачи по сравнению с первоначальным прогнозом, что косвенно подтверждает гипотезу резкого повышения беглости обработки. Таким образом, нами показано, что Ага-переживание связано с метакогнитивными оценками не только найденного решения, но и самой решаемой задачи. При этом остается неясно, является ли метакогнитивной ошибкой первоначальная оценка трудности задачи [Dubey, Ho and etc.] или именно ретроспективная оценка искажается под влиянием Ага-переживания [Moroshkina, Savina and etc.]. Приведенные результаты позволяют сделать вывод об эвристичности выбранного подхода к исследованию инсайта и указывают на то, что инсайт является ключом не только к пониманию когнитивных, но и метакогнитивных процессов, участвующих в решении творческих задач.

Финансирование работы

Автор выражает благодарность СПбГУ за поддержку (проект ID: 117356371)

Аммалайнен А.В. Влияние беглости обработки информации на оценки Ага переживания в инсайтных решениях. дисс. на соиск. уч. степени к.психол.н. 2022.

Ammalainen A., Moroshkina N. The effect of true and false unreportable hints on anagram problem solving, restructuring, and the Aha!-experience. Journal of Cognitive Psychology. 2021. 33(6-7). P. 644-658.

Ammalainen A.V., Moroshkina N.V. When an Error Leads to Confidence: False Insight and Feeling of Knowing in Anagram Solving. Psychology. Journal of the Higher School of Economics. 2019. 16(4). C. 774-783.

Dubey R., Ho M.K., Mehta H., Griffiths T. Aha! moments correspond to metacognitive prediction errors. Preprint. 2021. URL: <https://doi.org/10.31234/osf.io/c5v42>.

Grimmer H, Laukkonen R, Tangen J, von Hippel W. Eliciting false insights with semantic priming. Psychon Bull Rev. 2022. 29(3). P. 954-970.

Moroshkina N.V., Pavliuchik E.I., Ammalainen A.V., Gershkovich V.A. and Lvova O.V. The Aha! experience is associated with a drop in the perceived difficulty of the problem. Frontiers in Psychology. 2024. 15:1314531.

Moroshkina N.V., Savina A.I., Ammalainen A.V., Gershkovich V.A., Zverev I.V., Lvova O.V. How Difficult Was It? Metacognitive Judgments About Problems and Their Solutions After the Aha Moment. Frontiers in Psychology. 2022. 13:911904.

Topolinski S., Reber R. Gaining Insight Into the “Aha” Experience. Current Directions in Psychological Science. 2010. 19(6). P. 402-405.

РОЛЬ ПСИХОРЕГУЛЯЦИИ ПОЛИМОДАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ В УКРЕПЛЕНИИ КОГНИТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Мурашова И.Ю.
(irinangarsk@yandex.ru)

Иркутский государственный университет (Иркутск, Россия)

Актуальность исследования вызвана недостаточной разработанностью содержания психологического сопровождения детей 6-9 лет с различными характеристиками речи, обучающихся в инклюзивных условиях, имеющих трудности восприятия образовательной информации. Полноценное восприятие и переработка поступающей информации обеспечивается способностью человека воспринимать ее полимодально, то есть через основные каналы (или модальности) восприятия одновременно, к которым относят тактильно-кинестетический, слуховой и зрительный. Тактильно-кинестетическая модальность объединяет в себе звенья воспринимаемых человеком кожных, мускульных, двигательных, обонятельных и вкусовых перцепций [Лурия, с. 384]. Трудности восприятия и переработки учебной информации снижают показатели когнитивного здоровья обучающихся [Дзятковская, с. 180; Казакова и др., с. 76-99]. Зачастую в современных школах и детских садах дети с тяжелыми нарушениями речи (ТНР) обучаются в одном классе или группе со здоровыми сверстниками, т.е. в условиях инклюзии. Однако и среди «здоровых» обнаруживаются ученики, имеющие разные недостатки речевого развития. Разработка содержания психологического сопровождения обучающихся с разными характеристиками речевого развития, имеющих дисгармоничность полимодального восприятия (ПВ), приобретает особую важность в сохранении и укреплении их когнитивного здоровья.

Исследование осуществлялось на базе дошкольных и школьных образовательных организаций Иркутской области. Всего принял участие 431 ребенок 6-9 лет. На констатирующем и контрольном этапах применялись единые методики диагностики обследуемых. Так, для изучения речевых характеристик детей 6-9 лет нами составлялись задания на базе рекомендаций Т.В. Ахутиной и Т.А. Фотековой. Для изучения индивидуальной структуры ПВ применялась методика диагностики ПВ [Мурашова, с. 104], которая позволяла определить как ведущую модальность восприятия, так и интегративную активность неведущих в структуре полимодального восприятия, на этой основе определить профили ПВ. На констатирующем этапе по результатам диагностики речи все дети были разделены на четыре группы, в зависимости от их речевых характеристик: 1) с нормальным речевым онтогенезом; 2) с лёгкими речевыми нарушениями; 3) со средними речевыми нарушениями; 4) с ТНР. По результатам диагностики ПВ во всех четырех группах встречались три профиля ПВ: «Гармоничный» профиль (Г/П), т.е. полноценный, а также два дисгармоничных. Первый – «Дисгармонично-избирательный» (Д/изб.), с акцентуацией на ведущей модальности. Второй – «Дисгармонично-инертный» (Д/ин.), с застреванием на ведущей модальности. Сопоставление речевых характеристик обследуемых с их профилями ПВ закономерно показало, что чем хуже состояние речи ребенка, тем негативнее у него профиль ПВ. Результаты констатирующего эксперимента позволили сделать вывод о необходимости проведения специальной психологической работы по психорегуляции ПВ у детей, имеющих дисгармоничные профили.

Нами была разработана технология психорегуляции ПВ у детей с дисгармоничными профилями (Д/изб. и Д/ин.), целью которой была его гармонизация. Для проверки её эффективности был проведен формирующий эксперимент (ФЭ), участниками которого, в общем, стали 160 обучающихся 6-9 лет, из них 119 детей составили экспериментальную группу (ЭГ), 41 ребенок – контрольную группу (КГ). Технология, рассчитанная на один учебный год, заключалась в том, что без изменения программного содержания занятий и уроков, под руководством психолога все педагоги образовательной организации изменяли способы подачи учебной информации. На индивидуальных психологических и логопедических занятиях вещание происходило мономодальным методом, то есть, в основном по ведущей модальности. На всех групповых занятиях и уроках вещание происходило методом мультисенсорной подачи материала, то есть не зависимо от индивидуального профиля ПВ, учебная информация подавалась сразу на три модальности. Таким образом, реабилитация осуществлялась путем увеличения возможностей усвоения материала, как по доминантному каналу, так и за счет активизации неведущих модальностей.

Табл. 1. Встречаемость разных профилей ПВ у детей 6-9 лет на констатирующем и контрольном этапах исследования в ЭГ и КГ (N=160)

Профили ПВ	Этапы исследования	Количество обследуемых в группах, %		Р
		ЭГ	КГ	
Гармоничный	Констатирующ.	0,00	0,00	-
	Контрольный	61,34	7,32	0,001
Дисгармонично-избирательный	Констатирующ.	36,97	39,02	0,09
	Контрольный	32,77	39,02	0,08
Дисгармонично-инертный	Констатирующ.	63,02	60,98	0,11
	Контрольный	5,88	53,66	0,001

Анализ результатов контрольного эксперимента (Табл. 1), показал, что на констатирующем этапе количество обследуемых в ЭГ и КГ с разными профилями ПВ различалось несущественно. На контрольном этапе различий в количестве детей с Д/изб. профилем не обнаружено, поскольку в обеих группах было зафиксировано преобразование ПВ из Д/ин. профиля в Д/изб., а из Д/изб. в Г/П. При этом число детей с Г/П в ЭГ стало значимо больше, чем в КГ (при $p \leq 0,001$), а с самым неблагоприятным Д/ин. профилем, наоборот, выявлено уменьшение численности обследуемых ЭГ в отличие от КГ (при $p \leq 0,001$). Контрольная диагностика также показала, что по завершении ФЭ у детей из ЭГ значимо повысились среднебалльные показатели речевого развития, по сравнению с обследуемыми из КГ (при $p \leq 0,001$).

Таким образом, можно констатировать, что при традиционной подаче образовательной информации у большинства детей 6-9 лет не происходит психорегуляции ПВ. Результаты анализа контрольного исследования состояния речи обследуемых показывают высокую значимость проведения специальной работы по психорегуляции ПВ детей с дисгармоничными профилями. Следовательно, работа по психорегуляции не только гармонизировала индивидуальную структуру ПВ обучающихся, но и стабилизировала показатели речевого развития, что, в целом, улучшило их когнитивное здоровье.

Дзятковская Е.Н. Системный подход к формированию содержания экологического образования М.: Образование и экология, 2011. 180 с.

Казакова Е.В., Соколова Л.В. Особенности психологического здоровья первоклассников с наличием медико-биологических факторов риска в раннем развитии // Клиническая и специальная психология. 2018. Том 7. № 4. С. 76-99.

Лурия А. Р. Основы нейропсихологии: учеб пособие. М.: Академия, 2003. 384 с.

Мурашова И.Ю. Психокоррекция нарушений речевого развития с использованием инновационных подходов. М.: Знание-М, 2020. 104 с.

Фотекова Т.А., Ахутина Т.В. Диагностика речевых нарушений школьников с использованием нейропсихологических методов: пособие для логопедов и психологов. М.: АРКТИ, 2002. 136 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ НАРУШЕНИЕМ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ (ОНМК)

Мухина Е.А.¹

(helen_loky@mail.ru),

Волкова Д.А.¹

(volkovad97@bk.ru)

Полевая С.А.¹

(s453383@mail.ru),

Циркова М.М.²

(cirkova_mariya@mail.ru)

¹ *Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

² *Клиническая больница № 2 Приволжского окружного медицинского центра ФМБА России (Нижний Новгород, Россия)*

Актуальность. Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является глобальной медико-социальной проблемой, поскольку сосудистые заболевания головного мозга, согласно данным Росстата, занимают четвертое место по смертности [Федеральная служба государственной статистики]. Ежегодно происходит неуклонный рост общего количества ОНМК, а одновременно с этим увеличивается и число смертельных исходов, при этом чаще всего возникает ишемический инсульт [Гуреева и др.; Мачинский и др.]. Подавляющее число всех больных, перенесших инсульт, имеют общий неврологический и когнитивный дефицит, что приводит к ограничению трудоспособности, утрате функциональной состоятельности, вне зависимости от возраста и пола. В частности, перед специалистами стоит задача повышения эффективности нейрореабилитационных мероприятий. В сфере когнитивной реабилитации необходим поиск оптимальных упражнений для улучшения сенсомоторной активности и когнитивных способностей пациента. Благодаря развитию компьютерных технологий появляется возможность объективизации диагностики и повышения эффективности коррекции когнитивных функций [Полевая, Буланов, Парин].

Характеристика выборки. Для изучения особенностей сенсомоторной активности у пациентов с ОНМК было проведено исследование, в котором участвовали 20 пациентов (15 мужчин, 5 женщин), проходивших курс лечения в Приволжском окружном медицинском центре. Возраст участников колебался от 22 до 71 года и в среднем составлял $53,4 \pm 3,2$ года. В группе контроля было 33 человека (7 мужчин, 26 женщин) в возрасте от 19 до 71 года, и возраст которых в среднем составлял $31,1 \pm 2,5$ года.

Методы. В ходе исследования сенсомоторной активности участники проходили когнитивные тренировки на интернет-платформе Когнитом (<http://cogni-nn.ru/>). Платформа разработана на кафедре психофизиологии ФСН ННГУ им. Н.И. Лобачевского и обеспечивает цифровизацию когнитивных функций [Полевая, Буланов, Парин]. Были созданы наборы шаблонных заданий на изучение простой и сложной сенсомоторной активности с использованием в качестве стимулов геометрических фигур, изображений животных, букв в правильном и отзеркаленном виде, слов, алгебраических выражений. При этом фиксировалось время (мс) моторной реакции (MR, нажатие кнопки) и когнитивной реакции (CogR, обработка сенсорной информации) и трех типов ошибок (1 тип – пропуск целевого стимула, 2 – двойное нажатие, 3 – нажатие на нецелевой стимул).

Результаты. Было выявлено, что продолжительность когнитивной реакции больше в группе ОНМК (при $p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о нарушении сенсомоторной активности у пациентов. Вероятно, полученные повреждения мозга в данной выборке вызывают замедление процесса обработки сенсорной информации и формирование ассоциативно связанного с этим моторного ответа.

Также обнаружено, что в группе контроля при прохождении тренировок включается функция перцептивной готовности, что выражается в уменьшении времени когнитивной реакции на последующие стимулы, чего нет у 85% пациентов. Т.е., этот эффект проявляется в том, что, например, при определенных межстимульных интервалах в серии из 15 стимулов зависимость времени реакции от номера стимула описывается логарифмической функцией, отражающей уменьшение времени реакции при увеличении порядкового номера стимула в последовательности.

Кроме этого, для оптимизации диагностики проводился кластерный анализ, в ходе которого было выделено 5 оптимальных тестов, указывающих на степень сохранности сенсомоторной активности. В табл. 1 представлены референсные значения скорости когнитивной реакции.

Табл. 1. Средняя продолжительность когнитивной реакции у группы контроля

Тест (название)	Продолжительность когнитивной реакции (мс)
Буквы, простая сенсомоторная активность (Б_15)	263,5±9,6
Буквы, сложная сенсомоторная активность (Б_15_с)	383,4±11,8
Геометрические фигуры простая сенсомоторная активность (ГФ_15)	262,2±9,2
Геометрические фигуры, сложная сенсомоторная активность (ГФ_15_с)	383,1±9,8
Алгебраические выражения, сложная сенсомоторная активность (Счёт_2000_4000)	1178,7±44,2

Определено, что когнитивные тренировки обладают реабилитирующим потенциалом. В результате лечения и прохождения пациентами серии из 6 тренировок сократилось время CogR при прохождении теста «Счет_2000_4000» (при $p < 0,05$); количество ошибок первого и третьего типа уменьшилось до 4%; функция перцептивной готовности восстановилась в 45% случаев.

Выводы. Спецификой когнитивной деятельности пациентов является достоверно более длительная когнитивная реакция, совершение большего количества ошибок с пропуском целевых стимулов и нарушение функции перцептивной готовности. Когнитивные тренировки на платформе при этом способны улучшать эти показатели в ходе реабилитации. Также были выявлены оптимальные для диагностики тесты и получены референсные значения, что можно использовать для дальнейшего развития диагностики.

Финансирование работы.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-18-20075».

Гуреева И.Л., Голиков К.В., Гомзякова Н.А. Когнитивные и эмоциональные нарушения у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. 2017. Т. 9. № 2(43). URL: http://mprj.ru/archiv_global/2017_2_43/nomer03.php.

Мачинский П.А., Плотникова Н.А., Ульянов В.Е., Кемайкин С.П., Рыбаков А.Г. Сравнительная характеристика показателей смертности и летальности от ишемического и геморрагического инсультов в России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2019. № 3 (51). С. 101-118.

Полевая С.А., Буланов Н.А., Парин С.Б. Компьютерные технологии для скрининга, диагностики и цифрового отображения когнитивных нарушений // XXI международная научно-техническая конференция «нейроинформатика-2019»: сборник научных трудов. М.: МФТИ, 2019. С. 125-132.

Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/>.

ТОЧНОСТЬ СЕНСОРНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ЗАВИСИТ ОТ ЧАСТОТЫ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ СТИМУЛА

Наумова К.А.¹
(kapogorelova@hse.ru)

Аксиотис В.А.²
(va.aksiotis@hse.ru)

Тумялис А.В.²
(atumyalis@gmail.com)

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

² Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России (Москва, Россия)

Введение. Сенсорное принятие решения заключается в выделении значимой информации о категории стимула из зашумленных сенсорных данных. В психологической теории принятия решения доминирующим является представление о том, что человек интегрирует сенсорную информацию с течением времени до достижения порога принятия решения и затем инициализирует и выполняет моторный ответ [Ratcliff; Gold & Shadlen]. Эти процессы включают моментальные коррекции и адаптации в траектории принятия решений и могут оказывать существенное воздействие на итоговые результаты [Usher & McClelland; Hanks et al.; Dekleva B.M, Kording K.P & Miller L.E]. Вместе с тем наличие высокой неопределенности стимула может служить основой импульсивных ошибочных решений. Это свидетельствует о том, что роль локальных по времени изменений сенсорной силы стимула недооценивается в существующем подходе. В исследовании испытуемые оценивали среднюю яркость целевого стимула по сравнению с эталонным стимулом. Яркость целевого стимула изменялась случайным образом по нормальному распределению в зависимости от двух факторов: близости среднего значения к яркости эталонного стимула и частоты предъявления. Гипотезы исследования заключались в следующем: 1. средние значения яркости стимулов перед выполнением правильного ответа и ошибки различаются; 2. точность и время принятия решения зависит от частоты изменения яркости стимулов.

Метод. В эксперименте приняли участие 14 человек в возрасте от 18 до 35 лет (возраст = $22,3 \pm 4,1$, $m=3$, $j=11$). Испытуемым на черном фоне (RGB: 0) предъявлялись два прямоугольника 9 x 6 см, расположенные вертикально и на 0,5 см друг от друга. Нижняя фигура выступала в качестве эталона и ее яркость была постоянной светло серой (RGB: 192). Изменения яркости верхней фигуры зависели от двух факторов - сложности принятия решения и частоты предъявления стимула. Для изменения сложности принятия решения значения яркости верхней фигуры в каждой попытке выбиралось случайным образом из нормального распределения со средними значениями яркости 211.2, 204.8, 198.4 по RGB для легкого, среднего и сложного уровней и стандартным отклонением 38.4 для всех уровней сложности. Частота предъявления стимулов было 6,67, 10 и 20 Гц, что соответствует периодам в 150, 100 и 50 мс. Испытуемым необходимо было сравнить две фигуры и определить среднюю яркость верхней фигуры относительно нижней. Для анализа данных использовались значения времени реакции, точности ответа и яркости верхнего стимула при каждом ее изменении. Для сравнения средних значений яркости данные были интерполированы для периодов 100 и 150 мс до периода в 50 мс. Анализ траекторий яркости проводился для правильных и ошибочных ответов в период от -0,5 до 0 секунд до регистрации ответа испытуемого. Траектория яркости для ответа «вниз» переворачивалась для соответствия траектории яркости для ответа «вверх».

Результаты. Для анализа точности и времени реакции использовался ANOVA для повторных измерений с факторами Сложность (Легкая, Средняя и Сложная) и Частота (6,67, 10 и 20 Гц). Время реакции правильных ответов зависело от сложности принятия решения ($F(1.65, 21.48) = 8.40$, $p = 0.003$, $\eta^2 = 0.39$) и линейно увеличивалось от легкого к сложному ($t=4.07$, $p_{bonf}=0.001$). Также время реакции зависело от частоты предъявления стимулов ($F(1.12, 14.59) = 15.63$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.55$) и также линейно увеличивалось от 6,67 до 20 Гц ($t = 2.66/2.93/5.59$, $p_{bonf} = 0.040/0.021/<0.001$ для 6.7 vs 10 / 10 vs 20 / 6.7 vs 20 Гц).

Точность выполнения задания зависит от сложности ($F(1.93, 25.14) = 5.48$, $p = 0.011$, $\eta^2 = 0.30$), частоты ($F(1.67, 21.73) = 317.9$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.96$) а также взаимодействия этих факторов

($F(3.09, 40.14) = 7.27, p < 0.001, \eta^2 = 0.36$). Для частоты 6,67 различия между уровнями сложности недостоверны; для частоты 10 Гц точность в сложном условии была ниже, чем в среднем ($t=3.49, p_{\text{bonf}}=0.030$) и легком ($t=4.28, p_{\text{bonf}}=0.002$); для частоты 20 Гц точность увеличивалась от сложного к легкому уровню ($t=3.89, p_{\text{bonf}}=0.008$). Между частотами все различия были значимы.

Для анализа изменения яркости целевого стимула использовался ANOVA для повторных измерений с факторами Ответ (Правильный, Ошибка), Частота (6.67, 10, 20) и Время (-0.50, -0.45, -0.40, -0.35, -0.30, -0.25, -0.20, -0.15, -0.10, -0.05, 0). В результате яркость целевого стимула была дальше от эталонного стимула для правильного ответа по сравнению с ошибочным (Ответ: $F(1, 13) = 71.8, p < 0.01, \eta^2 = 0.85$) и также зависела от времени (Ответ x Время: $F(4.16, 54.12) = 10.0, p < 0.01, \eta^2 = 0.44$) и частоты изменения яркости (Ответ x Частота x Время: $F(20, 260) = 3.11, p < 0.01, \eta^2 = 0.19$). Для частоты 6.67 Гц различия значимы с -0,35 до -0,25 секунд, для частоты 10 Гц различия значимы с -0,50 до -0,20 секунд, и для частоты 20 Гц различия значимы с -0,50 до -0,30 секунд.

Обсуждение. В исследовании обнаружено, что точность сенсорного принятия решения зависит от сложности задания и частоты изменения яркости стимула. Эффект сложности является очевидным и предсказуемым. Эффект частоты свидетельствует о том, что интеграция сенсорной информации связана с периодом предъявления стимула и эффективность выполнения увеличивается с увеличением частоты изменения яркости. Дополнительно, анализ траектории изменения яркости стимулов для правильных и ошибочных ответов показал, совершению ошибки предшествует изменение яркости в сторону эталонного стимула за 200-300 мс до ответа и наиболее выраженное для частоты в 10 Гц.

Ratcliff R, McKoon G. The diffusion decision model: theory and data for two-choice decision tasks. Neural Comput. 2008. P. 873-922.

Gold J.I, Shadlen M.N. The neural basis of decision making. Annu Rev Neurosci. 2007. 535-74.

Usher M, McClelland J.L. The time course of perceptual choice: the leaky, competing accumulator model. Psychol Rev. 2001. 550-92.

Hanks T.D, Kopec C.D, Brunton B.W, Duan C.A, Erlich J.C, Brody C.D. Distinct relationships of parietal and prefrontal cortices to evidence accumulation. Nature. 2015. 220-3.

Dekleva B.M., Kording K.P. & Miller L.E. Single reach plans in dorsal premotor cortex during a two-target task. Nat Commun. 2007. 9. 3556.

МОДЕЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЯЗЫКОВОЙ ДИСТАНЦИИ ПРИ КОГНИТИВНЫХ ЭФФЕКТАХ, СВЯЗАННЫХ С БИЛИНГВИЗМОМ

Нелюбина М.С.
(*marnelyubina@gmail.com*)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

Введение. Согласно гипотезе о параллельной активации, языки в сознании двуязычных/многоязычных людей активны, независимо от того, который используется в данный момент. Данная гипотеза подтверждается как нейровизуализационными, так и поведенческими исследованиями [Kroll, Dussias and etc.]. Для ограничения потенциальной интерференции двуязычным/многоязычным людям необходимо использовать специальный механизм языкового контроля, который связан с общей сетью системы исполнительных функций [Green]. В последнее время авторы [Gallo, Kubiak and etc.; Luk G. & Bialystok; Surrain & Luk] все чаще приходят к выводу, что для понимания влияния билингвизма на когнитивные функции, необходимо учитывать аспекты билингвального опыта, например, уровень владения языком и пропорциональное использование каждого из языков. Однако лишь немногие исследования на сегодняшний день принимают во внимание один из ключевых аспектов двуязычного опыта – лингвистическую дистанцию.

Лингвистическая дистанция (ЛД) – это количественная мера, показывающая, насколько языки похожи друг на друга с точки зрения их исторического развития, фонологической, лексической и синтаксической структур [Richards & Schmidt]. Несколько исследований, в которых изучалось влияние ЛД на когнитивные функции, дали неоднозначные результаты. Модель тормозного языкового контроля [Abutalebi & Green, 2007; Green, 1998; Green & Abutalebi, 2013] предполагает, что маленькая ЛД между языками будет в большей степени задействовать механизмы исполнительного контроля из-за более часто возникающей межязыковой интерференции, требующей разрешения. Альтернативная гипотеза о том, что языки с большей ЛД могут оказывать значимый эффект на систему когнитивного контроля, получила мало внимания.

Настоящее исследование направлено на изучение связи лингвистической дистанции и когнитивного тормозного контроля.

Метод. В исследовании приняли участие 39 носителей русского языка (10 мужчин, возраст 21.8 ± 1.96 лет). Для всех участников английский язык являлся первым иностранным языком (возраст начала изучения $8,5 \pm 3,39$ лет). Все участники изучали один из следующих языков в качестве второго иностранного: французский, немецкий, испанский, итальянский.

Для оценки когнитивного тормозного контроля использовалась фланкерная задача [Fan, McCandliss and etc.], реализованная в программе OpenSesame (v. 3.3.7) (<https://osdoc.cogsci.nl/>). Все участники дали информированное согласие перед участием в эксперименте. Данное исследование было рассмотрено и одобрено этическим комитетом НИУ ВШЭ.

Для анализа связи лингвистической дистанции и когнитивного тормозного контроля была построена модель смешанной линейной. Статистическая обработка проводилась с использованием компьютерных сред Jupyter Notebook и R (R Core Team 2019).

Результаты. Статистически значимая взаимосвязь была выявлена между лингвистической дистанцией, возрастом начала изучения третьего языка и временем реакции во фланкерной задаче ($Est=-0.125$, $SD=0.059$, $t=-2.109$, $p<0.05$). На рис. 1 показано, что чем раньше участник начал изучать второй иностранный язык и чем меньше лингвистическая дистанция между вторым иностранным языком и английским (первым иностранным) языком, тем быстрее участник справляется с фланкерной задачей.

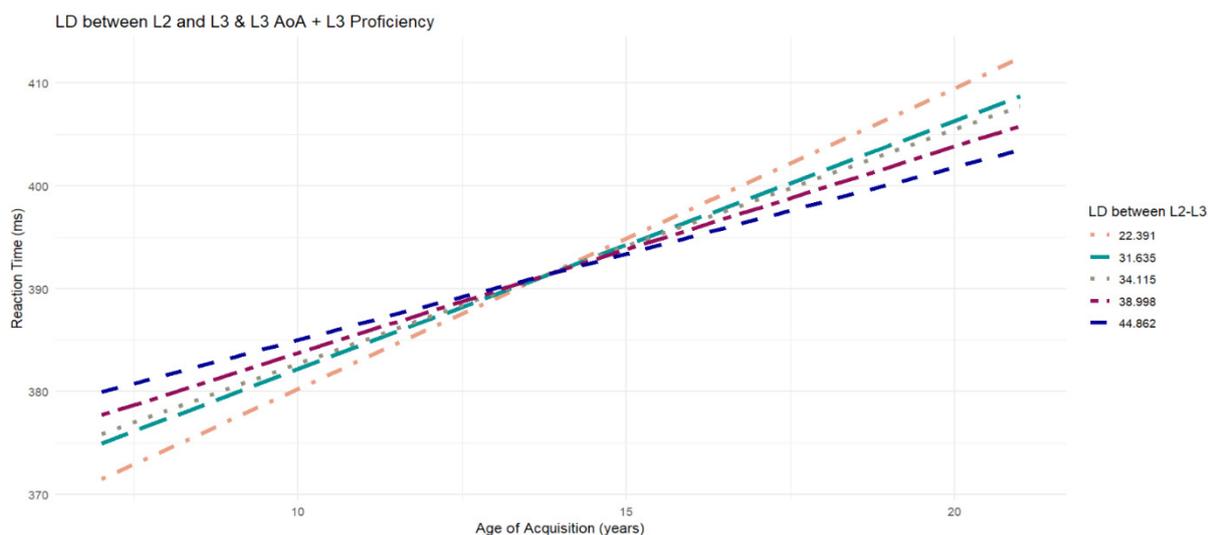


Рис. 1.

Заключение. Настоящие результаты помогают приблизиться к пониманию вклада лингвистической дистанции в когнитивные эффекты, связанные с билингвизмом. Чем меньше лингвистическая дистанция между языками, которые знает человек, тем меньше его время реакции в задании на когнитивный тормозной контроль, то есть тем лучше человек справляется с разрешением конфликта. Результаты этого исследования также потенциально представляют практические выводы, которые могут помочь разрешить трудности, связанные с возрастным снижением когнитивных функций.

Abutalebi J., & Green D. Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control. *Journal of Neurolinguistics*. 2007. 20(3). P. 242-275. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2006.10.003>.

Fan J., McCandliss B.D., Fossella J., Flombaum J. I., & Posner M.I. The activation of attentional networks. *NeuroImage*. 2005. 26(2). P. 471-479. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.02.004>.

Gallo F., Kubiak J., & Myachykov A. Add Bilingualism to the Mix: L2 Proficiency Modulates the Effect of Cognitive Reserve Proxies on Executive Performance in Healthy Aging. *Frontiers in Psychology*. 2022. 13. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.780261>.

Green D.W. Control, Activation, and Resource: A Framework and a Model for the Control of Speech in Bilinguals. In *Brain and Language*. 1986. Vol. 27.

Green D.W. Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*. 1998. 1(2). P. 67-81. URL: <https://doi.org/10.1017/s1366728998000133>.

Green D.W., & Abutalebi J. Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology*. 2013. 25(5). P. 515-530. URL: <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.796377>.

Kroll J.F., Dussias P.E., Bice K., & Perrotti L. Bilingualism, Mind, and Brain. In *Annual Review of Linguistics*. 2015. Vol. 1. Issue 1. P. 377-394. Annual Reviews Inc. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-linguist-030514-124937>.

Luk G., & Bialystok E. Bilingualism is not a categorical variable: Interaction between language proficiency and usage. *Journal of Cognitive Psychology*. 2013. 25(5). P. 605-621. URL: <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.795574>.

Richards J.C., & Schmidt R. *Longman dictionary of applied linguistics and language teaching*. Harlow, UK: Longman. 2002. 327.

Surrain S., & Luk G. Describing bilinguals: A systematic review of labels and descriptions used in the literature between 2005-2015. In *Bilingualism*. 2019. Vol. 22. Issue 2. P. 401-415. Cambridge University Press. URL: <https://doi.org/10.1017/S1366728917000682>.

УПРАВЛЕНИЕ ВЗОРОМ ПРИ ОПТОКИНЕТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Нефельд Е.Е.
(nefeldek@mail.ru)

Ковалёв А.И.
(artem.kovalev.msu@mail.ru)

МГУ им. М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

Изучение процессов восприятия объёмной движущейся стимуляции в условиях виртуальной реальности и особенно их влияния на формирование образа положения тела человека в пространстве является актуальным направлением исследований в современной нейронауке. Положение тела является ключевым фактором для организации движения и взаимодействия с виртуальной средой, при этом, несоответствие воспринимаемой и ожидаемой информации о движении и ориентации от зрительной и вестибулярной систем приводит к тому, что участники теряют равновесие, а длительная постуральная нестабильность приводит к серьёзным изменениям функционального состояния по типу стрессовой реакции [Palmisano et al.]. Следовательно, для учета работы функции баланса и обеспечения постуральной устойчивости требуется детальное изучение микроструктуры формирования образа положения тела человека в пространстве. Открытым также остаётся вопрос о мозговых механизмах и их локализации при этих процессах. Поэтому оптокинетическое воздействие в условиях виртуальной реальности может быть использовано для имитации стрессогенных нагрузок, что может усилить эмоциональные и физические реакции, вызывая аутентичные ощущения стресса и тревоги у участников и послужить основой для разработки процедур адаптации к стрессовым обстоятельствам [Arcioni et al.]. В связи с актуальностью изучения управления своим состоянием в моделируемых стрессовых условиях, целью экспериментального исследования стало исследование роли процессов произвольного управления взором при индуцированном нарушении функции баланса в виртуальной реальности при оптокинетическом воздействии с помощью оценки изменений мозговой активности и стабилметрических показателей. Были выдвинуты следующие гипотезы: существуют различия в мозговой активности в зависимости от скорости вращения виртуальной сцены, чем выше скорость, тем больше отклик; существуют различия в изменении мозговой активности при разных инструкциях по фиксации взора.

В эксперименте приняли участие 13 испытуемых (женщины), возраст 18 лет. Для изучения кортикальной гемодинамической реакции на циркулярное воздействие в виде вращающегося в горизонтальной плоскости виртуального оптокинетического барабана, использовалась функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия с помощью 27-канального оборудования Brite Artinis Medical Systems BV. Для регистрации опорных реакций и оценки состояния человека использовался программно-аппаратный комплекс стабилметрии ST-150. Стимуляция предъявлялась в устройстве виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye. Уровень возможных дискомфортных ощущений был оценен с помощью опросника «Симуляторные расстройства». Сбор и обработка данных производились в среде программирования Oxy Soft.

Исследование проводилось с использованием двухсерийного экспериментального дизайна, включающего серию со свободным глазодвигательным поведением и серию с произвольной фиксацией взора в центральной области виртуальной среды. Оптокинетическое воздействие осуществлялось в двух условиях изменения скорости вращения (30 и 60 угл.град/с) и направления вращения (правое и левое). Осуществлялось 4 цикла повторения каждой серии. Продолжительность вращения цилиндра в каждом цикле составляла 1 мин. Каждый участник стоял на платформе стабилметрии в вертикальной, но расслабленной позе с руками вдоль тела. Перед основным этапом эксперимента и по его завершению проводилась регистрация пробы Ромберга, при основном этапе эксперимента осуществлялась свободная регистрация статокинезиограммы для измерения постурального контроля. Задача участников заключалась в прослеживающем глазодвигательном поведении и фиксации взора в центральной области виртуальной реальности на каждое условие предъявления, а также, предоставление ответа нажатием клавиши на компьютерной клавиатуре при возникновении ощущений изменения положения тела в условиях виртуальной реальности. Между сериями условий испытуемым предлагался отдых в течение 3 минут.

При проведении пробы Ромберга до и после предъявления стимуляции значимых различий в значениях длины статокинезиограммы не обнаружено ($t=1,27$, $p=0,212$). С применением однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями обнаружено, что чем выше скорость вращения ($F=5,751$, $df=1$, $p=0,035$), тем наступает большая постуральная нестабильность. Обнаружены значимые различия в мозговой активности в зависимости от скорости вращения ($t=4,21$, $p<0,001$). Взаимодействие факторов «Скорость вращения» и «Фиксация взора» имеет значимость на уровне тенденции ($F=4,226$, $df=1$, $p=0,018$). Также обнаружены значимые различия в изменении мозговой активности при разных инструкциях по управлению взором: при активном прослеживании движения полос активность в пост/прецентральной и средневисочной областях соматосенсорной и моторной коры была выше чем при статичном удерживании взгляда для скорости в 60 угл. град/с ($t=3,43$, $p=0,001$), в то время как при 30 угл.град/с различия были обратными ($t=2,11$, $p=0,041$). То есть можно предполагать изменения в обеспечении постуральной устойчивости, связанные в том числе с ощущением вращения самого субъекта [Keshavarz et al., 2015]. При неоднократном воздействии зрительного стимула на разных скоростях, через некоторое время возникает необходимость скорректировать интеграцию сенсорной информации для уменьшения постуральной нестабильности, что отражается в повышенном гемодинамическом ответе в височно-пересильбиевой вестибулярной коре в латеральной кортикальной височно-теменной области, которые также связаны с обеспечением вестибулярной функции [Kahane et al.].

Таким образом полученные результаты свидетельствуют о роли параметров управления взоров в обеспечении функционального состояния при оптокинетическом воздействии в виртуальной реальности, что находит своё отражение в степени постуральной устойчивости и изменении мозговой активности соответствующих зон, связанных с работой системы определения положения и ориентации тела человека в пространстве. При этом условия виртуальной реальности могут рассматриваться как средство моделирования изменения функционального состояния, в том числе по типу протекания стрессовой реакции.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ №23-78-10090.

Akizuki H., Uno A., Arai K., Morioka S., Ohyama S., Nishiike S., Takeda N. Effects of immersion in virtual reality on postural control. Neuroscience letters. 2005. 379(1). P. 23-26.

Arcioni B., Palmisano S., Aphorpe D., & Kim J. Postural stability predicts the likelihood of cybersickness in active HMD-based virtual reality. Displays. 2019. 58. P. 3-11.

Kahane P., Hoffmann D., Minotti L., & Berthoz A. Reappraisal of the human vestibular cortex by cortical electrical stimulation study. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 2003.54(5). P. 615-624.

Keshavarz B., Campos J.L., Berti S. Vection lies in the brain of the beholder: EEG parameters as an objective measurement of vection. Frontiers in Psychology. 2015. 6. 1581.

Palmisano S., Arcioni B., & Stapley P. J. Predicting vection and visually induced motion sickness based on spontaneous postural activity. Experimental brain research, 2018. 236. P. 315-329.

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЗОРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И МОЗГОВУЮ АКТИВНОСТЬ ПРИ СЕНСОРНОМ КОНФЛИКТЕ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Нефельд Е.Е.¹

(nefeldek@mail.ru),

Ковалёв А.И.²

(artem.kovalev.msu@mail.ru),

Якупов Р.Р.³

(yr@spsrt.ru)

¹ *Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований (Москва, Россия)*

² *Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)*

³ *ООО «Спектральные системы» (Казань, Россия)*

Психофизиологические механизмы зрительно-вестибулярного взаимодействия приобрели особую актуальность в связи с частыми случаями развития сенсорного конфликта и, как его следствия, возникновения кинетоза у пользователей систем виртуальной реальности. Поступление сенсорной информации от зрительной, вестибулярной и других воспринимающих систем является одним из компонентов работы системы определения положения и ориентации тела человека в пространстве. Однако, кроме сенсорного компонента, на эффективность работы такой системы оказывает влияние и моторное звено, в частности система управления движениями глаз [Ebenholtz et al.]. Поэтому, ввиду сложной структуры и функционирования системы определения положения тела и ориентации изучение ее работы представляет определенные методические трудности. Для решения этой задачи необходимо создать условия, позволяющие оценить динамику функционирования системы и факторы, влияющие на её работу. Эффективным способом создания таких условий является использование систем виртуальной реальности, которые позволяют представлять объёмную стимуляцию с широким полем зрения. В виртуальной реальности можно имитировать нарушения в функционировании системы пространственного позиционирования, например, создавать индуцированный сенсорный конфликт, который в том числе может сопровождаться появлением иллюзии движения собственного тела у неподвижного человека при наблюдении за визуальным стимулом, занимающим значительную часть поля зрения [Palmisano et al.]. Одним из таких способов применения виртуальной реальности является имитация оптокинетического воздействия. При этом, оптокинетическая стимуляция может быть использована для создания стрессовых нагрузок, которые могут усиливать эмоциональные и физические реакции человека, вызывая у участников подлинные чувства стресса и тревоги, и служить основой для разработки процедур адаптации к стрессовым обстоятельствам [Arcioni et al.]. Поэтому, целью данного исследования стало изучение связи паттернов движений глаз и изменений активности головного мозга при индуцированном сенсорном конфликте в условиях оптокинетического воздействия.

В исследовании приняли участие 10 человек (средний возраст составил 21 год, все они имели нормальное или скорректированное до нормального зрение). Стимуляция представляла собой виртуальный оптокинетический барабан, внутренняя поверхность которого была окрашена в чередующиеся черные и белые полосы шириной 12 угл. градусов каждая. Барабан совершал вращения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси в двух направлениях – по часовой стрелке и против часовой стрелки, с двумя различными угловыми скоростями – 30 и 60 угловых градусов в секунду. Участникам эксперимента предоставлялись две инструкции: фиксировать взгляд в центре сцены, а также совершать прослеживающие движения глаз вслед за движением полос барабана. Каждое вращение барабана осуществлялось в течение 1 минуты с различными скоростями и направлениями движений. Всего для каждого испытуемого было произведено 8 вращений оптокинетического барабана: 2 скорости, 2 направления, 2 условия, 2 повторения. Дополнительно испытуемых просили фиксировать момент возникновения иллюзии движения тела и появление дискомфортных симптомов в виде головокружения путём нажатия кнопки контроллера. Активность головного мозга регистрировалась портативным исследовательским комплексом 24-канальной функциональной инфракрасной спектроскопии Artinis Brite. Стимуляция предъявлялась в системе виртуальной реальности – шлеме HTC Vive Pro Eye.

Было установлено, что при инструкции совершать прослеживающие движения глаз в среднем для всех скоростей вращения стимуляции наблюдалось значимое снижение уровня насыщения крови кислородом ($t=2,975$, $p=0,018$) в затылочной зоне при сравнении с условиями инструкции фиксации взора. То есть задача по выполнению прослеживающих движений получила в затылочной зоне большую представленность в степени активации в сравнении с задачей по фиксации взора. Этот результат соотносится с полученными ранее результатами регистрации биоэлектрической активности в сходных условиях наблюдения стимуляции, в которых была обнаружена депрессия альфа-активности в затылочной области [Berti et al.].

Кроме того, при более низкой скорости вращения, напротив, при выполнении инструкции по фиксации взгляда ($t=2,412$, $p=0,039$) наблюдалось снижение насыщения кислородом в теменной зоне. Данный результат также находит свои аналогии в других работах, в которых применялись технологии нейровизуализации. Так, ещё в 2011 г. А. Кляйншмидт с коллегами [Kleinschmidt et al.] с применением фМРТ показали активацию теменной области при возникновении сенсорного конфликта. Что послужило поводом считать теменную кору, и в частности вентральную интрапариетальную зону, областью «переключения» стабильного восприятия положения своего тела в пространстве на нестабильное при сенсорном конфликте. Тот факт, что были обнаружены различия в активации в теменной области в зависимости от условий выполнения движений глаз говорит о более сложных механизмах работы такого «переключения», задействующих в том числе систему управления глазодвигательной активности.

Таким образом, данное исследование с применением фНИРС, продемонстрировало наличие выраженной реакции снижения насыщения крови кислородом в затылочных и теменных областях коры при различных паттернах движений глаз в условиях виртуальной реальности. В результате проведенного эксперимента была обнаружена зависимость гемодинамического ответа от характера глазодвигательной активности при оптокинетическом воздействии. Тем самым была показана специфичность нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе сенсорного конфликта как одного из наглядных способов изменения функционального состояния человека в условиях виртуальной реальности.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 23-78-10090.

Arcioni B., Palmisano S., Apthorp D., Kim J. Postural stability predicts the likelihood of cybersickness in active HMD-based virtual reality. Displays. 2019. 58. P. 33-11.

Berti S., Haycock B., Adler J., Keshavarz B. Early cortical processing of vection-inducing visual stimulation as measured by event-related brain potentials (ERP). Displays. 2019. 58. P. 56-65.

Ebenholtz S.M., Cohen M.M., Linder B.J. The possible role of nystagmus in motion sickness: a hypothesis. Aviation, space, and environmental medicine. 1994. 65 (11), 1032-1035.

Kleinschmidt A., Thilo K.V., Büchel C., Gresty M.A., Bronstein A.M., Frackowiak, R.S. Neural correlates of visual-motion perception as object-or self-motion. Neuroimage. 2002. 16 (4). P. 873-882

Palmisano S., Barry R.J., De Blasio F.M., Fogarty J.S. Identifying objective EEG based markers of linear vection in depth. Frontiers in psychology. 2016. 7. 1205.

ВОСПРИЯТИЕ ЛИЦ НЕЗНАКОМЫХ ЛЮДЕЙ РЕСПОНДЕНТАМИ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ОДИНОЧЕСТВА

Никитина Е.А.
(NikitinaEA@ipran.ru)

Институт психологии РАН (Москва, Россия)

Исследования одиночества, его психологических и социальных факторов и последствий становится все более актуальной задачей. Социологи связывают обострение проблемы одиночества со все большей включенностью в виртуальное общение в ущерб реальному, со снижением национального и культурного единства, с ростом социальной мобильности и т.д. [Козырева, Смирнов]. В большинстве публикаций отмечается значимый рост одиночества в пожилом и старческом возрасте [Козырева, Смирнов; Luhmann, Hawkey]. Традиционно в психологической литературе одиночество рассматривалось от негативная характеристика, коррелирующая с низким уровнем психологического благополучия [например, Lorber et al. и др.], однако в последнее время все больше внимание уделяется изучению неоднородности феномена одиночества, в том числе его положительной составляющей (уединения или позитивного одиночества) [Осин, Леонтьев; Петраш и др.]. Так, например, выявлено, что респонденты с более высоким уровнем развития Эго демонстрируют более позитивное отношение к уединению и меньшую зависимость от общения [Ишанов, Осин, Костенко]. Связь удовлетворенности жизнью и одиночества выше у представителей коллективистских культур, что может быть связано с их большими ожиданиями социальной сплоченности [Goodwin, Cook, Yung]. К числу важных факторов, способных снизить влияние одиночества на удовлетворенность жизнью М. Шесняк с коллегами относят высокую самооценку и уровень образования [Szcześniak et al.]. Переживание одиночества в свою очередь отрицательно связано с характеристиками социальной поддержки, что подтверждено в метаанализе английских и китайских работ [Zhang, Dong].

Таким образом, можно предположить, что при сравнении результатов респондентов с разным уровнем одиночества значения социальной поддержки, а также представления о незнакомых людях будут различаться.

В исследовании согласились принять участие 60 человек (из них 36 женщин и 24 мужчины) в возрасте от 60 до 96 лет (средний возраст 70,2 года), с различным уровнем образования (срок образования от 10 до 23 лет), 20 человек (33,3 %) продолжают трудовую деятельность, 39 человек (65,5 %) состоят в браке.

Для изучения отдельных составляющих переживания одиночества респондентам предлагалось заполнить Дифференциальный опросник переживания одиночества (в адаптации Е.Н. Осина и Д.А. Леонтьева), Опросник социальной поддержки SOZU-22, а также дать свободные описания 4 незнакомых людей в нейтральном эмоциональном состоянии по их фотопортретам. Значимость различий оценивалась с помощью критерия Манна-Уитни.

У респондентов с уровнем общего одиночества выше среднего ($>12,5$ баллов) по сравнению с теми, у кого общее одиночество ниже среднего значения ($<12,5$) отмечены значимо более низкие значения эмоциональной поддержки, социальной интеграции и удовлетворенности поддержкой. При этом они значимо чаще приписывали и положительные, и отрицательные эмоции незнакомым нейтральным лицам. Возможно, в эту группу попали люди, отличающиеся меньшей автономностью и большей социотропностью.

При сопоставлении результатов подгрупп, отличающихся по уровню зависимости от общения, значимых различий по шкалам социальной поддержки не обнаружено. Однако пожилые люди с большей зависимостью от общения реже указывали на отрицательные эмоции на фотографиях. Возможно, это связано с недостаточным уровнем развития навыков социальной перцепции у представителей этой подгруппы, либо с нежеланием реагировать на негативные чувства и переживания других людей. В обоих случаях есть вероятность, что даже предлагаемое общение и поддержка со стороны окружающих может быть не обнаружена и не принята. Результатом этого будет ощущение недостатка социальных взаимодействий и зависимость от них.

Наиболее интересные результаты получены при сравнении подгрупп с высоким и низким уровнем позитивного одиночества. Оказалось, что при одинаковой оценке уровня эмоциональной поддержки те, кто более склонен к позитивному одиночеству, отмечали большую степень удовлет-

воренности ею. Представители этой подгруппы также реже указывали на отрицательные эмоции и чаще на позитивные личностные характеристики по фотографиям незнакомых лиц, чаще выражали симпатию к изображенным на фотографиях людям.

По-видимому, для респондентов старшего возраста, склонных оценивать одиночество как возможный ресурс для саморазвития, более важны не ситуативные эмоциональные проявления, а более стабильные особенности личности окружающих. При этом отрицательных предубеждений относительно незнакомых людей у них не выявлено.

К числу ограничений проведенного исследования следует отнести возможную социальную желательность ответов на бланковые опросники, а также некоторую ограниченность выборки – жители Москвы и Московской области без выраженных когнитивных нарушений и без обострения соматических заболеваний на момент исследования.

Ишанов С.А., Осин Е.Н., Костенко В.Ю. Личностное развитие и качество уединения // Культурно-историческая психология. 2018. Т. 14. № 1. С. 30-40. DOI: 10.17759/chp.2018140104

Козырева П.М., Смирнов А.И. Особенности возрастной структуры одиночества // Социологические исследования. 2020. № 9. С. 56-69.

Осин Е.Н., Леонтьев Д.А. Дифференциальный опросник переживания одиночества: структура и свойства // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2013. Т. 10. № 1. С. 55-81.

Петраш М.Д., Стрижицкая О.Ю., Муртазина И.Р., Вартамян Г.А., Щукин А.В. Отношение к одиночеству: поведенческие стратегии как ресурсы преодоления // Вестник СПбГУ. Психология. 2021. Т. 11. Вып. 4. С. 341-354.

Buecker S., Maes M., Denissen J.J.A., Luhmann M. (Loneliness and the Big Five.

Personality Traits: A Meta-Analysis // European Journal of Personality. 2020. V.34(1). P. 8-28.

Goodwin R., Cook O., Yung Y. Loneliness and life satisfaction among three cultural groups // Personal Relationships. 2005. V 8(2). P. 225-230. URL: <https://doi.org/10.1111/j.14756811.2001.tb00037.x>

Lorber M., Černe Kolarič J., Kmetec S., Kegl B. Association between loneliness, wellbeing, and life satisfaction before and during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study // Sustainability. 2023. V. 15. P. 2825. URL: <https://doi.org/10.3390/su15032825>.

Luhmann M., Hawkey L.C. Age differences in loneliness from late adolescence to oldest old age // Developmental Psychology. 2016. V. 52(6). P. 943-959.

Szcześniak M., Bielecka G., Madej D., Pieńkowska E., Rodzeń W. The Role of SelfEsteem in the Relationship Between Loneliness and Life Satisfaction in Late Adulthood.

Evidence from Poland // Psychology Research and Behavior Management. 2020. V.13. P. 1201-1212. URL: <https://doi.org/10.2147/PRBM.S275902>.

Zhang X., Dong Sh. The relationships between social support and loneliness: A metaanalysis and review // Acta Psychologica. 2022. V. 227. P. 103616. URL: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103616>.

МНЕМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ И ФОНОВЫХ СТИМУЛОВ КАК ИНДИКАТОР СТРАТЕГИЙ СЕЛЕКТИВНОГО ВНИМАНИЯ

Нуркова В.В.
(*Nourkova@mail.ru*),

Взорин Г.Д.
(*g.vzorin@mail.ru*),

Подоровская С.А.
(*undo1617@gmail.com*)

Институт психологии РАН (Москва, Россия)

Необходимым условием познавательной эффективности является сегментация потока доступной информации на релевантные и нерелевантные решаемой в данный момент задачи компоненты. Согласно модели множественной и гибкой селекции, предложенной А. Трейсман, стратегии внимания динамично организуют процесс восприятия с учетом функционального состояния субъекта и характеристик задач [Величковский]. Стратегия узкого сфокусированного и экономного внимания (ранняя селекция) реализуется при дефиците ресурса, высокой когнитивной нагрузке и высокой степени определенности целевой стимуляции. Стратегия широкого распределенного и ресурсоемкого внимания (поздняя селекция), включающая мониторинг фоновой информации, скорее, актуальна в случае низкой когнитивной нагрузки и задачи, где параметры релевантной стимуляции определены нечетко. Важно подчеркнуть, что ранняя селекция предполагает однозначное соответствие содержания цели задачи и ее результата, в то время как поздняя селекция включает в себя надситуативную познавательную активность, т.е. обработку информации, субъективно не имеющей отношения к текущей задаче, но впоследствии проявляющейся в результатах деятельности, в том числе, побочных [Уточкин].

По нашему мнению, продуктивны дальнейшие исследования факторов, провоцирующих тот или иной модус селективности внимания. В частности, неизвестно каким образом требования к глубине переработки [Величковский; Крейк, Локхарт] целевого материала в рамках решения основной задачи связаны с тенденцией к анализу фонового нерелевантного материала, т.е. переключением с ранней на позднюю селекцию. Согласно гипотезе эмпирического исследования, повышение требований к уровню переработки целевых стимулов провоцирует активизацию мониторинга фоновых стимулов, что приводит к увеличению объема их непроизвольного запоминания. Причем, феномен увеличения объема непроизвольного запоминания фоновых стимулов носит избирательный характер, действуя только в отношении тех фоновых стимулов, которые в ходе решения задачи были интегрированы с целевыми. Вследствие перехода к оперированию такими более высокоуровневыми объектами, воспроизводиться впоследствии будут не независимые друг от друга ряды стимулов (числа и предметы), а спаянные включенностью в решение задачи композиты (число-предмет).

Выборка. В исследовании по межгрупповому плану приняли участие 825 студентов московских ВУЗов, 598 женщин (72.5%), 227 мужчин (27.5%).

Методы. Стимульным материалом выступала матрица, состоящая из 15 частично перекрывающихся друг друга изображений не связанных между собой предметов и чисел [Нуркова, Взорин и др.]. Каждый из участников решал одну из трех задач, направленных на числовой материал, в которых варьировались требования к уровню переработки (перцептивная, семантическая, самореференционная задачи). Задача на запоминание не ставилась. Зависимой переменной выступало количество всех верно отсрочено воспроизведенных стимулов (и целевых, и фоновых). Для контроля интеграции целевого и фонового стимула по сравнению с восприятием фонового стимула в результате отвлечений от основной задачи вычислялся Коэффициент парности фонового материала (число воспроизведенных пар стимулов, предъявленных на одном изображении / число воспроизведенных фоновых стимулов). КПФМ показывает, насколько закономерным (парным) или инцидентным был воспроизведенный фондовый материал. Приближение КПФМ к 1 служило свидетельством того, что участник эксперимента реализовывал интегрирующую стратегию решения задачи, используя и целевую, и фоновую информацию. Приближение КПФМ к 0 расценивалось как свидетельство запоминания фоновых стимулов в результате отвлечения от целевых.

Результаты. При первичном анализе объема воспроизведения, ненамеренно запомненного после решения задачи материала, была обнаружена инверсия классического уровневого эффекта для целевых стимулов: количество воспроизведенных чисел планомерно снижалось при переходе от перцептивной (расположить числа в порядке убывания) к семантической (назвать произведения, включающие в себя предъявленные числа) и самореференционной (ассоциативно связать числа с собой или близкими людьми) задачам. В тоже время для фоновых стимулов, не включенных в условия задачи (предметов), наблюдался классический уровневый эффект. КПФМ выступил предиктором объема воспроизведения целевых стимулов, причем процент объясненной дисперсии планомерно возрастал от перцептивного (14.3%), к семантическому (37.5%) и самореференционному (66.7%) уровням переработки. В соответствии с выдвинутой гипотезой, суммарное воспроизведение стимулов после выполнения и семантического, и самореференционного заданий при статистическом контроле КПФМ превосходило воспроизведение после выполнения перцептивного задания.

Таким образом, решение перцептивной задачи обнаружило связь с ранней селективностью внимания, а решение семантической и самореференционной задачи – с поздней селективностью внимания. Эмпирическую поддержку получило представление о том, что более глубокая переработка стимула подразумевает не только анализ соответствующих (семантических и самореференционных) характеристик самого стимула, но и интенсификацию исследования контекста, который из нейтрального задачи информационного «шума» превращается в компонент условий задачи. Установленную в работе закономерность следует учитывать при анализе и проектировании произвольного запоминания в реальных жизненных ситуациях: апелляция к личностной отнесенности материала не только повысит его запоминаемость, но и расширит поиск потенциально релевантной информации.

Финансирование работы:

Исследование проводилось в соответствии с этическими правилами РПО и было выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 0138-2024-0005).

Величковский Б.М. От уровней обработки к стратификации познания // Вопросы психологии. 1999. Т. 45. № 4. С. 58-75.

Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания. В 2-х томах. М.: Смысл / Академия, 2006.

Крейк Ф., Локхарт Р. Уровни обработки и подход П.И. Зинченко к исследованию памяти // Культурно-историческая психология. 2009. Т. 5. № 2. С. 14-18.

Нуркова В.В., Взорин Г.Д., Березанская Н.Б., Подоровская С.А. Иерархическая регуляция произвольной памяти: включенность в деятельность, уровневые эффекты и судьба фоновых стимулов // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2023. № 2. С. 154-182.

Уточкин И.С. Теоретические и эмпирические основания уровневого подхода к вниманию // Психология. Журнал ВШЭ. 2008. №3. С. 31-66.

АЛЬФА И ТЕТА-РИТМЫ ПЕРЕД ОШИБОЧНЫМИ ОТВЕТАМИ В ЗАДАЧЕ НА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ И УДЕРЖАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ

Овакимян А.С.
(alena@ovakimian.ru)

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия)

Введение. Физиологические процессы, лежащие в основе переключения зрительного внимания, оказывают влияние на качество выполняемых моторных задач. Прежде всего внимание влияет на качество зрительного восприятия определенной области зрительного поля, что может приводить к ошибкам в выполнении задания. Это относится как к явному (с сопровождением взгляда), так и к неявному (без сопровождения взгляда) вниманию [Corbetta et al.; Gundlach et al.; Posner et al.].

Согласно литературе [Gulyaeva & Karimova], уже довольно давно выявлены структуры коры головного мозга, участвующие в перенаправлении зрительного-пространственного внимания. Среди них: лобное глазодвигательное поле, внутритеменная борозда (нисходящая сеть внимания), дорсолатеральная префронтальная кора и задняя теменная кора (фронтотемпальная сеть). Однако остаются неясными нейрофизиологические механизмы и их частотно-временные электрофизиологические проявления, предшествующие моторным ошибочным ответам в задаче на переключение и удержание внимания. Таким образом, в представленной работе рассматриваются особенности вызванной синхронизации тета-ритма и десинхронизации альфа-ритма, предшествующей ошибочному моторному ответу.

Методика. В исследовании приняло участие 24 здоровых человека (12 мужчин) от 18 до 33 лет (средний возраст – 22,9). Критерии исключения: леворукость, травмы головы, обмороки, судороги, постоянные головные боли, тяжелые неврологические расстройства, прием нейролептиков, высокий уровень депрессии (более 20 баллов по шкале Бэка [Beck, 1970]) и тревожности (более 35 баллов по шкале Спилбергера [Spielberger, 1983]). Во время эксперимента участники выполняли видоизмененную задачу Познера [Posner & Petersen] на неявное переключение зрительного внимания для своевременной реакции на целевой стимул. Участники определяли направление отклонения (по часовой стрелке или против часовой стрелки на 30 градусов) решеток Габора слева и справа от центрального крестика. Для усиления зрительного восприятия той или иной решетки и для повышения вероятности правильного выполнения задачи участникам демонстрировались подсказки, указывающие на следующую целевую решетку. В качестве подсказок использовались перекрывающиеся решетки – сигнальные круги розового и голубого цвета. Предъявлялись подсказки двух видов: побуждающие участника переключать внимание с решетки на решетку или побуждающие участника удерживать внимание на одной из решеток. Подсказки типа «переключение» и «удержание» демонстрировались в количестве 2, 3 или 4 подсказок в серии. Всего было предъявлено 12 проб с 24 сериями целевых стимулов и подсказок.

Когда участники выполняли задачу Познера, осуществлялась регистрация 64-канальной электроэнцефалограммы (электроды actiCHampPlus, усилитель BrainProducts GmbH, Germany). Удаление артефактов ЭЭГ проводилось с использованием анализа независимых компонентов. Основной анализ частотно-временных характеристик ЭЭГ – анализ вызванной синхронизации/десинхронизации с частотно-временным вейвлет-преобразованием Морле в диапазоне тета- (4-8 Гц) и альфа-ритма (8-12 Гц). В качестве фонового фрагмента использовались временные промежутки от -600 до -100 мс до начала каждой серии подсказок. Анализируемый временной фрагмент – от -500 мс до 1.25 секунд после предъявления последней подсказки до целевого стимула и моторного ответа. Для анализа рассматривались латеральные отведения лобной и теменной F3/F4, FC3/FC4, P3/P4, CP3/CP4. В качестве статистического метода был использован пермутационный кластерный анализ с непараметрическим алгоритмом t-критерия Стьюдента.

Результаты. В среднем доля ошибок на определение целевого стимула составила 35% от общего числа стимулов. Таким образом, сравнивалась вызванная синхронизация/десинхронизация после переключения и удержания внимания, а также до правильных и неправильных ответов.

В отведении FC3 перед ошибками тета-синхронизация переключения (латентность 800-1000 мс) значительно выше, чем тета-синхронизация удержания внимания. Также после удержания

внимания в отведениях F3, P3 значительно отличаются поздние тета-волны перед неправильным и правильными ответами. После переключения внимания тета-синхронизация правильных и неправильных ответов в отведении CP3 (латентность 200-400 мс) также отличалась (обнаружено несколько кластеров).

В альфа-диапазоне были обнаружены значимые различия между активацией «переключения» и «удержания» до появления последней подсказки в левополушарных отведениях F3, FC3, P3, CP3. Все различия были выявлены в ситуациях, предшествующих ошибочным ответам участника. Причем вызванная синхронизация альфа-ритма удержания внимания выше, чем альфа-ритм переключения внимания. Аналогичные результаты были выявлены как до подсказки, так и после в отведении F4.

Заключение. В левосторонних отведениях наблюдались значимые отличия тета-синхронизации перед правильными и неправильными ответами как в лобных, так и в теменных отведениях. Кроме того, были обнаружены различия в вызванной предстимульной альфа-синхронизации до ошибочных ответов в левополушарных фронтальных и теменных отведениях после удержания и переключения внимания.

Beck A.T. Depression: Causes and Treatment. University of Pennsylvania Press. 1970. URL: <https://books.google.ru/books?id=6rigtdo0u2UC>.

Corbetta M., Kincade J.M., Ollinger J.M., McAvoy M.P., & Shulman G.L. Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. Nature Neuroscience. 2000. 3(3). P. 292-297. URL: <https://doi.org/10.1038/73009>.

Gulyaeva A.S. & Karimova E.D. Concepts and Approaches to the Study of Visual Spatial Attention. Neuroscience and Behavioral Physiology. 2023. 53(3). P. 416-431. URL: <https://doi.org/10.1007/s11055-023-01440-6>.

Gundlach C., Moratti S., Forschack N. & Müller M.M. Spatial Attentional Selection Modulates Early Visual Stimulus Processing Independently of Visual Alpha Modulations. Cerebral Cortex. 2020. 30(6). P. 3686-3703. URL: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz335>.

Posner M.I. & Petersen S.E. The Attention System of the Human Brain. Annual Review of Neuroscience. 1990. 13(1). P. 25-42. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>

Posner M.I., Rothbart M.K. & Ghassemzadeh H. Restoring Attention Networks. The Yale Journal of Biology and Medicine. 2019. 92(1). P. 139-143.

Spielberger C.D. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, IV. 1983.

АПЕРИОДИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ МАГНИТО- И ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ (МЭГ И ЭЭГ) И ЕЕ СВЯЗЬ С БАЛАНСОМ ВОЗБУЖДЕНИЕ-ТОРМОЖЕНИЕ

Орехова Е.В.

(*Orekhova.elena.v@gmail.com*)

Центр нейрокогнитивных исследований, МГППУ (Москва, Россия)

Известно, что колебания электрических потенциалов и магнитных полей мозга, детектируемые магнито- и электроэнцефалограммой (МЭГ и ЭЭГ), включают в себя как ритмические компоненты (альфа, бета, гамма и др.), так и аperiodическую составляющую (т.н. 'нейронный шум'). Исторически ритмам мозга уделялось гораздо больше внимания, чем аperiodической активности, которая стала всерьез занимать умы исследователей лишь недавно, после публикации серии статей группы Брэдли Войтека [Bradley Voytek]. С помощью компьютерного моделирования и экспериментов на животных исследователи этой группы убедительно показали, что аperiodическая составляющая спектра, мощность которой снижается пропорционально $1/f$ (в логарифмической шкале), отражает соотношение уровня возбуждающей и тормозной активности мозга [Gao et al.]. Более резкое падение мощности в диапазоне 30-50 Гц, характеризующееся более негативным коэффициентом линейной зависимости в этом диапазоне, связано с преобладанием тормозных процессов в коре и наоборот. Таким образом, коэффициент наклона аperiodической составляющей может служить своеобразным барометром состояния коры: его изменения могут отражать сдвиги баланса возбуждения и торможения, связанные с изменением функционального состояния организма (напр. бодрствование, сон, анестезия), а также различать группы пациентов, характеризующиеся патологическими сдвигами этого баланса.

Хотя прямые доказательства связи аperiodической части спектра с процессами возбуждения и торможения были предоставлены только для высокочастотной (30-50 Гц) области спектра, вполне вероятно, что такая связь существует и в более низкочастотной его части и может быть выявлена, если разделить спектр на периодическую и аperiodическую составляющие с помощью математических методов. Один из таких методов 'параметризации' МЭГ/ЭЭГ – 'fitting oscillations & one over f' (FOOOF) – недавно был описан в высокорейтинговом журнале «Nature Neuroscience» [Donoghue et al.] и сразу же стал активно использоваться исследователями, что отчасти объясняется простотой и доступностью этого метода, код которого выложен в открытый доступ.

Обычно параметризацию с применением FOOOF проводят в области ~1-40 Гц в предположении, что падение мощности аperiodической составляющей спектра с увеличением частоты описывается единой линейной зависимостью в логарифмической шкале. Однако есть основания полагать, что аperiodическая часть спектра в этом диапазоне описывается по меньшей мере двумя разными линейными зависимостями с 'коленом' в области 15 Гц [Ibarra Chaoul and Siegel]. Кроме того, FOOOF и другие методы 'параметризации' спектра имеют существенные ограничения и их применение к данным вслепую не всегда имеет смысл [Gerster et al.].

Используя МЭГ, в двух работах мы сравнили подходы к оценке периодической части спектра (1) в высокочастотной (35-45 Гц) области и (2) в диапазоне 2-40 Гц после разделения спектра на периодическую и непериодическую составляющие методом FOOOF в предположении единой линейной зависимости в этом диапазоне. В первой работе мы исследовали, как аperiodическая часть спектра различается у детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) и у типично развивающихся детей [Manuyukhina et al.]. Мы исходили из предположения, что мозг детей с РАС и сопутствующим снижением интеллекта характеризуется глобальным сдвигом баланса в сторону возбуждения, что будет выражаться в уменьшении негативности линейного коэффициента аperiodической составляющей (т.е. в уплощении наклона $1/f$). Во второй работе мы исследовали, как аperiodическая составляющая спектра меняется в период после прекращения интенсивной зрительной стимуляции [Manuyukhina et al.]. По данным фМРТ и исследований на животных, пост-стимульный период характеризуется усилением функционального торможения, пропорциональным силе предшествующего возбуждения. Мы предположили, что такое усиление торможения будет выражаться в снижении линейного коэффициента аperiodической составляющей (т.е. в более крутом наклоне) в пост-стимульном периоде по сравнению с состоянием спокойного бодрствования в отсутствие стимуляции.

В обеих работах предсказания были подтверждены только в том случае, если коэффициент наклона аperiодической составляющей $\sim 1/f$ определяли в высокочастотной области (35-45 Гц), где отсутствовали периодические колебания. В то же время параметризация спектра с помощью 'стандартной' модели FOOOF (единая линейная зависимость в широком частотном диапазоне 2-40 Гц) давала большую ошибку на низких и высоких частотах, указывая на несоответствие модели данным. Высокочастотный диапазон МЭГ/ЭЭГ часто загрязнен активностью мышц, что может ухудшать точность оценки аperiодической составляющей. Перевод сигнала в 'пространство источников' с использованием индивидуальных распределенных моделей дал нам дополнительные преимущества для анализа наклона $1/f$ в высокочастотном диапазоне, поскольку позволил минимизировать вклад мышечных артефактов.

Основываясь на опыте исследований нашей группы и на литературных источниках, в докладе я расскажу, почему наклон аperiодической составляющей спектра мощности МЭГ/ЭЭГ представляет большой интерес. Я также остановлюсь на том, на что важно обращать внимание при оценке этого параметра. При правильной оценке аperiодическая составляющая спектра может оказаться информативным показателем регуляции процессов возбуждения и торможения в мозге человека в норме и при патологии.

Donoghue T., Haller M., Peterson E.J., Varma P., Sebastian P., Gao R., Noto T., Lara A.H., Wallis J.D., Knight R.T., Shestyuk A., Voytek B. Parameterizing neural power spectra into periodic and aperiodic components. Nat Neurosci. 2020. 23. P. 1655-1665.

Gao R., Peterson E.J., Voytek B. Inferring synaptic excitation/inhibition balance from field potentials. Neuroimage 2017. 158. P. 70-78.

Gerster M., Waterstraat G., Litvak V., Lehnertz K., Schnitzler A., Florin E., Curio G., Nikulin V. Separating Neural Oscillations from Aperiodic 1/f Activity: Challenges and Recommendations. Neuroinformatics. 2022. 20. P. 991-1012.

Ibarra Chaoul A., Siegel M. Cortical correlation structure of aperiodic neuronal population activity. Neuroimage 2021. 245. 118672.

Manyukhina V.O., Prokofyev A.O., Galuta A.I., Goiaeva D.E., Obukhova T.S., Schneiderman J.F., Altukhov D.I., Stroganova T.A., Orekhova E.V. Globally elevated excitation–inhibition ratio in children with autism spectrum disorder and below-average intelligence. Molecular Autism 13. 2022.

Manyukhina V.O., Prokofyev A.O., Obukhova T.S., Stroganova T.A., Orekhova E.V. Changes in high-frequency aperiodic 1/f slope and periodic activity reflect post-stimulus functional inhibition in the visual cortex. bioRxiv, 2023.2010.2001.560381.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ВЗГЛЯД НА СУБЪЕКТИВНУЮ РЕПРЕЗЕНТАЦИЮ И ПЕРЕЖИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЭПИДЕМИИ COVID-19

Орли Ю.Л.^{1,2}

(yulia.orlie@gmail.com),

Скотникова И.Г.¹

(iris236@yandex.ru),

Егорова П.И.³

(21akson@mail.ru)

¹ Институт психологии РАН (Москва, Россия)

² ЧУ ДПО «Высшая школа междисциплинарных исследований и развития личности» (Москва, Россия);

³ Государственный академический университет гуманитарных наук (Москва, Россия)

В настоящей работе реализован ряд направлений изучения субъективной репрезентации и переживания ситуации неопределенности на примере пандемии COVID-19. Проведено междисциплинарное исследование, методологической базой которого служило изучение принятия решения и уверенности в условиях неопределенности [Скотникова, 2019; Скотникова, 2021] и категории субъективного опыта с точки зрения ее эффективности в качестве когнитивной мишени психотерапии [Огаркова, ДМО-подход], мета-исследование нейрональных коррелятов психотерапии [Messina].

Проведен онлайн-опрос в связи с пандемией COVID-19. Участвовали 54 респондента в возрасте 22-63 года из России, Беларуси, Германии, Швейцарии, Италии, Словении, в большинстве психологи и студенты психологических факультетов, а также лица, интересующиеся психологией. Опрос проводился на фоне трехдневного психотерапевтического марафона, направленного на постановку целей в это время и поиск оптимальных сфер жизни, стабилизацию эмоционального состояния в изоляции в связи с вирусом, обучение техникам самопомощи.

Участники прошли тестирование по 8-ми опросникам (см. Скотникова и др.): по шкалам толерантности к неопределенности, принятия себя (уверенности в себе), общей самоэффективности, ситуативной тревожности; по опросникам принятия решения, эмоционального интеллекта, стиля саморегуляции поведения, САН. Получены показатели по всем 24-м шкалам опросников. Примерно у половины респондентов установлены пониженные показатели Гибкости (одной из характеристик саморегуляции) и Активности (САН), и высокие показатели Тревожности, что объяснимо ситуацией эпидемии и самоизоляции. Факторный анализ выделил четыре независимых фактора: эмоциональный интеллект, саморегуляцию и бдительность, самочувствие и настроение, рефлексивность и контроль.

Предложены рекомендации по результатам опроса и материалам мета-анализа зарубежных исследований нейрональных коррелятов психотерапии, демонстрирующего важность категории «субъективный опыт» для психотерапии в её доказательной модели, где показано следующее. При психотерапевтических интервенциях (вне зависимости от модальности психотерапии) основные нейрональные корреляты этих процессов регистрируются не в лимбической системе, регулирующей эмоциональные проявления, а в дорсомедиальной префронтальной коре и задней части поясной извилины, т.е. в отделах мозга, отвечающих за когнитивный процесс припоминания и изменения автобиографического опыта [Messina et al.]. В этой связи, для достижения терапевтических задач испытуемым были предложены методики современного доказательного подхода, основанного на модификации автобиографического опыта (аналитические, образные, телесные) [ДМО-подход]. Их эффективность была подтверждена экспериментально [Огаркова] и обратной связью от испытуемых при нашем опросе. Этап терапии с помощью целенаправленного модифицированного переживания опыта (ДМО – Дифференциальная Модификация Опыта; ДМО-подход) сопровождается ростом мощности дельта-ритма во фронтальных и средних отведениях, что связывают с когнитивным процессом припоминания информации из автобиографической памяти. Психометрические данные выявили достоверный рост показателей «субъективное шкалирование», «активность», «самочувствие», «настроение». Это позволяет предположить, что ДМО-подход применим в ситуациях, требующих явно осознаваемого клиентом улучшения самочувствия здесь и сейчас: в

ситуациях, характеризующихся высоким уровнем его неуверенности, в том числе в условиях принятия решения или при необходимости быстрого снижения аффективного напряжения.

Можно спросить: зачем оценивать индивидуально-личностные свойства при эпидемии? Ведь опросники для их диагностики авторы проверяют на надежность при разработке, и в результате полагают, что такие свойства устойчивы. Однако обычно проверяется стабильность опросников во времени, но не при изменении значимых условий жизни респондентов. Но именно такие изменения произошли при нынешней эпидемии и карантине. Ядро личности, в частности проявляющееся в ее свойствах, – это ценностные-смысловые-мотивационные факторы. А при довольно экстремальных событиях эпидемии иерархия этих факторов и – далее – проявление соответствующих личностных свойств могут отчасти изменяться, причем в разной степени для диспозиционных и ситуационных свойств и для разных стилевых особенностей. Это соответствует современной процессуально-динамической парадигме природы личности [см. Скотникова, Егорова, 2021].

Финансирование работы
Госзадание № 0138-2024-0012.

ДМО-подход. Учебник. Полное практическое руководство для специалистов: коллективная монография. М.: Издательство «Перо», 2022.

Огаркова (Дубинская) Ю.Л. «Субъективный автобиографический опыт» в психотерапевтической практике: психометрические и энцефалографические корреляты // Сборник трудов II Международной научно-практической конференции психологов и коучей ДМО-подхода «ДМО-подход: осознанная интеграция». М.: ДПК Пресс, 2020.

Скотникова И.Г. Понятие и изучение уверенности в психологии // Разработка понятий в современной психологии. Т. 2. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2019. С. 116-152.

Скотникова И.Г. Принятие решения – ключевое звено психической деятельности // Разработка понятий в современной психологии. Т. 3. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2021. С. 162-200.

Скотникова И.Г., Егорова П.И., Огаркова Ю.Л., Жиганов Л.С. Психологические особенности переживания неопределенности при эпидемии covid-19 // Социальная и экономическая психология. 2020. Т. 5. № 2 (18). С. 245-268.

Скотникова И.Г., Егорова П.И. Переживание эпидемии COVID-19 и Устойчивость – изменчивость свойств индивидуальности в особых условиях // Личность и общество в условиях пандемии: психологические механизмы и последствия. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2021. С. 326-344.

Messina I. et al. Neural correlates of psychotherapy in anxiety and depression: a meta-analysis // PLoS One. 2013. Sep 11. 8 (9). e74657. DOI: 10.1371/journal.pone. 74657 eCollection 2013.

СТРЕСС КАК АНТИАДАПТИВНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ПРОЦЕСС

Парин С.Б.
(parins@mail.ru)

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия)*

На русскоязычный запрос «стресс» пресловутый Google за 0,29 секунды выдает 37 миллионов ссылок, в ответ на англоязычный – более 4,5 миллиардов. Казалось бы, не о чем и говорить. О стрессе знают все и всё...

Автор попробует оспорить это расхожее представление.

Рождением теории стресса мы обязаны одному из великих мыслителей XX века – Гансу Бруно Селье (1907-1982), создавшему целостное и логичное для своего времени учение. Очевидно, что, как и любая фундаментальная теория, концепция стресса базировалась «на плечах» своих предшественников. Прежде всего, это положения теории гомеостаза Клода Бернара и представления Уолтера Брэдфорда Кеннона об адаптации и ее механизмах. Кстати, именно У. Кеннон ввел в научную литературу термины «гомеостаз», «стресс» и всем известное «бей – беги».

Гансу Селье удалось шагнуть намного дальше своих предшественников. Сформулированная им в 30-х годах прошлого века теория стресса, несмотря на перманентное ворчание сторонников «строгой» науки, в очень короткие сроки завоевала признание не только в научных кругах, но и далеко за их пределами. К сожалению, со временем она стала приобретать выраженные догматические свойства. Мы хорошо знаем, к каким катастрофическим последствиям это может привести. Странно полагать, что на протяжении, без малого, целого века мировая наука пребывала в анабиозе, не найдя никаких новых знаний в области стресса.

Для того чтобы увидеть промежуточные итоги развития современной теории стресса, обязательно нужно вспомнить базовые положения учения Г.Селье. Из множества данных им определений стресса можно выбрать одно из наиболее популярных. Стресс, по Г.Селье, представляет собой неспецифическую адаптационную стадийную системную физиологическую реакцию на повреждение (или нарушение гомеостаза). Безусловно, для 30-40-х годов прошлого века это определение было вполне исчерпывающим и весьма строгим. Во всяком случае, оно не ставило под угрозу саму идею стресса, как это произошло с существенно более поздним утверждением Г.Селье, согласно которому стресс – это неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование.

В базовом определении стресса по Г.Селье есть абсолютно непротиворечивые признаки, достойно выдержавшие испытание временем. Например, сегодня никто из серьезных исследователей уже не сомневается в неспецифичности стресса. Все эти «психологические», «эмоциональные», «экзаменационные», «до- и послеклинические» и прочие виды стресса – не более, чем глубоко этиологическая характеристика единого по симптомам (синдром – по Г.Селье) и, тем более, механизмам (генезу) процесса. Многочисленные попытки ревизовать предложенную основателем теории стадийность стресса неизменно терпели крах. В итоге предложенная Г.Селье периодизация стресса: тревога – резистентность – истощение – сегодня является наиболее воспроизводимой.

Предложенное в работах классика, но не внесённое им в определения, понятие системности несет двойной смысл. Во-первых, в стресс вовлечены все без исключения системы организма. Мы обсуждаем стрессовые лёгкие, стрессовую печень, стрессовое сердце и др. Стресс вызывает характерные изменения в системе пищеварения и системе крови, подавляет иммунитет, ведёт к развитию диабета, разнообразных аллергий и бронхиальной астмы (вспомним «триаду Селье»). Именно поэтому тезисы по поводу «полезного стресса» безосновательны. К несчастью, эустресс – несбыточная мечта.

Второй смысл понятия системности играет важную, если не решающую, роль в понимании механизмов развития стресса. Согласно классической теории стресса, ведущую роль в регуляции функций в ответ на повреждение играют САС (симпатоадреналовая система) и ГГАС (гипоталамо-гипофизарно-адреналовая система). Если участие САС в развитии стресса наиболее полно исследовано школой У. Кеннона, то на вовлечение ГГАС обратили внимание именно Г.Селье и его последователи. Чуть позже мы обсудим не менее (а, возможно, и более) важную роль третьей нейроэндокринной системы – ЭОС (эндогенной опиоидной системы).

Почему же назрела необходимость коррекции базовых положений теории Г.Селье? Где этот

гениальный исследователь совершил ошибки, а чего он просто не мог знать в то время, когда формировал свою теорию?

Начнем с ошибок, которые свойственны даже самым выдающимся мыслителям. Прежде всего, это представление Г.Селье об адаптивной природе стресса. Обсуждая адаптацию (то есть приспособление), мы зачастую забываем о другом механизме – автономии. Адаптироваться можно к более или менее яркому свету, к жаркой или морозной погоде. Но адаптация к повреждению, к боли (как сигналу о повреждении) немыслима. Стресс не является адаптацией, это принципиально антиадаптивный процесс, защита, противостояние. Этому есть множество доказательств, вот некоторые из них. Дифференциальные сенсорные пороги, снижающиеся при адаптации, при стрессе неизменно растут; дисперсия показателей как витальных, так и когнитивных функций при стрессе резко снижается (в частности, одним из выраженных маркеров стресса является ригидизация и ритмов ЭЭГ, и кардиоритма); соответственно, исчезает пластичность регуляции; адаптация реализуется через функциональные перестройки, тогда как защита – стресс – через перестройки структурные (снова вспомним «триаду Селье»); адаптация направлена на поддержание гомеостаза, а при стрессе гомеостаз грубо нарушается (пульс до 200 уд./мин., артериальное давление 180/120 мм рт. ст. – какой уж тут гомеостаз!); адаптация обеспечивается чрезвычайным многообразием регуляторных механизмов, в то время, как при стрессе происходит редукция управления (предложенный Ю.И.Александровым в данном контексте термин «регрессия», возможно, ещё точнее), скатывание до эволюционно древнейшего доминирования трёх регуляторных систем: САС, ГГАС и ЭОС. В конце концов, трудно представить себе существо, пытающееся адаптироваться к тому, что его убивают.

Можно было бы поставить Г.Селье в упрек отсутствие в его определениях психологического компонента стресса, однако он, будучи профессиональным физиологом, в своих публикациях признавал, например, выдающийся вклад Р.Лазаруса в оформление целостного психофизиологического портрета стресса.

Наконец, заложенное Г.Селье направление исследований нейроэндокринных механизмов стресса сегодня обогатилось множеством ранее неизвестных деталей. Сегодня нам известно, что в организации стресса принимают участие и окситоцин, и нейротензин, и ангиотензин, и соматостатин, и ГАМК, и тиролиберин, и множество других нейрохимических агентов. Однако активность всех этих систем при стрессе возрастает максимум на десятки процентов. Есть, как уже упоминалось, только три нейроэндокринные системы, активность которых при стрессе растёт в разы: это всё те же САС, ГГАС и ЭОС. Причём они очень логично «разделили сферы влияния». САС (при соучастии ЭОС) доминирует на стадии тревоги, ГГАС – на стадии резистентности, а ЭОС безраздельно властвует на стадии истощения (которая и не истощение вовсе, а иной древний пассивно-оборонительный способ всё той же защиты). Отсюда и когнитивные последствия стресса, ведь на первой стадии личность, по сути, умирает (а зачем вообще нужна личность для «бей-бег-замри?»), на второй реализуется копинг и запоминаются найденные стратегии спасения (спасибо кортиколиберину и АКТГ), а на третьей закрепляется достигнутый полезный результат (раз всё же выжили, значит, в итоге получается, что адаптировались?).

Таким образом, на сегодняшнем этапе мы должны определить стресс как неспецифический защитный стадийный системный редуцированный психофизиологический процесс в условиях повреждения или его угрозы.

Финансирование работы:

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-18-20075.

ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКА СОЦИАЛЬНОЙ РЕКЛАМЫ

Петрова Т.Е.
(*t.e.petrova@spbu.ru*)

Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)

За почти 70 лет своего существования психолингвистика как часть когнитивной науки работала целый ряд методов, которые позволяют изучать механизмы восприятия и понимания разных типов текста [Скулачева и др. 2022; Petrova, 2016; Егорова, Петрова, 2022]. Последние несколько лет возрос интерес исследователей к изучению поликодовых (текст + картинка) и мультимодальных (визуальный компонент + аудио компонент) текстов. Появилось много работ, посвященных проблемам обработки вербального и невербального компонентов текста [Вашунина 2009, Петрова и др., 2017], изучению отличий в восприятии текста и изображения, изучению особенностей рекламных плакатов [Анисимова 2003; Konovalova, Petrova 2023].

Одним из способов создания привлекательного и запоминающегося рекламного плаката считается использование языковой игры (далее – ЯИ), а именно использование каламбура (лексической неоднозначности) в слогане плаката, разные значения которого поддерживаются картинкой и текстом.

В докладе будут представлены результаты двух экспериментов, направленных на изучение влияния приемов ЯИ в тексте социальной рекламы на ее восприятие носителями русского языка.

Эксперимент 1.

Материалом послужили 30 плакатов социальной рекламы, размещенные в Санкт-Петербурге с 2020 по 2022 год и содержащие элементы ЯИ. Все плакаты были разделены по пяти тематикам: «Вождение», «Дети», «Коронавирус», «Наркотики», «Экология». В каждую тематическую группу было включено 6 плакатов. Далее для каждого из 30 плакатов с помощью программы Figma была создана пара без ЯИ. Стимульный материал представлен по ссылке: <https://clck.ru/332q2x>. Респондентам предлагалось написать наборы из 5–7 ключевых слов для каждого из 30 представленных плакатов, 15 из которых содержали приемы ЯИ, а 15 – нет, и оценить плакаты по шкале от 1 до 5 по двум параметрам: привлекательность (Насколько Вам нравится данный плакат?) и актуальность (Насколько данная реклама актуальна на сегодняшний день?). В эксперименте приняли участие 50 человек (16–52 года; 38 жен.).

После первичной обработки был получен список из 7983 ключевых слов, количество разных ключевых слов – 2884 слова. Слова из НКС для каждого плаката были проанализированы и разделены на 3 группы, в зависимости от того, к какой части плаката они относились: к тексту, к картинке или к ассоциации с этой рекламой. Статистическая обработка полученных данных позволила: 1) подтвердить гипотезу о том, что респонденты выделяют больше ключевых слов к плакатам с включенной в них ЯИ, чем к плакатам, не содержащим ЯИ; 2) показать, что вне зависимости от наличия в слогане плаката ЯИ при восприятии социальной рекламы респонденты значительно больше внимания уделяют тексту, а не картинке: большая часть ключевых слов относились к вербальной составляющей плаката ($p=0,002$ для плакатов с ЯИ, $p=0,0005$ для плакатов без ЯИ); 3) опровергнуть гипотезу о влиянии наличия ЯИ в плакате на большую вариативность ответов респондентов при выделении ключевых слов к плакату, т.е. на большую вариативность интерпретации содержания плаката.

Анализ результатов оценки по критериям актуальности и привлекательности с помощью методики семантического дифференциала показал, что носители русского языка в целом положительно относятся к текстам социальной рекламы. Исходная гипотеза о том, что плакаты, содержащие в себе ЯИ, считаются более привлекательными, чем плакаты без ЯИ, не подтвердилась ($p=0,459$).

Эксперимент 2.

Материалом исследования, выполненного с помощью методики регистрации движений глаз, стали 2 рекламных плаката с каламбурами, обыгрывающими идиоматические и буквальное значения коллокаций, а также 2 плаката социальной рекламы без каламбура. Все плакаты размещены по ссылке <https://clck.ru/3336x7>. Количество символов в тексте плакатов с каламбуром и без каламбура значительно не отличается. Движения глаз участников записывались с помощью прибора для

регистрации движения глаз EyeLink 1000 (SR Research). Участникам предлагалось рассматривать плакаты и после просмотра ответить на вопрос, насколько привлекательным им показался тот или иной плакат. В эксперименте приняли участие 53 человека (ср. возраст – 22 года; 41 жен.).

Гипотеза исследования заключалась в следующем: наличие в заголовке плаката каламбура, построенного на конфликте вербального и невербального компонентов, влияет на паттерн разглядывания различных зон плаката (зона 1 – рекламный слоган; зона 2 – собственно текст рекламы; зона 3 – невербальный компонент (картинка), зона 4 – указание на то, что перед нами социальная реклама), а именно на: количество и длительность фиксации на каждой зоне, порядок просмотра разных зон плакатов; количество саккад между зонами и др. Результаты эксперимента показали, что просмотр рекламных плакатов более ориентирован на чтение текстовых фрагментов, чем на рассматривание картинки, а наличие в плакате каламбура значимо влияет только на длительность разглядывания зоны 2. Участники начинали просмотр плакатов с зоны 1 в 85% случаев. Сначала они читали рекламный заголовок, за ним основной рекламный текст и после бегло рассматривали картинку. Участники не совершали больше т.н. интегративных саккад между вербальным и невербальным компонентом плаката, когда рассматривали плакаты с каламбуром.

Общие результаты экспериментов, выполненных с помощью трех психолингвистических методов (методика регистрации движений глаз, методика набора ключевых слов, методика субъективного шкалирования), позволяют сделать следующие выводы:

1) наличие в слогане плаката неоднозначности влияет на низкоуровневые процессы обработки информации (собственно разглядывание плаката): участники изучают текстовый фрагмент такого плаката значимо дольше, чем при разглядывании плакатов без неоднозначности, что может отражать усилия, которые участники прикладывают для разгадывания каламбура;

2) наличие в слогане рекламы ЯИ влияет на высокоуровневые механизмы обработки социальной рекламы: а) приводит к максимальному увеличению количества смыслов при оценке содержания плаката; б) не влияет на субъективные оценки привлекательности и актуальности плакатов разных тематических групп; в) приводит к большей согласованности ответов респондентов. Показано, что тематика социальной рекламы является значимым фактором при оценке плакатов респондентами. Плакаты, поднимающие проблемы экологии, оцениваются как наиболее привлекательные. Результаты исследования подтверждают значимость влияния фактора «тип текста» (в нашем случае – тип рекламы) на процесс когнитивной обработки информации.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке СПбГУ, шифр проекта 124032900009-2/

Анисимова Е. Е. Лингвистика текста и межкультурная коммуникация (на материале креолизованных текстов): учеб. пособие для студ. фак. иностр. яз. вузов. М.: Academia, 2003. 128 с.

Вашунина И.В. Взаимовлияние вербальных и невербальных (иконических) составляющих при восприятии креолизованного текста: дис. д-ра филол. наук. М., 2009. 511 с.

Егорова К.Б., Петрова Т.Е. Когнитивные механизмы обработки содержательной структуры риторических текстов // Когнитивные исследования языка. – 2022. – № 3(50). – С. 206-210.

Петрова Т.Е., Риехакайнен Е.И., Кузнецова А.С., Мараев А.В., Шаталов М.А. Выделение ключевых слов в вербальных и невербальных паттернах // Социо- и психолингвистические исследования. 2017. № 5. С. 149-156.

Скулачева Т.В., Слюсарь Н.А., Костюк А.Э., Липина А.А., Латыпов Э.И., Королева В.М. Восприятие стиха и восприятие прозы: экспериментальное исследование // Труды института русского языка им. В.В. Виноградова. – 2022. – № 1. – С. 121-138. – DOI 10.31912/pvrl-2022.1.13.

Kovalova A., Petrova T. Pun processing in advertising posters: evidence from eye tracking // Journal of Eye Movement Research. – 2023. – Vol. 16, No. 3. – DOI 10.16910/jemr.16.3.5.

Petrova T. Eye movements in reading the texts of different functional styles: Evidence from Russian // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2016. – Vol. 57. – P. 285-298.

МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕЧЕВОЙ ФУНКЦИИ В КОНТЕКСТЕ СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННОГО ПОДХОДА

Пилечева А.В.
(Adita2010@yandex.ru),

Черноризов А.М.
(amchern53@mail.ru),

Исайчев С.А.
(isaychev@mail.ru),

Микадзе Ю.В.
(ymikadze@yandex.ru)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Исследование речевых функций человека дает уникальный опыт понимания роли мозга в изучении организации психических процессов. В современных нейропсихологических, психо- и нейролингвистических исследованиях речи наблюдается широкая вариативность подходов к пониманию, моделированию и исследованию организации процессов восприятия и порождения речи. Основные векторы исследований задаются двумя ведущими научными направлениями, базирующимися на моделях последовательной/параллельной обработки речевой информации [Indefrey et al.].

В работе представлены результаты исследования, целью которого является определение нейрофизиологических коррелят процесса речепорождения и восприятия речи, а также оценка различий функциональных систем мозга, обеспечивающих эти процессы, сформированных в процессе индивидуального развития. Были изучены когнитивные механизмы, связанные с именованнием изображений (номинация) и узнаванием нужного изображения по слову-именованию (денотация), с использованием методов психофизиологии и нейропсихологии.

В экспериментах приняли участие 20 испытуемых (10 мужского и 10 женского пола) в возрасте от 18 до 23 лет ($n = 20$, $SD = 0.18$). Все участники исследования являлись правшами, имели нормальное зрение, история неврологических заболеваний или травм головного мозга в анамнезе отсутствовала. Были использованы стандартные психолингвистические задания, где испытуемые давали название изображению и подбирали изображение в ответ на слово-название. Процесс принятия решения сопровождался регистрацией простой сенсомоторной реакции (СМР), электроэнцефалограммы высокой плотности (ЭЭГ) с выделением потенциалов, связанных с событиями (ССП) и условно негативной волны (СНВ). Использовался электроэнцефалограф (64 канала), программное обеспечение (Brain Vision Analyzer2.0). Для анализа данных применялись статистические методы, такие как ANOVA с *posthoc* анализом и тестом Тьюки, ANOVA для повторных измерений, методов топографического картирования, Т-критерия кластерной перестановки.

В двух экспериментальных сериях был обнаружен ряд различий в параметрах поведенческих (латентный период СМР) и нейрофизиологических (отдельных, идентифицированных компонентов СПП и СНВ) реакций, регистрируемых во время выполнения участниками задач по номинации и денотации. По динамике амплитуд и временных параметров, в частности минимальных различий показателей амплитуд отдельных компонентов СПП и СНВ, и статистически значимой оценке конфигурации ВП можно выделить три временных блока, в которых отражаются основные различия выполнения заданий по реализации номинативной и денотативной функций речи: *Блок 1 (временной период от 0 до 800 мс)*. На этом этапе регистрируются компоненты сенсорных ВП (от 0 до 200 мс) и когнитивных СПП (от 200 до 800 мс) на предъявление первого «стимула» серии, происходит его опознание и категоризация. *Блок 2 (временной период от 800 до 2700 мс)*. Период ожидания появления двойного императивного стимула (два слова или два изображения) и выбор соответствующего ответа. Здесь регистрируется сложный эндогенный потенциал – СНВ, который отражает комплекс когнитивных процессов, связанных с ожиданием, опознанием, сравнением, категоризацией, выбором нужного стимула, принятием решения, подготовкой и реализацией адекватного моторного ответа или поведенческого акта. Различия в конфигурации ВП в данном блоке связаны с отличием когнитивных механизмов процессов денотации и номинации. *Блок 3 (временной период от 2700 до 3600 мс)*. Это фоновый этап – регистрация усредненной ЭЭГ-активности в отсутствие стимуляции во время пассивного ожидания продолжения экспериментальной серии.

Этот этап характеризует фоновую постстимульную активность мозга и не содержит информативных характеристик ССП и CNV.

Результаты: 1. Задания в сериях «денотация» и «номинация» приводят к увеличению ЛП простой СМР на 100 и 170 мс, соответственно. Предположительно, разница во времени СМР между сериями «номинация» и «денотация» (70 мс) связана с увеличением сложности когнитивной обработки на этапе «номинация» [Valente A. et al.]. 2. Основное различие между ССП, зарегистрированными при выполнении заданий «номинация» и «денотация», заключается в увеличении ЛП основных компонентов ССП в серии «номинация» на 200-350 мс по отношению к серии «денотация». В задачах номинации для доступа к имени объекта требуется целенаправленный поиск ассоциации между его зрительным образом и обозначающим его словом. В работах С.М. Hamame et al. (2014) обнаружено, что латентный период активации гиппокампа является надежным предиктором латентного периода речевого ответа. В частности, пониженный уровень активности гиппокампа коррелирует с неудачами в назывании и феноменом «вертится на кончике языка» («прескевю»). 3. В интервале 700-2200 мс наблюдаются различия в характере временной последовательности активации разных зон мозга при реализации изучаемых функций речи. Различия между ССП в заданиях на номинацию и денотацию в перцептивном диапазоне отражают, в основном, физические параметры стимулов (картинок или слов), а в когнитивном – процессы категоризации и принятия решения. В серии «номинация» ожидание императивного стимула сопровождается синхронной симметричной активацией фронтальных и фронто-темпоральных областей, которая наблюдается во временном диапазоне от 750 до 1250 мс. Это типичная реакция CNV по интенсивности и по топологии на ожидание подачи императивного стимула, демонстрирующая эффект антиципации (Bender S. et al.). 4. По данным кластерного пермутационного Т-теста, статистически значимые различия между условиями выполнения заданий в сериях «номинация» и «денотация» проявляются во временных диапазонах 676-1766 и 1766-2238 мс.

Эти отличия могут отражать последовательную активность **различных** структур мозга в **разные** временные этапы реализации исследуемых функций речи. Данные будут интерпретироваться с позиций системно-эволюционного подхода, в котором номинативная и денотативная «функции» могут быть рассмотрены как достижение разных результатов поведения участников эксперимента, задаваемых инструкцией.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-013-00655).

Bender S., Resch F., Weisbrod M. et al. Specific task anticipation versus unspecific orienting reaction during early contingent negative variation // Clin. Neurophysiol. 2004. V. 115. № 8. 1836.

Indefrey P. The Spatial and Temporal Signatures of Word Production Components: A Critical Update // Front. In Psychology. 2011. V.2. P. 255.

Hamame C.M., Vidal J.R., Perrone-Bertolotti M. et al. Functional selectivity in the human occipitotemporal cortex during natural vision: evidence from combined intracranial EEG and eye-tracking // Neuroimage. 2014. V. 95. P. 276.

Valente A., Pinet S., Alario F.-X., Laganaro M. «When» Does Picture Naming Take Longer Than Word Reading? // Front. Psychol. 2016. V. 7. № 31. P. 31.

СЕНСОРНЫЕ ФУНКЦИИ КОЖИ: МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕЗА ПЕРВИЧНОГО СЕНСОРНОГО ОБРАЗА НА МЕХАНОРЕЦЕПТОРНОЙ МАТРИЦЕ

Полевая С.А.
(s453383@mail.ru)

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
(Нижний Новгород, Россия)*

Современные достижения в создании биоморфных материалов и инвазивных нейроинтерфейсов открывают новые возможности для построения сенсорных платформ, обеспечивающих электрическое отображение разномодальных сигналов по аналогии с живой кожей человека и других животных. Работа посвящена мультидисциплинарным исследованиям сенсорных функций кожи, выполненных под руководством выдающегося российского нейрофизиолога Александра Васильевича Зевеке (1923-2011).

Развитие физиологии кожного анализатора – один из самых одиозных примеров победы удобной логичной модели над фактами. До сих пор в учебниках физиологии тиражируется гипотеза «меченых» линий: для каждой модальности ощущений, связанных с кожей, существуют изолированные каналы со специфическим входом на коже, специфическими рецепторами, специфическими волокнами и специфическими центрами. К концу 20 века стало очевидно, что выделенных специфических каналов от кожи до мозга не существует. Показано, что изменение количества специфических точек не скоррелировано с изменением количества специфических волокон; не обнаружено волокон, отвечающих преимущественной активностью на слабое (негорячее) нагревание; функциональное картирование соматосенсорной коры по специфическим модальностям потерпело крах.

Новые возможности для понимания кодирования информации в кожном анализаторе появились благодаря развитию ультразвуковых стимуляторов и математических методов анализа структуры суммарного импульсного потока в А β , А Π и С-волокнах кожного нерва. В работах Е.М. Цирульникова показано, что в каждой точке кожи можно чистым механическим стимулом (ультразвуком) вызвать ощущения любой модальности в соответствии с продолжительностью ультразвуковых импульсов. А.В. Зевеке благодаря анализу количества волокон, возбуждающихся на разные воздействия, установлено, что на чистое механическое воздействие (давление, растяжение) активны 100% волокон кожного нерва; на охлаждение – 80% волокон, на дуновение или вибрацию, при нагревании уменьшается спонтанная активность, существующая в А-волокнах в отсутствие всякой внешней стимуляции; на повреждающие (ноцицептивные) воздействия реагируют до 95% волокон кожного нерва. Эти данные не оставляют места для специфичности, поскольку из них однозначно следует, что все рецепторы кожи – механорецепторы и одни и те же волокна возбуждаются при разномодальных воздействиях. На основании этих данных нами предложена интегративная модель генерации первичных сенсорных образов и определены структуры импульсной активности в кожном нерве, специфичные для 5 классов ощущений: «прикосновение», «дуновение-вибрация», «холод», «тепло», «боль». Фазовые траектории первичных сенсорных образов отображаются в пространстве параметров: количество активных волокон, частота активности, скорость нарастания разряда до максимума, знак приращения активности относительно фона и продолжительность активности в А β , А Π и С-волокнах кожного нерва. Каждой модальности соответствует специфическое распределение плотности импульсного потока по волокнам разного типа.

Нами разработана математическая модель формирования всех возможных сенсорных кодов от кожи. Расчеты показали, что полная таблица кодов содержит около 5000 комбинаций и обладает свойствами специфичности, вырожденности, избыточности – определены коды, которые не содержат признаков известных модальностей, но соответствуют правилам. Это либо коды сигналов, для которых не существует субъективных образов, либо ресурс для передачи новой информации через этот канал.

В рамках интегративной системы периферического кода актуализируется противоречие между единой механорецепторной природой рецепции и спецификой ощущений. Для разрешения этого противоречия мы исследовали пороговые характеристики температурных ощущений с помощью разработанного нами программно-аппаратного комплекса для измерения температурной

чувствительности. В качестве «точки опоры» для решения задачи об объективных детерминантах осязательной информации мы используем температурные иллюзии. Сопоставляя температурное состояние кожи и соответствующую импульсную активность рецепторов в условиях адекватного отражения и в момент возникновения температурных иллюзий, мы получили возможность определить признаки стимула, благодаря которым в центральных отделах кожного анализатора формируется температурный образ. Установлено, что референтным признаком для формирования температурного сенсорного образа является соотношение поверхностной температуры с глубинной, которая выступает в качестве системы отсчета и поддерживается механизмами вегетативной регуляции. Мы предположили, что и локальная неоднородность температурных ощущений на коже («тепловые» и «холодовые» точки) также связана с особенностями теплообмена. Мы определили положение этих точек на температурной карте участка кожи, зарегистрированной методом тепло-радиометрии. Установлено, что холодные точки находятся в локальных максимумах температуры, а тепловые – в локальных минимумах. Доказано, что сенсорные феномены «холодовых» и «тепловых» точек, адекватных и парадоксальных температурных ощущений имеют единую природу и отражают динамику теплообменных процессов. Но температурные ощущения связаны с температурными изменениями, и примитивная логика требует поиска терморепцепторов. Однако, все рецепторы кожи, как было прямо показано в работах А.В. Зевеке, Е.М. Цирульникова и косвенно во многих других работах, являются механорецепторами. Как механорецепторы выполняют роль термодатчиков? Для ответа на это вопрос обратимся к физико-химическим свойствам кожи. Основу кожи составляет фибриллярная сеть из термолабильного белка коллагена, модуль упругости которого зависит от температуры. При нагревании он уменьшается и, соответственно, механическое напряжение падает, а при охлаждении увеличивается, что ведет к росту механического напряжения для одинаковых механических нагрузок. Существенно, что коллагеновая сеть распределена по слоям кожи неоднородно, поверхностные слои кожи образованы узкоячеистой упругой сетью, а в глубине сеть становится широкоячеистой, в обилии содержит жировые включения и проявляет вязкие свойства. Для оценки роли термолабильности механических структур кожи в отображении температурного сигнала мы разработали реологическую модель кожи. Показано, что каждый параметр сенсорного кода можно сопоставить с параметром реологической реакции. В результате сенсорные коды от механорецепторов кожи можно рассматривать как отображение пространственного паттерна микродеформаций в вязко-упругой кожной матрице.

Таким образом, в работе приведены электрофизиологические данные и модели, указывающие на интегративные механизмы кодирования информации в периферическом отделе кожного анализатора у человека и других животных. На основе нейробиологических исследований и математического моделирования предлагается новая схема организации сенсорного канала, связанного с кожей.

Финансирование работы:

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-18-20075.

МЕНТАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Прохоров А.О.
(alprokhor1011@gmail.com)

Казанский федеральный университет (Казань, Россия)

Изучение психологических механизмов и закономерностей «осознанной» регуляции психических состояний требует обращенности к структурам сознания и их функциям в регуляторном процессе. Эти структуры и механизмы остаются до настоящего времени наименее изученными в регуляции состояний, тогда как жизнедеятельность человека, необходимость в знании психологических механизмов саморегуляции состояний актуальны и востребованы как в повседневных, так и напряженных ситуациях жизни субъекта.

В области регуляции психических состояний основными являются концептуальные труды Л.Г. Дикой и А.Б. Леоновой, связанные с изучением саморегуляции функциональных (психофизиологических) состояний. Специфика саморегуляции состояний, согласно взглядам авторов концепций, заключается в том, что она в большей степени связана с функциональными блоками контроля и коррекции тех характеристик состояния, которые определяют его качество: специфику, длительность, полярность и интенсивность.

При всех достоинствах представленных взглядов исследователей на регуляцию состояний, в которых основной «опорой» являются психологические качества субъекта, а вектором процесса регуляции является деятельность или поведение, наименее разработанной в этих концепциях является ментальная составляющая регуляторного процесса: недостаточно изучены отношения регуляторного процесса и структур сознания, не изучен вклад последних в изменения состояний субъекта, их роль и значение в регуляторном процессе.

В предлагаемой нами модели ментальной регуляции психических состояний субъекта ключевую роль в регуляции состояний имеют структуры сознания [Прохоров, 2020]. Модель представляет собой структуру взаимоотношений между психическими состояниями, характеристиками сознания (репрезентации, рефлексия, переживания, смысловые структуры, ментальный (субъективный) опыт) и внешними факторами (ситуации, пространство культуры, образ жизни, временные факторы и социальная среда) вкупе с регуляторными действиями и обратной связью.

Центральным интегрирующим образованием в модели является субъективный (ментальный) опыт человека, в структуре которого осуществляется интеграция и синергия составляющих сознания, направленная на достижение цели – регуляцию психического состояния субъекта. Каждая составляющая структуры характеризуется особенным, специфическим влиянием на психические состояния и спецификой взаимоотношений с другими структурами сознания в процессе регуляции состояний. Ментальная регуляторная система выполняет управляющую функцию по отношению к состояниям субъекта, ее воздействия опосредуются внешними факторами вкупе с операциональными действиями и обратной связью, а также с психологическими свойствами личности (темперамент, характер, способности и др.) и психическими процессами (когнитивные и метакогнитивные, мотивационные и др.)

Субъективный (ментальный) опыт интегрирует смысловые структуры сознания, отражающие значимость для субъекта ситуаций жизнедеятельности. Существенным звеном ментальной регуляции является воплощение смысла в значениях, что приводит к связыванию значения (объекта, предмета, ситуации и пр.) и психического состояния. Осознание необходимости в регуляции и выбор средств осуществляется благодаря рефлексии и образу собственного состояния субъекта. Переживание, включенное в ментальный опыт, изменяет смысловые структуры и психическое состояние. Регуляторный процесс опосредуется ситуациями жизнедеятельности, пространством культуры и образом жизни. Операциональная сторона регуляторного процесса связана с действиями субъекта, направленными на изменение состояния, обратной связью и временными характеристиками. Существенным звеном в ментальной регуляции является система Я, выполняющая узловую регулируемую функцию в организации включения ментальных структур в саморегуляцию состояний, влияющая на выбор операциональных средств (способы, приемы) и регуляторных действий.

В функциональном плане, в основании саморегуляции находятся механизмы регуляции отдельного психического состояния. Достижение цели – желаемого состояния, связано с включенно-

стью в регуляторный процесс означенных выше ментальных структур (смысловых, рефлексивных, переживаний и др.) и осуществляется через цепь переходных состояний.

Предложенная концептуальная модель верифицирована в наших исследованиях [Прохоров, 2023; Прохоров, Карташева, Юсупов, 2023 и др.]. В частности, показаны ведущие ментальные структуры, определяющие эффективность саморегуляции психических состояний в различных по напряженности ситуациях жизнедеятельности. В повседневной ситуации высокая эффективность саморегуляции состояний субъекта связана с показателями саморуководства, ауторефлексии и наличием целей в жизни, в напряженной ситуации – с рефлексией будущего и низким уровнем внутренней конфликтности. Выявлена ведущая роль системы Я в ментальной регуляции психических состояний. Она раскрывается через организацию взаимосвязей со структурами сознания, регуляторными качествами, эффективностью саморегуляции, выбором способов регуляции состояний в различных ситуациях жизнедеятельности.

Рассмотрены отношения между составляющими ментальной регуляторной структуры: впечатлением, переживанием, образом, рефлексией, смысловыми структурами и системой Я в процессе саморегуляции состояний. Результатом взаимодействия является образование оперативной функциональной структуры, включающей в себя отношения «ситуация – ментальные структуры – регуляторные средства – психические состояния». Актуализация функциональных структур обусловлена целью регуляции: потребностью в изменении состояния в соответствии с требованиями актуальной ситуации жизнедеятельности субъекта. Достижение цели регуляции приводит к оптимизации психического состояния.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 23-18-00232.

Дикая Л.Г. Психическая саморегуляция функционального состояния. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2003. 422 с.

Леонова А.Б. Системная методология анализа механизмов регуляции функциональных состояний работающего человека // Психология саморегуляции: эволюция подходов и вызовы времени. СПб.: Нестор-История, 2020. С. 37-65.

Прохоров А.О. Структурно-функциональная модель ментальной регуляции психических состояний субъекта // Психологический журнал. 2020. Том 41, №1. С.5-18.

Прохоров А.О. Ситуационные аспекты ментальной регуляции психических состояний // Теоретическая и экспериментальная психология. 2003. № 4 (16). С. 13-27.

Прохоров А.О., Карташева М.И., Юсупов М.Г. Взаимосвязь системы «Я» и регуляторных качеств студентов в различных ситуациях учебной деятельности // Экспериментальная психология. 2020. Том 16. № 3. С. 139-150.

ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СОЗДАНИЯ АУДИОДЕСКРИПЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ИИ

Раздубев А.В.
(arazdubev@bk.ru)

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет» (Пятигорск, Россия)

Термин «аудиодескрипция» (англ. *audio description*), который можно дословно перевести как «звукое описание», подразумевает «перевод зрительной информации в вербализованный текст, направленный на компенсацию смысла и эстетического наслаждения от созерцания образа посредством аудиального канала» [Benecke]. Аудиодескрипция представляет собой звуковой комментарий, содержащий как смысловую, так и художественную (эстетическую) информацию, при этом воздействие на реципиента происходит посредством различных языковых средств как на рациональном, так и на эмоциональном уровне [Зимарин, Губанова]. Аудиодескрипция предназначена для приобщения к культурной жизни лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению – слабовидящих и слепых (от рождения и потерявших зрение) – с целью передать содержание статического (например, картина, скульптура, архитектура, музейный экспонат и др.) или динамического объекта (видеоролик, кинофильм, концерт, спектакль, спортивное событие и др.), который в противном случае был бы человеку недоступен.

Важность аудиодескрипции трудно переоценить, так как доступное описание арт-объектов или происходящих на экране/сцене событий для лиц с полной потерей или нарушениями зрения способствуют тому, что данные объекты/события становятся доступными для большего числа реципиентов. Аудиодескрипция применима для людей с расстройствами аутистического спектра, так как фокусирует их внимание на эмоционально-экспрессивной информации, на которую сам человек мог бы не обратить внимания, а также для людей, выполняющих одновременно несколько разных задач, например, фоновый просмотр телевизора и присмотр за ребенком, уборка или приготовление пищи (популярной сегодня «мультизадачности»). Нас прежде всего интересует аудиодескрипция статических объектов – произведений искусства (картин).

Традиционно аудиодескрипция создается специальными людьми – профессионалами, аудиодескрипторами, которые описывают то, что видят на картинке как статичном объекте, выбирая ключевые его элементы и характеристики (цвет, форму, размер, расположение и т.д.). Однако данный процесс является весьма ответственным, трудоемким и трудозатратным, так как требует четкого понимания специфических особенностей и правил построения аудиодескрипции, а также участия лиц, для которых она непосредственно создается. В связи с этим перспективным представляется автоматическое создание аудиодескрипции статических (и в дальнейшем – динамических) объектов с помощью систем искусственного интеллекта (ИИ). Сам процесс предполагает несколько этапов:

1) анализ и генерация автоматического описания в текстовом виде статичного изображения, идентификации и классификации объектов, определение их характеристик с помощью компьютерного зрения (Computer Vision, CV) и программ генерации текстового описания изображений (Image Captioning, IC), создание текстового описания или комментариев для изображения (Image to Text); более частные этапы включают: извлечение информации из изображения, обнаружение объектов, определение их формы, цвета и размеров, а также определение их местоположения на картинке; сегментацию изображения, т.е. его разделение на отдельные области; определение и классификацию объектов, их категорий и атрибутов; извлечение признаков и характеристик (формы, цвета, текстуры и т.д.); генерацию текстового описания (описание объектов, их свойств и прочей информации); оценку качества описания и оптимизацию с учетом сравнения с эталонными образцами аудиодескрипции и потребностями целевой аудитории;

2) генерация дескрипции в текстовом виде по готовому описанию статичного изображения с помощью систем понимания естественного языка (Natural-Language Understanding, NLU), заключающаяся в выборе наиболее важных словосочетаний, предложений или абзацев из полученного на первом этапе текста (Text to Text);

3) собственно создание аудиодескрипции статичного объекта, т.е. синтез речи, озвучивание готовой дескрипции, сгенерированной системами ИИ, преобразование текста дескрипции в аудиодескрипцию (Text to Speech);

4) оценка качества полученной аудиодескрипции статичного объекта, оптимизация дескрипции, внесение изменений и исправлений.

В ходе работы был проведен анализ различных систем ИИ – глубоких нейронных сетей, в том числе больших языковых моделей (Large Language Models, LLM), включая Large Language and Vision Assistant, LLaVA (<https://llava-vl.github.io>), а также открытых систем Speech-to-Text [<https://www.notta.ai/en/blog/speech-to-text-open-source>], которые способны осуществить подобные действия.

По крайней мере, вначале создания прототипа нейросети для автоматической генерации аудиодескрипции могут возникнуть некоторые трудности, которые потребуют вмешательства и активного сотрудничества программистов, лингвистов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: неправильный выбор объектов для описания из нескольких или их некачественное описание (принципа описания, важности тех или иных объектов, их размера, расположения, цвета, формы и т.д., возникнет необходимость в пополнении датасетов и повторном обучении систем ИИ), недостаточная информативность или, наоборот, излишняя информативность, многообразие, неправильный выбор лексических единиц, недостаточная или излишняя образность (метафоризация), усложненный синтаксис (употребление сложноподчиненных предложений и др.) и др.

В целом при сотрудничестве программистов, лингвистов и лиц с полной потерей или нарушениями зрения и использовании современных систем ИИ есть возможность разработки прототипа нейросети для автоматической генерации аудиодескрипции статических объектов – произведений искусства (картин). Данный прототип с некоторой доработкой может быть в дальнейшем применен для прочих объектов, в том числе динамических.

Финансирование работы

Публикация выполнена в рамках научного проекта «Разработка лингвистических принципов и проектирование технических решений для создания прототипа нейросети для сопровождения аудиодескрипции» по Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ (ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», проект № 1022100500014-8-6.2.1, науч. рук. – канд. филол. наук, проф. А.В. Раздубев).

Зимарин Д.А., Губанова К.А. Темпо-ритмическая организация аудиодескрипции к статичным объектам // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2022. № 205. С. 39-48. URL: <https://www.doi.org/10.33910/1992-6464-2022-205-39-48> (дата обращения: 01.02.2024).

Benecke V. Audiodeskription als partielle Translation. Modell und Methode. Berlin: LIT-Verlag, 216 p.

LLaVA: Large Language and Vision Assistant. Visual Instruction Tuning. URL: <https://llava-vl.github.io>.

Richards R. 13 Best Free Speech-to-Text Open Source Engines, APIs, and AI Models. URL: <https://www.notta.ai/en/blog/speech-to-text-open-source>.

NEURAL CORRELATES OF THE SECOND DAY OF PSEUDOWORD-MOVEMENT ASSOCIATIVE LEARNING

Razorenova A.M.^{1,2,3} (*razoal@ya.ru*)

Pavlova A.A.^{1,2} (*Anne.AI.Pavlova@gmail.com*)

Nikolayeva A.Y.¹ (*nastia1584@inbox.ru*)

Prokofyev A.O.¹ (*A_O_P@mail.ru*)

Chernyshev B.V.^{1,3} (*b_chernysh@mail.ru*)

Stroganova T.A.¹ (*stroganova56@mail.ru*)

1 Moscow State University of Psychology & Education (Moscow, Russia)

2 HSE University (Moscow, Russia)

3 Skolkovo Institute of Science and Technology (Moscow, Russia)

4 Moscow State University (Moscow, Russia)

Adding new words to the mental lexicon is one of the few aspects of language acquisition that do not deteriorate in adulthood. Yet, its physiological mechanisms remain not fully understood. The most popular theory postulates that lexical representations are formed in two steps [Davis, Gaskell, 2009]: initially, the word is retained in memory by virtue of the hippocampal formation. At the second stage, consolidation occurs: long-term plastic changes take place in the neocortex, making the representation of the word independent of the activity of the hippocampus. Night sleep has long been considered to be a prerequisite for the consolidation.

Here, we used magnetoencephalography (MEG) to examine brain response during two days of the operant learning when four previously unknown word forms became associated with movements one of the extremities (became “proto action words”) and other four acoustically matched word forms remained without such a connection (were left “distractors”). To directly follow the acquisition process, we monitored neural oscillations in the β -band (15–25 Hz) during the trial-and-error learning procedure. The previous work from our laboratory showed that, during the 1st day of learning, oscillations in the β -band underwent a dramatic change: the initial desynchronization at the beginning of learning gave way to a substantial increase in associative cortical areas by the end of the learning task. The latter, supposedly, served as a mechanism for retention and reverberation of the newly acquired associations within functional networks associated with memory [Pavlova et al., 2023].

Here, we assessed the dynamics of β -power during the same task after a night’s sleep and after repeating the associative rule on the 2nd day. As a potential marker of long-term changes in neocortex, we monitored the evoked response of the cortex (event-related fields, ERFs) to passive presentation of the same word forms before and after training while the participants’ attention was diverted from them. Appearance of differences between “protowords” and “distractors” would indicate that the acquired knowledge has integrated in memory and could be retrieved automatically, without intentional effort to recall.

Twenty-seven healthy volunteers (mean age = 25.7, from 20 to 35 years old, all right-handed) took part in our research. For the time-frequency analysis, the data from the operant learning task were epoched from -1000 ms to 1400 ms around the movement onset and subjected to multitaper method (with frequency resolution set to 2 Hz).

The resulting power values of 2 Hz-frequency bands were summed within 15-25 Hz range and baseline-corrected by dividing β -power at each time point by the averaged power of the pre-stimulus interval (from -500 to -100 ms relative to stimulus onset). The sources of β -power were localized by means of the dSPM method.

To analyze ERFs, the MEG data were divided into epochs from -210 ms to 1400 ms relative to the stimulus onset. Given that processing of auditory and/or speech stimuli is primarily associated with the temporal, inferior frontal, and inferior parietal cortices around the Sylvian fissure, we restricted our analysis to the sensors overlying the perisylvian cortex of each hemisphere. We combined the ERFs from the selected sensors by calculating the root mean square for each hemisphere and baseline-corrected to the pre-stimulus level (-210 – 0 ms before stimulus onset). For each presentation session (before and after learning on each day), RMS for “distractors” were subtracted from the response to “protowords”. The resulting differences were contrasted between the sessions.

We applied clustering analysis to reveal the brain regions with different patterns of β -activity within two days of learning.

Throughout the 1st day of learning, the subjects successfully learned the association rules: RTs dropped from 1.33 ± 0.12 to 1.26 ± 0.11 sec ($t(27)=4.01$, $p<0.0001$), errors almost disappeared ($34.18 \pm 8.93\%$ vs $1.08 \pm 0.92\%$, $t(27)=19.62$, $p<0.0001$). Notably, despite the near perfect behavioral performance, no differences between “protowords” and “distractors” were present in the ERF analysis at the end of the 1st day of learning. As learning progressed, significant β -synchronization was observed in associative areas of the cortex, including frontal, medial temporal, and parietal regions ($p<0.05$, FDR-corr.).

The night sleep did not affect behavioral measures: RTs and error percentage at the beginning of the 2nd day of learning remained virtually the same as at the end of the 1st day (cf. 1.22 ± 0.11 sec and 1.26 ± 0.11 sec; $1.08 \pm 0.92\%$ and $1.04 \pm 1.43\%$ of errors). Note, neither RTs nor number of errors did not show any significant downgrade at the beginning of the 2nd experimental day (cf. 1.22 ± 0.11 sec at the beginning of the 2nd day and $1.24 \pm 0.13\%$ at its end; $1.04 \pm 1.43\%$ and $0.62 \pm 0.89\%$ of errors respectively).

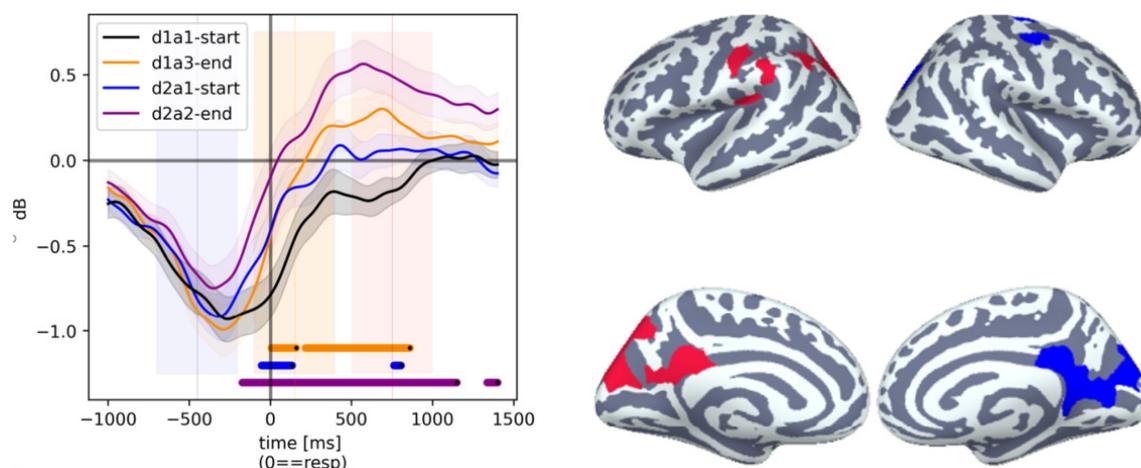
Crucially, though, the ERFs to “protowords” and “distractors” began to differ in the left hemisphere in 450–550 ms after the stimulus onset – in the time window which corresponds to the window of semantic processing of speech stimuli. “Protowords” which underwent association with movement started to evoke greater response than “distractors”.

Likewise, β -power in the associative cortex did not deviate from the level reached on the 1st day. Further on, during the following learning throughout the 2nd day, β -power proceeded to increase in the medial temporal cortex and the posterior regions of the medial parietal area.

The clustering analysis of β -power dynamics within experimental blocks revealed 5 clusters with different types of activity: motor regions, fronto-occipital regions including frontal pole, and parahippocampal gyrus.

The most prominent differences between two days were observed in parahippocampal cluster with significant enhancement of β -ERS.

Summarizing all the above, overnight sleep appeared to be insufficient to guarantee the consolidation of knowledge. Thus, despite the fact that the almost flawless performance was present from the end of the 1st day and throughout the 2nd day, the integration of the meaning of “protowords” into the semantic network occurred only at the end of the second day of training. We hypothesize that the continued increase in β -synchronization in the medial parietal and temporal regions, directly related to the hippocampal formation [Ritchey, Cooper, 2020], may serve as a mechanism for such consolidation to occur.



Davis M.H., Gaskell M.G. *A complementary systems account of word learning: neural and behavioural evidence* // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009. Vol. 364. No. 1536. P. 3773-3800.

Pavlova A., Tyulenev N., Tretyakova V., Skavronskaya V., Nikolaeva A., Prokofyev A., Stroganova T., Chernyshev B. *Learning of new associations invokes a major change in modulations of cortical beta oscillations in human adults* // *Psychophysiology*. 2023.

Ritchey M., Cooper R.A. *Deconstructing the posterior medial episodic network* // *Trends in cognitive sciences*. 2020. 24(6). P. 451-465.

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ

Ратушняк А.С.

(*ratushniak.alex@gmail.com*),

Проскура А.Л.

(*annleop@mail.ru*)

*Федеральный исследовательский центр информационных
и вычислительных технологий (Новосибирск, Россия)*

Для понимания принципов и механизмов функционирования когнитивных систем разного уровня сложности необходимо создание их моделей (цифровых двойников). При этом зачастую считается, что свойства такой системы должны быть «сопоставимы как минимум со свойствами биологических функциональных систем вплоть до человека». Однако необходимо понимание, что разработки вычислительных моделей на экстенсивном пути их развития неизбежно наталкиваются на не решаемые, в пределах астрономически обозримого времени и аппаратных средств, проблемы масштабирования. В среднестатистическом мозге человека примерно 86 млрд. нейронов, 150 трлн (10^{12}) синапсов, 1т молекулярных переключателей в каждом синапсе. Таким образом информационные ресурсы мозга в логических единицах – 150 квадрилн ($1,5 \times 10^{17}$) элементов (при этом потребление энергии около 20 Вт). Исходя из этих (скорее заниженных) данных, построение портретной модели (iconic model) биологических систем вряд ли реально.

Известно, что даже самые простейшие из потенциально когнитивных систем состоят из большого количества функциональных звеньев и принципиально не упрощаемы. Притом эти звенья имеют ограниченное количество устойчивых состояний, организуя, по сути, цифровую логическую систему с не бинарной логикой.

Предлагаемый подход основан на моделировании с момента спонтанного, основанного на самосборке, возникновения простейших первичных когнитивных систем, развивающихся в процессе эволюции и адаптирующихся к окружающей среде. При этом исходили из того, что главной функцией когнитивных систем является их способность на основе детектирования и запоминания взаимосвязанных факторов окружающей среды осуществлять прогнозирование (опережающее отображение [Апоkhин Р.К]) и, за счет этого, сохранение внутренней упорядоченности (негэнтропии).

Основные принципы моделирования когнитивных систем через эволюцию молекулярных негэнтропийных агентов, не имеющих генома, включают:

1. Негэнтропия: в контексте моделирования когнитивных систем негэнтропия может быть связана с уровнем энергоинформационной неопределенности.

2. Агенты: в этом подходе когнитивная система представляется в виде набора агентов, которые с определенной вероятностью взаимодействуют друг с другом и окружающей средой в соответствии с их молекулярной структурой.

3. Эволюция: эволюция в этом подходе происходит путем постепенного накопления изменений в молекулярной структуре агентов. Эти изменения могут быть случайными или вызванными воздействием окружающей среды.

4. Обучение: в процессе отбора окружающей средой агенты могут «обучаться».

5. Симуляция: моделирование когнитивных систем позволяет наблюдать и анализировать поведение системы в контролируемой среде.

Реакция подобных систем на внешние факторы и их эволюция определяются не только наличием раздражителей, но зависит и от прежних воздействий [Kitano Н.]. Подобные агенты могли на самом начальном уровне возникновения жизни формироваться само сборкой из простых молекул, обладающих свойствами базовых логических элементов. Эволюционное преимущество, заключающееся в возможности накопления негэнтропии (энергии, информации, структурной упорядоченности) и отбор средой позволяло им продолжительно существовать в ареале, ограниченном набором рецепторов и эффекторов (рис.1).

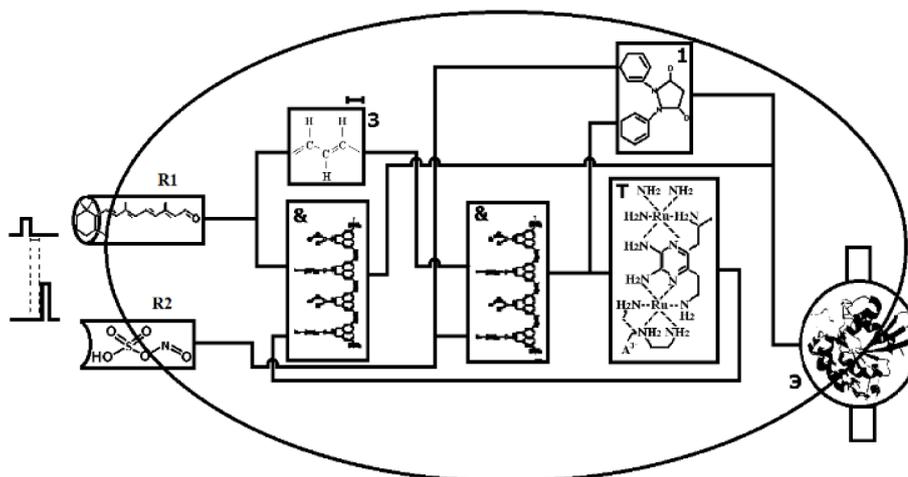


Рис. 1. Вариант эскизной схемы протобиологического агента с элементами молекулярных структур, выполняющих логические операции. Агент состоит из рецепторного блока (R1, R2), блока логических операций и памяти (элементы логики – & («И»), 1 («ИЛИ»)), T – триггер-элемент памяти) и эффекторов – Э

В дальнейшем из таких эволюционно удачных супрамолекулярных конструкций при слиянии и дроблении строились, вероятно, более сложные многоуровневые системы, что позволяло расширить нишу, в которой было возможно их существование.

Опираясь на модель биоагента и учитывая преемственность, эмерджентность организации таких систем, в дальнейшем представляется возможным моделировать их эволюцию, наращивая сложность до пределов временных и аппаратных ограничений. Предложенный подход позволяет изучать, как когнитивные системы развиваются и адаптируются к окружающей среде, а также какие стратегии их поведения являются наиболее успешными и перспективными.

Данная работа является развитием исследований [Proskura A.L., Vechkapova S.O., Ratushnyak A.S.; Ratushnyak A.S., Zapara T.A., Proskura A.L., Sklyarov A.N., Sorokoumov E.D.].

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий.

Anokhin P.K. Anticipatory reflection of reality. M.: Vopr. Philosophy, 1962. P. 97-109.

Kitano H. Systems biology: A brief overview // Science. 2002. P. 1662-1664.

Krushinsky A. Payment for solving the problem: biophysical prerequisites and possible evolutionary consequences. // Russian Journal of Cognitive Science. 2015. P. 231-237

Proskura A.L., Vechkapova S.O., Ratushnyak A.S. Dopamine and hippocampal syn-aptic plasticity // Procedia Computer Science. 2020. V. 169. P. 668-672.

Ratushnyak A.S., Zapara T.A., Proskura A.L., Sklyarov A.N., Sorokoumov E.D. Analysis of appearances, formation and evolution of biological functional systems. // Studies in computational intelligence. 2022. P. 231-237.

Schrödinger E. What is life? The physical aspect of the living cell. // Cambridge: University Press. 1944. P. 214.

Tsitolovsky L. Consciousness, endogenous generation of goals and homeostasis // International Journal of General Systems. 2015. P. 655-666.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Разумникова О.М.
(razoum@mail.ru)

Давыдов А.В.
(a_r_v_a@mail.ru)

Бакаев М.А.
(maxis81@gmail.com)

Новосибирский государственный технический университет (Новосибирск, Россия)

Известно, что взаимодействие с природой, в том числе при ее виртуальном представлении, например, просмотр естественных ландшафтов в формате 2D или 3D вызывает положительные эмоции, улучшает эмоциональное состояние человека и его самочувствие (McMahan, Estes, 2015) и рассматривается как способ релаксации и психотерапевтической реабилитации (Lee et al., 2022). Однако остаются вопросы относительно эффективности использования разных технологий и индивидуальных особенностей реагирования на ВР (Yeo et al. 2020), вследствие возможности возникновения таких побочных эффектов как головокружение, головные боли, перцептивно-моторные расстройства или эмоциональное напряжение (Abich et al., 2021; Marin-Morales et al., 2017). Поэтому целью нашего исследования стало выяснение особенностей эмоциональной реакции при погружении в природную среду, представленную в формате 2D и 3D, в зависимости от возраста и пола участников исследования.

Первая часть исследования была посвящена выяснению возрастных особенностей эмоциональной реакции при восприятии природной среды в формате 2D (ЭксП) по сравнению с просмотром фильма техногенного урбанистического содержания (ЭксУ). После просмотра этих фильмов (каждый длился по 3 минуты) участники исследования (30 молодых людей (студенты 20,6±1,0 лет) (ГрС) и 52 пожилых (66,2 ±4,9 лет) (ГрП) людей) заполняли анкету с применением 7-балльной системы, делая выбор по шкалам: радость – печаль, активация – релаксация, приближение – избегание, приятно – противно, красиво – уродливо.

Было установлено, что при полярных оценках ЭксП и ЭксУ вне зависимости от возраста (рисунок) для ГрП отмечены не только более высокие показатели позитивных, но и негативных эмоций в ситуациях ЭксП и ЭксУ.

Во второй части исследования анализировали особенности эмоциональной реакции на погружение в виртуальную природную среду в формате 3D при ее сравнении с форматом 2D, которую оценивали 20 студентов университета (18-23 лет, половину их них составили мужчины) согласно Self – Assessment Manikin (SAM) по показателям валентности, активации и интенсивности переживаний

Для просмотра изображений в формате 3D использовали шлем виртуальной реальности Oculus Rift S с фирменным программным обеспечением. В трех экспериментальных ситуациях: фон с открытыми глазами (ОГ) и фильм природного содержания, просматриваемый в формате 2D и 3D, в течение 3-5 минут регистрировали ЭЭГ (62 канала, Neuvo SynAmps2 System, удаление артефактов и расчет мощности ритмов выполняли с применением EEGLAB). Статистический анализ SAM и реактивности мощности ЭЭГ выполняли согласно Friedman ANOVA, результаты которого для групп мужчин и женщин представлены в таблице.

При сходных изменениях мощности альфа 2 и бета 2 ритмов в ГрМ и ГрЖ, указывающих на более выраженный в ситуации 3D по сравнению с 2D эффект релаксации, несмотря на значительную вариативность показателей в ГрМ, эффекты снижения степени активации коры головного мозга как в 3D (альфа 2), так и в 2D (бета 2) в ГрМ статистически более устойчивы, чем в ГрЖ. Это может быть следствием того, что мужчины более склонны к разным стратегиям кодирования пространственных отношений, в том числе аллоцентрических (Andersen et al., 2012; Fernandez-Baizan, Mende, 2019), которые позволяют им быстрее погрузиться в виртуальную среду.

Генерализованное по всем частотам повышение амплитуды биопотенциалов в ситуации 3D по сравнению с 2D может отражать не только привыкание к экспериментальной обстановке, но и влияние релаксации, связанное с искусственным погружением в природную среду.

Таким образом, погружение в виртуальную природную среду вызывает улучшение эмоци-

онального состояния, более выраженное в пожилом, чем молодом возрасте, и для 3D, чем 2D формата восприятия.

Финансирование работы:

Исследование частично поддержано грантом РФФИ 19-29-01017

Abich J., et al. 2021. A review of the evidence for training effectiveness with virtual reality technology // Virtual Real. 25, 919–933.

Andersen et al., 2012. Eye tracking, strategies, and sex differences in virtual navigation // Neurobiology of Learning and Memory. 97, 81–89.

Fernandez-Baizan C.J.L., Mende A.M. 2019. Spatial memory in young adults: Gender differences in egocentric and allocentric performance // Behav. Brain Res. 359, 694-700.

Lee et al., 2022. Psychological effects of green experiences in a virtual environment: A systematic review // Forests. 13, 1625.

Marin-Morales J. et al., 2017. Recognition in immersive virtual reality: From statistics to affective computing // Sensors. 20, 163.

McMahan E.A., Estes D. 2015. The effect of contact with natural environments on positive and negative affect: A Meta-Analysis // J. Posit. Psychol. 10, 507–519.

Yeo S.N. et al. 2020. What is the best way of delivering virtual nature for improving mood? An experimental comparison of high definition TV, 360° video, and computer generated virtual reality // J Environ Psychol. 72, 101500

МОДЕЛЬ КОГНИТИВНОГО АВТОНОМНОГО АГЕНТА, ПОЗНАЮЩЕГО ПРОСТЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДЫ

Редько В.Г.
(*vgredko@gmail.com*)

Научно-исследовательский институт системных исследований РАН (Москва, Россия)

В книге [Редько] анализируются перспективы направления исследований «Моделирование когнитивной эволюции». Подчёркивается, что наиболее перспективный путь к изучению когнитивной эволюции состоит в построении и исследовании моделей когнитивных автономных агентов, в изучении того, как в процессе когнитивной эволюции возникло наше мышление, используемое в научном познании.

В настоящей работе строится и анализируется модель познания простых свойств природы когнитивным автономным агентом. Рассматривается агент, который уже обладает простыми познавательными навыками, но агент ещё не способен к реальному научному познанию. В историческом аспекте это соответствует переходу от первобытного мышления [Леви-Брюль] к начальным формам познания закономерностей природы. Этот переход хорошо охарактеризован в книге В.Ф. Турчина «Феномен науки» (главы 8-9) [Турчин].

Свойства когнитивного агента

Будем считать, что агент может наблюдать события в природе, определять числа, записывать числа в таблицу. Также агент может выполнять простые арифметические действия. Полагаем, что агенту предоставлены простые приборы, которые измеряют время, температуру воздуха, интенсивность света и другие параметры окружающей среды. Считаем, что агент обладает свойством прогнозирования будущих событий во внешней среде. А именно, если агент многократно наблюдает, что за событием *A* следует событие *B*, то при новом появлении события *A* агент прогнозирует, что за этим событием с большой вероятностью последует и событие *B*. Во многих случаях это можно рассматривать как связь между причиной *A* и её следствием *B*. Такое свойство прогнозирования близко к чувству причинности в понимании Дэвида Юма [Юм]. В работе [Редько] была исследована компьютерная модель агентов с таким свойством прогнозирования; эти агенты могут заранее предвидеть появление благоприятных и неблагоприятных событий в окружающей среде. В [Редько] показано, что в процессе эволюции популяции агентов агенты со свойством прогнозирования могут преимущественно вытеснять агентов без свойства прогнозирования из популяции.

Рассматриваем автономного агента, который анализирует события в природе в основном самостоятельно, только используя предоставляемые ему приборы для измерения характеристик событий. Поведение агента может быть промоделировано в компьютерной программе.

Познание агентом общей динамики климата в течение года

Сначала рассмотрим, как агент запоминает продолжительность дня и ночи в течении суток. Считаем, что агент наблюдает наступление светлого и тёмного времени суток и, используя часы, каждый день регистрирует и записывает время рассвета и заката в таблицу. Также он ежедневно определяет продолжительность дня и ночи. Агент ведёт эти наблюдения в течение года. Так как агент может выполнять арифметические действия, то он проводит усреднения измеренных им величин.

Считаем, что агент также измеряет температуру окружающей среды и определяет среднюю температуру в течение дня и ночи, а также среднюю температуру в течение суток. Делает он это каждый день и записывает эти данные в таблицу.

Для определённости считаем, что агент географически находится на одном месте на умеренной широте (например, в Москве). Агент выполняет перечисленные наблюдения в течение ряда лет, а затем проводит усреднение данных по таблицам. Используя усредненные данные по температуре, агент выделяет времена года: зиму, весну, лето и осень.

Наблюдение и предсказание отдельных явлений природы

Считаем, что агент может наблюдать и регистрировать отдельные явления природы, характеризуя их как качественно, так и количественно. Агент связывает светлое и тёмное время суток с наличием и отсутствием наблюдаемого солнца на небе. Также его наблюдения показывают, что летом солнце находится на небе выше, чем зимой. Аналогично агент наблюдает и регистрирует, что солнечный свет нагревает освещаемые предметы. Наблюдая многократно, как камень нагревается

после освещения солнцем, агент делает вывод, что солнечный свет есть причина нагревания камня.

Наблюдая на небе тучи и их движение, агент приходит к выводу, что существует ветер, который приводит к движению туч. Достаточно большие тучи приводят к осадкам: к снегу или к дождю при низкой или высокой температуре окружающей среды.

Таким образом, агент формирует определённые знания о погоде окружающей среды и может с определённой вероятностью предсказывать характер будущих событий, характер будущей погоды. Считаем, что агент может перемещаться в рассматриваемом мире и ему могут быть предоставлены средства для приспособления к окружающему его миру, например, укрытия от дождя, помещения для обогрева при морозах. Предсказывая события в окружающей среде, агент может организовать своё поведение так, чтобы повысить свою приспособленность.

Дальнейшее развитие процессов познания когнитивным агентом

Уже рассмотренный агент имеет и использует определённые понятия: время, число, солнце, ветер, тучи; ему несложно ввести близкие понятия: пространство, предмет, движение. Имеются связи между понятиями, которые могут формировать семантические сети. Процессы формирования и использования знаний такого типа активно изучаются исследователями научных основ искусственного интеллекта, см., например [Гаазе-Рапопорт, Поспелов]. По мнению автора настоящей работы, наиболее важно проанализировать пути, ведущие к научному познанию природы. Способности рассмотренного агента ещё далеки от полноценного научного познания, но у него уже формируются начальные шаги к такому познанию.

Финансирование работы

Настоящая работа выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН по теме № FNEF-2024-0001 «Создание и реализация доверенных систем искусственного интеллекта, основанных на новых математических и алгоритмических методах, моделях быстрых вычислений, реализуемых на отечественных вычислительных системах» (1023032100070-3-1.2.1).

Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. От амебы до робота: модели поведения. М.: Едиториал УРСС, 2004. 490 с.

Леви-Брюль Л. Первобытный менталитет. СПб.: «Европейский Дом», 2002. 510 с.

Редько В.Г. 2020 Модель чувства причинности // Труды НИИСИ РАН 10. 2020. № 2. С. 34-38.

Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. М.: Наука, 1993.

Юм Д. Исследование о человеческом познании. М.: Мысль, 1996. С. 5-169.

ПЕРЦЕПТИВНАЯ УСТАНОВКА У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА ОСНОВЕ ИЛЛЮЗИЙ ПОНЗО И МЮЛЛЕРА-ЛАЙЕРА

Романова-Африкантова Н.И.
(romanovaafrikantova@gmail.com),

Карпинская В.Ю.
(karpinskaya78@mail.ru),

Ляховецкий В.А.
(vla2002@mail.ru)

Санкт-Петербургский государственный университет (г. Санкт-Петербург, Россия)

С момента описания Д.Н. Узнадзе основных положений теории установки [Узнадзе] продолжают исследования установочного эффекта, в том числе на детских выборках. Мы обратили внимание, что, несмотря на активное использование зрительных иллюзий для изучения установки на взрослых выборках [Karpinskaia; Valerjev, Gulan] и доказанное наличие неосознаваемой зрительной когнитивной установки у детей при использовании классических стимульных материалов [Ашкинази; Констандов, Черемушкин, Ашкинази; Констандов], недостаточно исследований, где было бы показано наличие или отсутствие установочного эффекта и его направленность у детей дошкольного и младшего школьного возраста с использованием зрительных иллюзий. Данное исследование поставило своей целью изучение эффекта установки, создаваемого иллюзорно измененными стимулами у детей дошкольного возраста. Мы исходили из гипотезы, что отличия в величине иллюзорного эффекта у детей с разным уровнем зрелости константности зрительного восприятия и взрослых приведут также к отличию в формировании установочного эффекта, создаваемого зрительными иллюзиями размера.

Метод. Испытуемые. В исследовании приняли участие 26 детей в возрасте от 5 лет 6 месяцев до 8 лет 2 месяцев.

Процедура. До начала эксперимента дети проходили диагностику зрелости зрительного восприятия по Методике оценки уровня развития зрительного восприятия детей 5-7, 5 лет Безруких М.М., Морозовой Л.В.

После каждому испытуемому на этапе формирования установочного эффекта предъявлялось 3 серии по 10 стимулов (реально разные, помещенные в иллюзию Мюллер-Лайера, помещенные в иллюзию Понзо).

Для оценки контрольных пар отрезков использовался метод подравнивания: испытуемому предлагалось сделать отрезки равными, давая экспериментатору устные указания уменьшить или увеличить нижний отрезок. Как только испытуемый считал, что отрезки стали равными – он говорил «стоп» и на экране появлялась следующая пара стимулов. Фиксировалась разница между длинами отрезков.

Значимость отличий оценивалась по критерию Вилкоксона.

Результаты. Серия стимулов, в которой для формирования установки использовались реально разные по размеру отрезки, показали достоверный установочный ассимилятивный эффект ($p=0,0215$), что согласуется со всеми ранее опубликованными данными о формировании установки у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Серия стимулов, создающих иллюзию Мюллер-Лайера, также показала формирование ассимилятивной установки ($p=0,0061$). Иллюзия Понзо не вызвала формирования достоверного установочного эффекта у испытуемых ($0,05 \leq p$). Также не было получено достоверных отличий между группами детей с разным уровнем зрелости константности зрительного восприятия, несмотря на ранее полученные данные о том, что есть связь этого показателя с величиной иллюзорного эффекта, оказываемого иллюзией Понзо [Романова-Африкантова, Карпинская, Ляховецкий] ($0,05 \leq p$). Ранее было обнаружено, что у взрослых и реально разные, и иллюзорно разные отрезки приводят к формированию установки [Cohen]. В нашем исследовании, несмотря на наличие иллюзорного эффекта иллюзий Понзо и Мюллера-Лайера у детей, установка сформировалась только на основе иллюзии Мюллера-Лайера. Поскольку существуют данные о том, что иллюзии Понзо и Мюллера-Лайера могут иметь различия в механизмах формирования [Karpinskaia], это может находить свое отражение и в эффектах последействия, в том числе и в эффекте установки на основе разных видов иллюзий.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта № 22-18-0007 Российского научного фонда «Психологические механизмы рассогласования восприятия и действия при решении задач в условиях зрительных иллюзий»

Ашкинази М.Л. Зрительная когнитивная установка у детей предшкольного и младшего школьного возраста: дис. Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, 2007.

Констандов Э.А., Черемушкин Е.А., Ашкинази М.Л. Особенности зрительной невербальной установки у детей предшкольного и младшего школьного возраста // Журнал высшей нервной деятельности, 2005. Т. 55. №. 3.

Констандов Э.А. Пространственная организация корковой электрической активности на разных стадиях зрительной установки у детей предшкольного и младшего школьного возраста // Журнал высшей нервной деятельности им. ИП Павлова. 2008. Т. 58. №. 1. С. 46-55.

Романова-Африкантова Н.И., Карпинская В.Ю., Ляховецкий В.А. Сравнительный анализ вербальной оценки иллюзорных отрезков у детей и взрослых // Экспериментальная психология. 2023. Т. 16. №. 3. С. 86-97.

Узнадзе Д.Н. Основные положения теории установки, 1961.

Coren S. et al. An empirical taxonomy of visual illusions // Perception & psychophysics, 1976. Т. 20. №. 2. P. 129-137.

Karpinskaia V. et al. The Aftereffects of Visual Illusions (Ponzo and Müller-Lyer): Hand-Dependent Effects in Sensorimotor Domain // Advances in Neural Networks. P. 800-806.

Valerjev P., Gulan T. The role of context in Müller-Lyer illusion: The case of negative Müller-Lyer illusion // Review of psychology. 2013. Т. 20. №. 1-2. P. 29-36.

ОПРОСНИК NASA-TLX: АДАПТАЦИЯ В КОГНИТИВНОМ ДОМЕНЕ НА РУССКОЯЗЫЧНОЙ ВЫБОРКЕ

Рыбина Е.П.

(rybina.e.p@gmail.com)

Ангельгардт А.Н.

(rybina.e.p@gmail.com)

Березнер Т.А.

(rybina.e.p@gmail.com)

Расторгуева А.И.

(rybina.e.p@gmail.com)

Сломинская С.П.

(rybina.e.p@gmail.com)

НИУ «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

Введение. В конце XX века для оценки нагрузки во время выполнения задач астронавтами NASA был разработан опросник NASA-TLX [Hart & Staveland]. Он включает 6 субшкал: mental demand, physical demand, time pressure, performance, effort и frustration, – каждая из которых состоит из одного вопроса. В виду лаконичности и емкости, в скором времени данный опросник стал применяться и в других сферах для измерения рабочей нагрузки – например, в психологических исследованиях, а также для измерения нагрузки у работников предприятий. Существует большое количество свидетельств использования опросника на разных языках и в разных сферах, однако, полноценная адаптация на русскоязычной выборке не проводилась.

Методы. При разработке опросника NASA-TLX [Hart & Staveland, 1988] он тестировался на задачах разного типа, от простых задач в одно действия до симуляции пилотирования летательным средством. Для качественной адаптации опросника NASA-TLX на русскоязычной выборке и проверки его валидности для использования в когнитивных экспериментах были выбраны только задачи, принадлежащие к категории «единичных когнитивных заданий» (single cognitive domain). Они отличаются тем, что направлены на оценку проявлений одного когнитивного процесса (например, рабочей памяти), и устроены по принципу «один стимул – один ответ испытуемого». Нами были отобраны и модифицированы три задания из оригинального исследования: на узнавание информации, на извлечение информации из рабочей памяти и мысленное вращение. В каждом задании были выделены три уровня сложности. В качестве задания первого типа была выбрана задача Стернберга, в которой испытуемому предлагается указать, была ли предъявленная в пробе буква в ранее выданном наборе букв [Sternberg, 1966]. Следующим использованным нами заданием стало задание для измерения объема рабочей памяти (memory span task), где испытуемый должен воспроизвести в верном порядке предъявленную последовательность слов [Hart & Staveland, 1988]. Последним заданием была задача мысленного вращения геометрических фигур [Jost & Jansen, 2020]. Она позволяет измерить способность испытуемого к представлению объемных фигур в пространстве, в оригинальном положении и при вращении вдоль одной или нескольких координатных осей.

Классическая психометрическая адаптация состоит из двух этапов: качественная апробация (перевод на язык носителей) и количественная пробация (проверка валидности использования переведенной версии опросника). Локализация опросника на русский язык была проведена экспертом в области прикладной и фундаментальной лингвистики с последующим обсуждением с экспертами. Количественная апробация заключалась в оценке способности опросника дифференцировать различные уровни нагрузки, проверки чувствительности к различиям в сложности заданий, и сравнении полученных корреляций между шкалами с оригинальным исследованием. Для проверки использовались линейные модели со смешанными эффектами; фиксированными факторами выступали «уровень сложности» и «тип задачи», случайным фактором – «испытуемый». Ввиду количества пунктов каждой шкалы в оригинальной версии методики – один пункт для каждого измерения – расчет классических показателей качества опросника (например, коэффициента α Кронбаха) не представляется возможным.

Так как оригинальная версия опросника содержала также процедуру взвешивания шкал для расчета суммарного балла, но последующие исследования поставили эту процедуру под вопрос,

то нами были проведены два эксперимента: без взвешивания субшкал, с простой суммой сырых баллов в качестве итогового балла по опроснику, и с взвешиванием – с учетом весов для расчета суммарного бала.

В ходе адаптации и перевода, субшкалы получили следующие названия: *умственная нагрузка, физическая нагрузка, давление времени, успешность выполнения, усилия и уровень фрустрации*. Процедура экспериментальной апробации опросника NASA-TLX в обоих экспериментах была следующей: каждому испытуемому были предъявлены в общей сложности 9 условий (3 уровня сложности по 3 задачам). Экспериментальное исследование было проведено с внутригрупповым планом: каждый испытуемый проходил все 9 условий. Уровни сложности и пробы внутри каждого уровня были рандомизированы. После выполнения каждого условия предъявлялся опросник NASA-TLX с целью измерения уровня когнитивной нагрузки по всем 6 субшкалам, т.е. всего было 9 заполнений опросника. Второй эксперимент отличался от первого только предъявлением экрана с попарным сравнением субшкал, после прохождения самого сложного уровня по каждой из задачи. Ожидая большие различия в уровнях сложности, ожидаемый размер эффекта был выбран за $f = 0.40$. На основании этого размера эффекта был рассчитан размер выборки в 80 человек. Размер второй выборки зависел от полученного в первом эксперименте эффекта.

Результаты. В первом эксперименте с помощью линейных моделей со смешанными эффектами было обнаружено влияние уровня сложности задачи на тестовый балл по всем субшкалам адаптируемого опросника (Табл. 1).

Табл. 1. Вывод ANOVA-таблицы для анализа линейными моделями со смешанными эффектами для всех субшкал всех трех задач

Шкала	Задача мысленного вращения	Измерение объема рабочей памяти	Задача Стернберга
Умственная нагрузка	$F(2, 162) = 34.93, p < .001, \eta^2_p = 0.30$	$F(2, 162) = 205.99, p < .001, \eta^2_p = 0.72$	$F(2, 161.52) = 118.03, p < .001, \eta^2_p = 0.59$
Физическая нагрузка	$F(2, 161.07) = 8.7299, p < .001, \eta^2_p = 0.10$	$F(2, 156.85) = 32.55, p < .001, \eta^2_p = 0.29$	$F(2, 160.78) = 18.24, p < .001, \eta^2_p = 0.18$
Давление времени	$F(2, 162) = 3.16, p = 0.045, \eta^2_p = 0.04$	$F(2, 162) = 172.33, p < .001, \eta^2_p = 0.68$	$F(2, 161.47) = 171.01, p < .001, \eta^2_p = 0.68$
Успешность выполнения	$F(2, 162) = 26.79, p < .001, \eta^2_p = 0.25$	$F(2, 162) = 268.91, p < .001, \eta^2_p = 0.77$	$F(2, 161.56) = 334.23, p < .001, \eta^2_p = 0.81$
Усилия	$F(2, 162) = 26.39, p < .001, \eta^2_p = 0.25$	$F(2, 161.29) = 163.56, p < .001, \eta^2_p = 0.67$	$F(2, 161.36) = 87.96, p < .001, \eta^2_p = 0.52$
Уровень фрустрации	$F(2, 161.05) = 13.43, p < .001, \eta^2_p = 0.14$	$F(2, 159.9) = 67.41, p < .001, \eta^2_p = 0.46$	$F(2, 160.91) = 127.14, p < .001, \eta^2_p = 0.61$

Попарные сравнения показали значимые различия во всех уровнях сложности, за исключением шкалы физической нагрузки: шкала физической нагрузки не показала значимых различий между простым и средним уровнями сложности в задаче мысленного вращения ($t(161) = -0.58, p = .833$) и между средним и сложным условиями в задаче Стернберга ($t(156) = -2.09, p = .095$). Все остальные попарные сравнения были статистически значимы (all $|t| > 3.3, p < .003$). Полученные результаты позволяют прогнозировать высокую чувствительность опросника к изменениям уровня сложности задачи. Результаты вариации баллов опросника по уровням сложности отражены на рисунке 1.

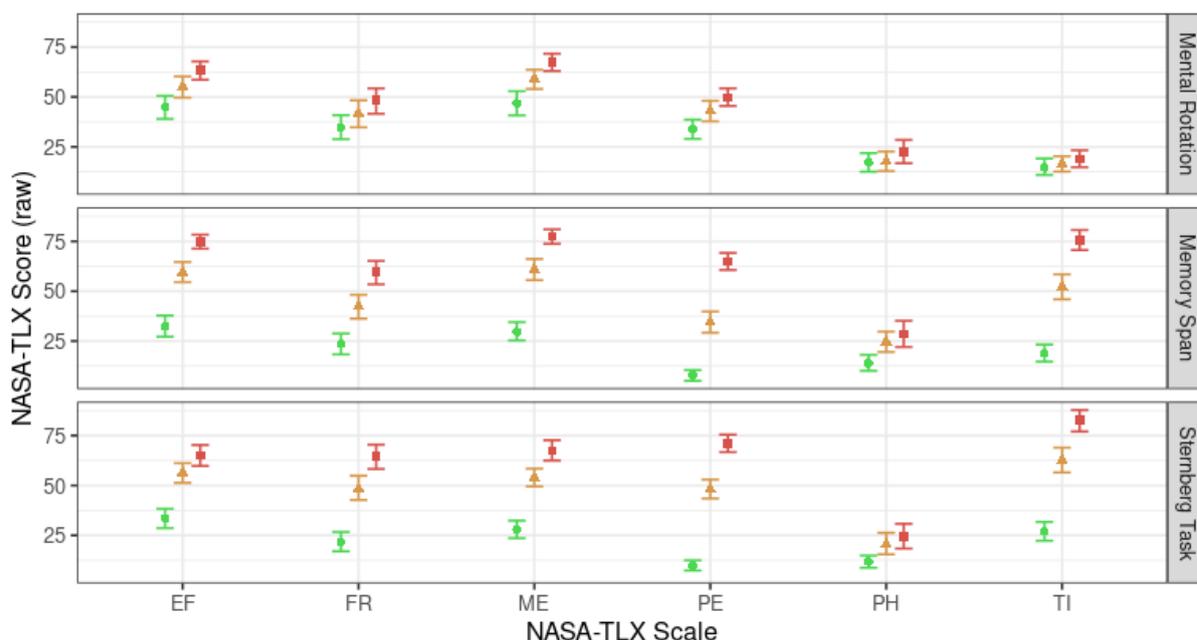


Рис. 1. Результаты дисперсионного анализа сырых баллов субшкал NASA-TLX в когнитивном домене по трем уровням сложности (легкий – зеленый, средний – желтый и сложный – красный) на задачах мысленного вращения (MR), измерения объема рабочей памяти (MS) и задачи Стернберга (ST)

Индекс когнитивной нагрузки, рассчитанный как суммарный балл по всем субшкалам, статистически значимо отличался по уровню сложности во всех трех парадигмах: в задаче мысленного вращения ($F(2, 159.89) = 43.311, p < .001, \eta^2p = 0.35$), в задаче на измерение объема рабочей памяти ($F(2, 155.18) = 326.54, p < .001, \eta^2p = 0.81$) и в задаче Стернберга ($F(2, 156.6) = 319.95, p < .001, \eta^2p = 0.80$). Чем больше был уровень сложности, тем выше были индекс когнитивной нагрузки. Время реакции значимо коррелировало с индексом когнитивной нагрузки ($r(619) = 0.24, CI[0.17, 0.32], p < .001$).

Во всех задачах уровень сложности оказал значимое влияние на время реакции: в задаче мысленного вращения ($F(2, 162) = 34.93, p < .001, p2 = 0.30$); в задаче на измерение объема рабочей памяти ($F(2, 114) = 141.30, p < .001, p2 = 0.71$); и в задаче Стернберга ($F(2, 162) = 17.50, p < .001, p2 = 0.18$). Также значимая разница была и в точности ответов (мысленное вращение – $F(2, 162) = 25.2, p < .001, p2 = 0.24$; объем рабочей памяти – $F(2, 162) = 371.79, p < .001, p2 = 0.82$; задача Стернберга – $F(2, 162) = 181.40, p < .001, p2 = 0.69$).

Для второго эксперимента с взвешиванием шкал размер выборки рассчитывался по данным от первого эксперимента и составил 63 респондента. Данные на этой выборке так же показали статистически значимое влияние уровня сложности на субшкалы опросника, отдельно по парадигмам, за исключением шкал Давление времени и Физическая нагрузка в задаче мысленного вращения. Парные сравнения показали значимые различия между всеми уровнями сложности, за исключением уровней шкалы физической нагрузки.

Взвешенный индекс когнитивной нагрузки, рассчитанный как взвешенный балл по всем субшкалам, статистически значимо отличался по уровню сложности во всех трех парадигмах: в задаче мысленного вращения ($F(2, 136) = 10.85, p < .001, \eta^2p = 0.14$), в задаче на измерение объема рабочей памяти ($F(2, 136) = 192.79, p < .001, \eta^2p = 0.74$) и в задаче Стернберга ($F(2, 136) = 160.05, p < .001, \eta^2p = 0.70$). И время реакции, и точность показали значимую корреляцию с взвешенными индексом когнитивной нагрузки ($r(238) = 0.2, CI[0.13, 0.27], p < .001$; $r(238) = -0.5, CI[-0.55, -0.44], p < .001$ соответственно).

Во всех задачах уровень сложности оказал значимое влияние на время реакции. Корреляция между простой суммой баллов, полученной в первом эксперименте, и взвешенной суммой из второго эксперимента, была статистически значимой и варьировалась от 0.86 до 0.98 в зависимости от задачи и уровня сложности.

Обсуждение результатов. В данном исследовании была проведена адаптация опросника NASA-TLX на русскоязычной выборке на задачах из когнитивного домена, затрагивающих спектр когнитивных процессов (чтение, запоминание, извлечение из памяти, ментальное вращение).

Адаптированный опросник показал статистически значимые различия в зависимости от уровня сложности задачи как в суммарном балле индекса когнитивной нагрузки, так и по отдельным шести субшкалам, в двух экспериментах.

Так как шкала «физическая нагрузка» оказалась значимой в основном только при сравнении легкого уровня со средним, то мы рекомендуем исключить эту шкалу из опросника при применении ее к задачам единичного когнитивного домена: вероятно, в случаях, когда уровень сложности резко возрастал, испытуемые представляли более сильные физические затраты, в то время как к выполнению предлагались именно когнитивные задания, не требующие никаких физических действий. Еще один интересный вопрос – это взвешивание субшкал. В ходе двух проведенных экспериментов были получены значимые результаты как в эксперименте с взвешиванием субшкал для подсчета итогового балла, так и без него, с подсчетом простой суммы баллов. При этом, адаптация показала высокую корреляцию между простой суммой баллов по субшкалам и взвешенной. В связи с этим, процедура взвешивания не является необходимой для использования данного опросника.

Предлагаемая адаптация опросника NASA-TLX на русскоязычной выборке позволит полноценно использовать его для оценки уровня когнитивной нагрузки как в когнитивных исследованиях, так и в педагогической практике, на рабочих местах и в иных случаях, требующих оценки нагруженности при выполнении задач.

Hart S.G., Staveland L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research //Advances in psychology. North-Holland, 1988. V. 52. P. 139-183.

Sweller J., Van Merriënboer J.J.G., Paas F.G.W.C. Cognitive architecture and instructional design //Educational psychology review. 1998. V. 10. № 3. P. 251-296.

Sternberg S. High-speed scanning in human memory // Science. 1966. V. 153. № 3736. P. 652-654.

КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ ВЫСТУПАЕТ ПРЕДИКТОРОМ ЧЕРТЫ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Савельева В.А.

(*victoriya.savelieva@gmail.com*),

Корнилова Т.В.

(*tvkornilova@mail.ru*)

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Введение

Критическое мышление (КМ) рассматривается в психологии не как отдельный вид или тип мышления, а выступает в интегративном контексте, представляя совокупность процессов рассуждения; проявляемые в КМ способности к анализу, сравнению и интерпретации при вынесении суждений соотносятся с логическим и систематическим мышлением. Как компетенция или «мягкий навык» КМ включено в решение проблем и принятие решений. Зарубежные модели КМ выделяют операциональный состав КМ; на русском языке после выхода книги Д. Халперн закрепляется традиция суждения о КМ на основе результатов решений. Но как бы ни понималось КМ, проблемой остается связь его с другими интеллектуальными способностями и с компонентами эмоциональной сферы. Если для процессуального анализа мыслительной деятельности ее эмоционально-личностная регуляция многократно демонстрировалась (школа О.К. Тихомирова и др.), то возможность связей КМ с эмоциональным интеллектом (ЭИ) еще не исследовалась. Именно выявление этой связи могло бы конкретизировать, в чем, собственно, заключается «единство интеллекта и аффекта».

При выявлении этой связи (между КМ и ЭИ) основным исследовательским вопросом становится выбор между гипотезами: 1) КМ вносит больший вклад в ЭИ или, напротив, 2) ЭИ может быть включен в прогнозирование КМ. Учитывая дихотомию взглядов на ЭИ как способность и черту, мы решили, что при измерении ЭИ в качестве личностной черты можно будет выявить вклад КМ в эту особенность (при том, что изучение вклада личностных черт в регуляцию мышления – более исследованная область).

Тесты достижений для измерения критического мышления отражают когнитивные навыки и стратегии, однако плохо схватывают тот аспект КМ, который предполагает его систематичность и интегративность процессов более высокого уровня, чем отдельные операции, актуализируемые задачами (материалом) тестов. В отличие от этого опросники фиксируют скорее направленность субъекта на проявление критического мышления, понятого как множественность процессов и уровней его регуляции (систематичность, контроль выводов, анализ информации, склонность к интерпретации и поиску причин и т.д.). К таким опросникам относится опросник *a Critical Thinking Assessment-Scale*, краткая форма которого апробирована в пяти странах [Payan-Carreira et al].

Метод

Участники исследования. 181 студент университета ($M_{\text{возр}} = 20,41$, $SD=1,98$): 150 женщин ($M_{\text{возр}} = 20,25$, $SD=1,45$) и 31 мужчин ($M_{\text{возр}} = 21,19$, $SD=2,75$). Мужчины значительно старше ($p=0,002$). Все индивидуально проходили тестирование по двум опросникам, предварительно апробированным на русскоязычных выборках.

Первый – опросник *Trait Emotional Intelligent Questionnaire (TEIQ)* А. Фернхема – К. Петридеса [Корнилова]. ЭИ в качестве черты диагностируется шкалами благополучие, эмоциональность, самоконтроль и социальность.

Второй – базирующийся на 6-компонентной модели П. Фачионе опросник *Critical Thinking Assessment-Scale Short Form – CTSAS* [Facione]. Факторы КМ: 1) интерпретация, 2) анализ, 3) оценка, 4) вывод, 5) объяснение, 6) саморегуляция. Приводим его психометрические характеристики.

Для $n=375$ проверка авторской модели с 6 факторами продемонстрировала хорошие результаты соответствия: при поправке на ненормальность данных и использовании метода для порядковых переменных хи-квадрат равен 3022 при 1695 степенях свободы, $P < 0.0001$, $CFI=0.969$, $TLI=0.968$, $RMSEA=0.061$ (95% CI 0.058-0.063). Альфа Кронбаха соответственно для факторов 1-6 равны 0,84; 0,80; 0,75; 0,92; 0,85; 0,80.

Далее нами был проведен корреляционный и регрессионный анализ. Поскольку и ЭИ, и КМ выступают субъектными характеристиками, он менялся в двух направлениях (прогноз ЭИ по показателям КМ и прогноз КМ по показателям ЭИ).

Результаты

1. Из 6 шкал КМ для двух – Анализ и Оценка – различие в пользу более высоких баллов у мужчин значимо ($p < 0,05$). У женщин более высокие показатели по шкалам ЭИ Благополучие и Эмоциональность ($p < 0,05$). При регрессионном анализе различие по полу обнаружено только для шкалы Благополучие.

2. Для каждой ЗП (ЭИ) проверялись «устойчивые» модели: Модель 1 – пол, возраст, Модель 2 – пол, возраст, КМ. ЭИ значимо определялся факторами КМ: Благополучие – фактором 6 Само-регуляция ($p < 0,001$), Эмоциональность – фактором 5 Объяснение ($p < 0,05$), Самоконтроль – также фактором 5, Социальность – факторами 1,2 и 5, т.е. готовностью к Интерпретации, Анализу и Объяснению (все на уровне $p < 0,001$).

3. При регрессионном анализе вклада шкал ЭИ (TEIQ) на показатели КМ значимыми стали только Самоконтроль и Социальность для фактора 5 – Объяснение ($p < 0,001$).

Обсуждение

Согласно результатам проведенного регрессионного анализа, мы смогли из двух конкурирующих общих гипотез принять первую: заданная 6-компонентной моделью структура критического мышления, предполагающая направленность субъекта на анализ, оценку информации, ее интерпретацию, контроль за выводом и саморегуляцию, значимо определяет показатели эмоционального интеллекта. Учитывая же, что ЭИ измерялся в качестве личностной черты, мы можем предполагать еще больший вклад КМ в способность ЭИ, связываемую с когнитивными структурами интеллектуально-личностного потенциала человека. Однако это требует дальнейшей проверки, поскольку авторами исследований ЭИ выдвигаются разные структуры включения ЭИ в область когнитивных способностей и в личностную сферу.

Выводы

Критическое мышление определяет черту эмоционального интеллекта (даже при измерении его как личностной черты).

Корнилова Т.В. Черты эмоционального интеллекта (по TEIQe) как предикторы стилевой регуляции принятия решений // Психологический журнал. 2023. Т. 44(4). С. 72-81.

Халперн Д. Психология критического мышления. СПб.: Издательство «Питер», 2000. 512 с.

Facione P.A. The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill // Informal Log. 2000. P. 61-84.

Payan-Carreira R., Sacau-Fontenla A., Rebelo H., Sebastião L., Pnevmatikos D. Development and Validation of a Critical Thinking Assessment-Scale Short Form // Educ. Sci. 2022. 938 p.

ВЛИЯНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭЭГ ПОКОЯ В ИНТЕРВАЛАХ МЕЖДУ ПРОСМОТРОМ ВИДЕОЗАПИСЕЙ САМОГО ИСПЫТУЕМОГО И ДРУГИХ ЛЮДЕЙ

Савостьянов А.Н.^{1,2,3}
(a-sav@mail.ru),

Бочаров А.В.^{1,3}
(bocharovav@neuronm.ru)

Сапрыгин А.Е.^{1,2}
(sapriginae@neuronm.ru)

Кулешов Д.А.²
(kuleshovdmitalex@gmail.com)

Князев Г.Г.¹
(knyazevgg@neuronm.ru)

¹ Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия

² Институт Цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

³ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Нейрофизиологические процессы, ассоциированные с распознаванием самоотнесенной информации, привлекают большое внимание как в связи с фундаментальными проблемами понимания мозговых основ психической деятельности, так и вследствие их взаимосвязи с предрасположенностью к патологиям аутистического и депрессивного спектра. Влияние отнесенности информации к себе или другим наблюдается при анализе ЭЭГ или фМРТ, регистрируемой в срединных областях коры, включая структуры дефолт-системы. В тех же структурах уровень электрической или гемодинамической активации коррелирует с выраженностью симптоматики различных аффективных нарушений. Известно, что депрессия ассоциирована с повышенной чувствительностью человека к негативно окрашенной информации о нем самом, а аутистические расстройства обычно сопровождаются сниженной чувствительностью как к информации о самом себе, так и о других людях.

В современной нейрофизиологии сложилось два экспериментальных подхода к изучению мозговых механизмов восприятия самоотнесенной информации: (1) оценка активности мозга в условиях покоя с последующим опросом на предмет наличия или отсутствия самореферентных мыслей; (2) анализ мозговых ответов на лицевые фотографии или речевые сообщения, отнесенные к себе или другим. Однако существует гипотеза, что чувство себя может быть результатом определенного вида взаимодействия между активностью состояния покоя и активностью, вызванной стимулом в срединных регионах коры мозга. Мы предлагаем экспериментальную модель, в которой сравниваются паттерны фоновой мозговой активности в состоянии покоя с закрытыми глазами, следующие за относительно длительным распознаванием видеозаписей самого испытуемого или других людей в сопоставлении с фоновыми состояниями, следующими за рассматриванием пустого экрана. Спектральная плотность в разных частотных диапазонах ЭЭГ выбрана нами как мера мозговой активности, отражающая интенсивность обработки информации. В качестве психологических переменных были рассмотрены личностные особенности участников, значение которых коррелирует с предрасположенностью к аффективным расстройствам.

Испытуемые. В эксперименте участвовало 84 человека (49 женщин, 35 мужчин, возраст от 17 до 45 лет) без психиатрических или неврологических заболеваний. Все участники подписывали согласие на проведение обследования. Испытуемые заполняли комплект психологических опросников, позволяющий оценить их личностные особенности, такие как уровень нейротизма, экстраверсии, личностной тревожности, предрасположенность к развитию депрессии и тревожного расстройства, показатели коллективизма/индивидуализма, степень фокусировки внимания на собственной персоне и индивидуальную выраженность аутистических черт.

Экспериментальный дизайн. ЭЭГ регистрация производилась в трёх экспериментальных схемах. В фоновой схеме в течении 12 минут 30 секунд регистрировалась ЭЭГ покоя без какой-либо внешней функциональной нагрузки. В начале этого условия испытуемые 30 секунд смотрели

на затемненный монитор компьютера, после чего ЭЭГ регистрировалась в течении двух минут при закрытых глазах. Затем ЭЭГ регистрировалась в течении двух минут при открытых глазах. Цикл закрывания и открывания глаз повторялись ещё дважды. Таким образом, регистрировалось 4 интервала ЭЭГ с открытыми глазами (первый интервал продолжительностью в 30 секунд, и три интервала продолжительностью по 2 минуты), во время которых участник обследования наблюдал пустой, затемненный экран, а также три двухминутных интервала с закрытыми глазами. В этом условии вместе с ЭЭГ непрерывно регистрировалась видеозапись лица участника. В самоотнесенной экспериментальной схеме испытуемого также просили по команде открывать или закрывать глаза в течение 12 минут 30 секунд. Разница с первой схемой состояла в том, что на экране компьютера в течение всего этого условия демонстрировалась видеозапись лица участника, сделанная в ходе первого условия. В схеме с отнесением к другому персонажу участнику демонстрировалась видеозапись лица незнакомого ему человека того же пола, что и сам участник, у которого в момент видеозаписи регистрировалась ЭЭГ. Фоновая схема использовалась первой для всех испытуемых. Две другие схемы проводились в случайном порядке для каждого испытуемого. После каждого условия испытуемые отвечали на вопросы, связанные с их мыслями во время записи ЭЭГ. Между этими записями все участники в течении примерно 15-20 минут выполняли экспериментальные задания, связанные с концентрацией внимания на зрительных или слуховых стимулах.

Регистрация и анализ ЭЭГ. Регистрация проводилась через 128 каналов, расположенных по схеме 5-10% через усилитель NVX-136, Россия. Артефакты были удалены в программе EEGlab_toolbox, корковая топография спектральной площади в разных условиях сравнивалась в программе sLORETA. Проводилось сравнение на интервалах ЭЭГ при закрытых глазах, следующих за наблюдением пустого экрана, видеозаписи своего лица или видеозаписи лица незнакомого человека. Таким образом, мы сравнивали состояние головного мозга в условиях функционального покоя, но после видеостимуляции отнесенной к самому себе или другому человеку.

Результаты. Выявлено, что спектральная плотность верхнего альфа- и нижнего бета-ритмов в медиальных отделах коры достоверно различалась для всех трёх экспериментальных схем. Для самоотнесенной альфа- и бета- спектральные плотности в этих структурах были достоверно ниже, чем для фоновой записи, тогда как для записи, отнесенной к другим людям, наоборот, спектральная плотность была выше, чем для фоновой. Повышенные значения оценок предрасположенности к депрессии, по шкале А. Бека, и оценок фокуса внимания на своей персоне усиливали контрастность между фоновой и самоотнесенной записями, тогда как выраженность аутистических черт снижала разницу в спектральной плотности между всеми тремя условиями.

Вывод. Наблюдение за видеоизображением собственного или чужого лица индуцирует изменение в ЭЭГ покоя, запись которого следует за просмотром видео. Эти изменения наиболее достоверны в медиальных структурах коры, включая области дефолт-системы. Разница в спектральной плотности ЭЭГ, регистрируемой после просмотра самоотнесенного и отнесенного к постороннему видео коррелирует с психологическими оценками личностных черт, включая предрасположенность к депрессии и аутистическим расстройствам.

Финансирование работы

Исследование проведено при поддержке гранта РФФ № 22-15-00142 «фМРТ и ЭЭГ корреляты фокуса внимания на собственной персоне как фактора предрасположенности к аффективным расстройствам».

Frewen P., Schroeter M.L., Riva G., Cipresso P., Fairfield B., Padulo C., Kemp A.H., Palaniyappan L., Owolabi M., Kusi-Mensah K., Poyakova M., Fehertoi N., D'Andrea W., Lowe L., Northoff G. Neuroimaging the consciousness of self: Review, and conceptual methodological framework // Neurosci Biobehav Rev., 2020, 112:164-212. DOI:10.1016/j.neubiorev.2020.01.023.

Qin P., Northoff G. How is our self related to midline regions and the default-mode networks? // Neuroimage. 2011. 57(3).1221-33. DOI: 10.1016/j.neuroimage. 2011.05.028

СОЦИАЛЬНО-ПРИЕМЛЕМЫЕ ВИРТУАЛЬНЫЕ АГЕНТЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ КОГНИТИВНОГО И СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ

Самсонович А.В.

(avsamsonovich@mephi.ru),

Хабаров Д.

(vip.dima020210@mail.ru)

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия)

Введение. Одним из ограничений больших языковых моделей и систем на их основе, таких как *ChatGPT* [Chat Generative Pre-trained Transformer, ChatGPT – Release Notes, 2024], является их неспособность «понимать» сложные социальные контексты и, как следствие, ограниченная способность генерировать адекватные ответы в нетривиальных социальных ситуациях. В данной работе мы показываем, что характеристики диалогового агента на основе *ChatGPT* можно существенно улучшить, управляя его поведением с помощью когнитивной модели.

Методы. В качестве экспериментальной парадигмы взаимодействия используется неформальный разговор между изначально незнакомыми собеседниками, происходящий на воображаемом банкете научно-технической конференции. Цель разговора для виртуального агента состоит в том, чтобы найти подходящего кандидата для трудоустройства в команду разработчиков искусственного интеллекта (ИИ). Цель остальных собеседников, добровольных участников эксперимента, – найти возможность трудоустройства по интересующей их тематике. Виртуальный агент по очереди вступает в разговор с несколькими собеседниками. Контакт считается успешным, если собеседники договорились о формальной встрече у работодателя.

В эксперименте сравниваются два варианта реализации виртуального агента. В основном варианте используется ограниченная реализация когнитивной архитектуры eVICA [Samsonovich]: алгоритм на основе так называемых моральных схем, задающий интенциональности высказываний ChatGPT. В контрольном варианте ChatGPT получает длинную инструкцию в начале беседы и далее действует самостоятельно. Как алгоритм, так и инструкция, предназначены для реализации сценария, состоящего из последовательности этапов установления делового психологического контакта [Филонов и Быстрова; Забродин].

При реализации моральных схем используется представление высказываний собеседников в семантическом пространстве интенциональностей, примеры которых приведены ниже:

Вызвать сочувствие. Выразить заботу. Выразить иронию. Выразить недовольство. Выразить обеспокоенность. Выразить радость. Выразить свое мнение. Выразить сожаление. Выразить удивление. Дать указание. Завершить разговор. Запросить информацию. Извиниться. Информировать. Критиковать. Намекнуть. Напомнить. Настоять. Обвинить. Обещать. Обозначить понимание партнера. Обозначить участие в разговоре. Оправдаться. Отклонить. Поблагодарить. Подтвердить/согласиться. Пожаловаться. Поинтересоваться. Помочь. Поприветствовать. Попросить. Посоветовать. Посочувствовать. Похвалить. Похвастаться. Пошутить. Пояснить. Предложить. Предположить. Предупредить. Привлечь внимание/вовлечь в разговор. Развлечь. Разрешить. Рассказать. Скорректировать. Солидаризоваться. Сообщить. Убедить. Уйти от ответа. Узнать мнение. Упрекнуть. Успокоить. Уточнить.

В эксперименте проводилась оценка обоих вариантов реализации агента путем опроса испытуемых и путем сравнения объективных характеристик, таких как продолжительность и результативность контакта.

Результаты и выводы. Разработанный агент показал меньшую оценку в субъективных показателях по сравнению с контрольным вариантом, но превзошел контрольный вариант в объективных показателях успешности диалога и вовлеченности собеседника.

Можно сказать, что модель eVICA показала обещающие результаты. Возможные пути улучшения могут включать применение новых версий GPT, изменение подхода к использованию eVICA и дальнейшую настройку архитектуры модели.

Финансирование работы

Работа финансирована грантом РФФИ № 22-11-00213.

Забродин Ю.М. Психология ведения деловой беседы. 2001.

Филонов Л.Б., Быстрова И.В. Факторы, влияющие на контактное взаимодействие при первичном восприятии. Ученые записки Российского государственного социального университета. 2012. №. 1. С. 93-95.

ChatGPT – Release Notes. URL: <https://help.openai.com/en/articles/6825453chatgpt-release-notes>.

Samsonovich A.V. Socially emotional brain-inspired cognitive architecture framework for artificial intelligence. Cognitive Systems Research. 2020. 60. P. 57-76. DOI:10.1016/j.cogsys.2019.12.002.

ВАЖНА ЛИ КАТЕГОРИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ КАТЕГОРИИ НА ГИБРИДНЫЙ ПОИСК С ПОМОЩЬЮ АЙТРЕКИНГА

Сапронов Ф.А.
(FrSap@yandex.ru),

Рубцова О.С.
(olga.rubtsova98@gmail.com)

Горубнова Е.С.
(gorbunovaes@gmail.com)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

Категоризация – процесс, в результате которого происходит объединение объектов по принципам экономии когнитивных ресурсов и валидных подсказок, что обеспечивает более эффективную обработку информации [Rosch et. al.]. Одним из актуальных направлений исследований в этой области является изучение эффекта превосходства категории базового уровня в перцептивных задачах, например, в задаче поиска объектов [Maxfield & Zelinsky, 2012]. В представленном исследовании изучалось влияние роли категории (базовой или суперординатной) на время гайденса – поиска целевого стимула и верификации – время идентификации целевого стимула в задаче гибридного поиска. Испытуемые должны были найти определенные объекты на экране, которые могли быть заданы либо как категории базового уровня (например, машины), либо как категории суперординатного уровня (например, транспортные средства). Для разделения всего процесса гибридного поиска на гайденс и верификацию использовался метод айтрекинга.

Основными гипотезами нашего исследования являлись следующие:

– Гайденс (время от начала поиска до первой фиксации на целевом стимуле) протекает быстрее в случае, если перед поиском объекты задаются категориями базового уровня в сравнении с супеориднатным уровнем.

– Верификация (время от первой фиксации на целевом стимуле до нажатия клавиши на клавиатуре) протекает быстрее в случае, если перед поиском объекты задаются категориями базового уровня в сравнении с супеориднатным уровнем.

Нами была проведена серия из 3 экспериментов.

В первом поведенческом исследовании эффекта преимущества базовой категории в задаче гибридного поиска без использования айтрекинга значимых различий между группами со стимулами базового уровня категории и стимулами суперординатного уровня категории найдено не было [Ангельгардт и др.]. Задание было выполнено почти со 100% точностью. Мы предполагаем, что в связи с простотой перцептивной задачи (поиск крупных и знакомых объектов) был достигнут эффект потолка. Эксперимент проводился онлайн, поэтому собирались только поведенческие данные. В связи с тем, что эффект преимущества базовой категории с большей вероятностью может наблюдаться только в более быстрых процессах, в качестве прямого продолжения предыдущего исследования был проведен новый эксперимент [Сапронов]. Второй эксперимент проводился непосредственно в лаборатории с использованием метода регистрации движений глаз. Процедура осталась идентичной, включая все инструкции и стимульный материал. Анализ времени реакции гайденса и верификации показал значимые различия для фактора уровня категории при гайденсе, но не при верификации. В связи с идентичностью экспериментальных условий снова был достигнут эффект потолка. Кроме того, мы столкнулись с временной задержкой из-за использования неспециализированной клавиатуры и синхронизации айтрекера с программой PsychoPy. Последнее исследование проводилось с целью воспроизведения и уточнения обнаруженных эффектов и получения более четких данных. По этой причине все стимульные материалы были изменены и создавались с помощью нейросети StableDiffusion. Кроме того, клавиатура была заменена на специальный джойстик, а для уменьшения временной задержки эксперимент был запрограммирован в программе SR Research Experiment Builder. В результате дисперсионного анализа 2x3x4 было найдено значимое взаимодействие факторов, которое будет обсуждаться далее.

Табл. 1. Пример стимулов, созданных нейросетью

Уровень категории	Стимулы			
Базовая	Чашки	Платья	Торты	Цветы
Суперординатная	Посуда	Одежда	Еда	Растения
Пример				

Таким образом, по нашим данным, на время гайденса влияет как количество стимулов на экране, так и количество стимулов для запоминания. Так, чем больше стимулов было представлено на экране, тем медленнее протекал гайденс. Аналогично, хранение большого количества категорий в рабочей памяти замедляло процесс поиска целевого стимула. Дополнительный анализ показал, что объекты категории базового уровня обнаруживались быстрее по сравнению с объектами категории высшего уровня, когда количество объектов на экране было равно 16, а количество объектов в памяти – 1.

Можно сказать, что наша гипотеза эмпирически частично подтвердилась. Вполне вероятно, что участники формируют ментальные репрезентации разной степени специфичности и отчетливости в зависимости от уровня категории. Хотя простые перцептивные признаки (форма, цвет, размер) имеют первостепенное значение, другие, более сложные характеристики объекта, такие как уровень категории, оказываются важными при поиске целевого стимула. Таким образом, объект базовой категории будет более специфичным и отчетливым по сравнению с объектом суперординатной категории, что дает ему преимущество при ориентировке. Согласно теории Guided Search 6.0, в процессе гибридного поиска участники формируют «шаблон наведения» [Wolfe, 2021]. Этот шаблон хранится в рабочей памяти и состоит из информации о некоторых основных признаках объектов. Например, если участнику необходимо найти цветок, то в «шаблон наведения» будут добавлены некоторые цвета и признаки симметрии. Мы предположили, что в условиях, когда в памяти было более 1 цели, признаки в шаблоне «наведения» смешивались, поскольку участники не знали, какую именно цель им нужно найти в текущем испытании. Кроме того, существовало не менее 10 вариантов целевых стимулов (например, различные виды цветов или тортов). Однако в случае с 2, 3 и 4 мишенями набор признаков в «шаблоне подсказки» был обширным как для базовых, так и для суперординатных категорий.

При этом уровень категории не оказывает влияния на верификацию стимула. Это означает, что уровень категории играет решающую роль при решении перцептивной задачи, но не при процессе верификации, который можно назвать более высокоуровневым. Вероятно, при верификации, то есть идентификации объекта, задействуются иные механизмы. Полученные нами результаты частично согласуются с результатами исследований роли уровня категории для классического зрительного поиска.

Ангельгардт А.Н., Макаров И.М., Горбунова Е.С. Роль уровня категории при решении задачи гибридного зрительного поиска // Вопросы психологии. 2021. С.148-158.

Сапроно Ф.А., Макаров И.М., Горбунова Е.С. Категоризация в гибридном поиске: исследование с использованием регистрации движений глаз. Экспериментальная психология. С. 121-138.

Rosch E. Basic objects in natural categories, 1975.

Maxfield J.T., Zelinsky G.J. Searching through the hierarchy: How level of target categorization affects visual search. Visual cognition, 20(10). С. 1153-1163.

Wolf J. M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search. Psychonomic Bulletin & Review, 2021. С. 1060-1092.

THE ROLE OF CONTEXT IN NOVEL WORD MEANING ACQUISITION

Semenova E.¹

(semenova.ey@talantiuspeh.ru)

Berlin Khenis A.

(alexa.munxen@gmail.com)

Streltsova A.

(nancystrel@gmail.com)

Logvinenko T.²

(logvinenkota.spb@gmail.com)

¹ Sirius University of Science and Technology (Sirius, Russia)

² Ludwig Maximilian University of Munich (LMU) Klinikum (Munich, Germany)

Introduction: One way to learn words is to extract their meaning from the context. It has been well documented that word learning efficiency is influenced by contextual constraint (Borovsky et al., 2010, 2012; Lowell & Morris, 2017). Sentence constraint is defined as the extent to which a particular word or phrase is anticipated to complete a sentence (Schwanenflugel & LaCount, 1988). Neurophysiological studies demonstrated that in a strongly constraining context, the N400 effect was elicited. Larger magnitude of an effect was recorded to targets preceded by pseudoword primes. The N400 effect was hypothesized to be present already during initial meaning acquisition. However, research on the neurocognitive mechanisms implicated in the stage of meaning retrieval remains scarce.

In this pilot study, we explored the process of meaning acquisition of novel words during reading, modulated by contextual informativeness in adolescents. The study aimed to (1) investigate the role of contextual constraints in predicting the meaning of unknown words in middle adolescents and (2) estimate the extent to which verbs, as opposed to nouns, contribute to the creation of contextual constraints. Specifically, we constructed an experimental paradigm and presented adolescent participants with the blocks of sentences containing a novel word embedded in the context of varying informativeness, that is, with (1) low, (2) moderate, or (3) sufficient amount of lexical clues to the meaning of the novel word.

Methodology: The sample consisted of participants (n=25) aged from 13 to 17 years (Mean age = 14.81 years, SD = 1.49; 20 females). All adolescents attended regular school programs and had normal or corrected to normal vision.

During the experiment, we collected (1) behavioral data on the accuracy and reaction time for each experimental trial (2) data on eye movements with the use of an Eyelink 1000 Plus eye-tracker, (3) electrophysiological signal (EEG) from 128 electrodes with the use of an ActiCHamp system (Brain Products GmbH).

Stimuli consisted of 240 sentences and 240 pictures arranged in trial blocks. Stimuli were assigned either to the experimental set (with constraint manipulation) or to the control set. The experimental (constraining) set consisted of 40 blocks of sentences (3 sentences * 3 types of constraint; overall 120 sentences), where the first sentence was a low-constraining sentence; the second was a moderately constraining sentence; and the third was a high-constraining sentence. The example of stimuli sentences (40 three-sentence blocks, pseudo randomized):

1) Sentence 1 (low-constraining): Девушка узнала про гекошь [Devushka uznala pro guekosh] – The girl found out about a guekosh.

2) Sentence 2 (moderately constraining): Щенок наступил на гекошь [Shchenok nastupil na guekosh] – The puppy stepped on a guekosh.

3) Sentence 3 (high-constraining): Сестра срезала красивую гекошь [Sestra srezala krasivuyu guekosh] – Sister cut off a beautiful guekosh.

After each sentence, participants were presented with three pictures (sequentially) and were asked whether each picture matched the meaning of the target word. The control set resembled the structure of the first one. Yet, all the 40 blocks consisted of low-constraining sentences. This was a condition aimed at eliminating the repetition effect when measuring the N400. ERPs were recorded to the target pseudowords. Difference waves between ERPs to pseudowords in experimental and control sets were calculated.

Results: We found a statistically significant effect of constraint on the task accuracy: high-constraining condition were associated with higher accuracy (95.31% correct, z-ratio = 9.99, p < .001) and moderately constraining condition were associated with lower accuracy (85.6% correct, z-ratio = -4.24, p

< .001) in comparison to the low-constraining condition (86.45% correct). We also found that the increase in the level of constraint was associated with the decrease in reaction time (high-constraining condition: z -ratio = 25.96, $p < .001$; moderately constraining condition: z -ratio = -5.18, $p < .001$ in comparison to the low-constraining condition).

Analysis of EEG activity (difference wave) showed statistically significant effect only for high-constraining condition ($t = 3.64$, $p < .001$; baseline: low-constraining condition). We found no statistically significant differences between constraint conditions in the eye-tracking parameters during pseudoword reading.

Regarding the second research question, the separate models for all eye-movement parameters showed, that, in comparison to nouns, verbs had longer fixation durations ($t = 6.49$, $p < .001$), had a higher number of fixations ($t = 4.10$, $p < .001$), were read for a longer time (dwell time, $t = 5.08$, $p < .001$) and had fewer regressions ($t = -17.65$, $p < .001$).

Discussion: Unlike the studies that measured knowledge of word meaning via semantic priming (Borovsky et al., 2010, 2012; Frishkoff et al., 2010), we focused on the online meaning retrieval of novel words. The behavioral results pointed at the effect of contextual constraint on meaning retrieval, with a high-constraining context yielding more accuracy scores and shorter response times. However, this effect was not mirrored in the eye-tracking data. Furthermore, at the neural level, the amplitude of a difference wave was larger (i.e., indicating larger N400 effect) in a high-constraining context compared to a low-constraining context. In line with prior research on word learning (Borovsky et al. 2010; Frishkoff et al., 2010), we interpret this effect as that gradual contextual restriction facilitates meaning retrieval.

With regard to our second research question, we found that verbs required a significantly longer time to read and were associated with higher number of fixations than nouns. This may imply that verbs in moderately- and low-constraining sentences act as a significant source of contextual constraint. In line with previous research, these results suggest that readers often exploit verbs to make predictions about the upcoming nouns (objects) (Kako et al., 2000). Fewer regressions to verbs indicate that in cases when several options are relevant, a reader needs to find another source of constraint in order to resolve the hesitation.

Funding:

Supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, (Agreement 075-10-2021-093, Project COG-RND-2138).

Borovsky, A., Kutas, M., & Elman, J. 2010. Learning to use words: Event-related potentials index single-shot contextual word learning. Cognition 116(2), 289–296.

Borovsky, A., Elman, J. L., & Kutas, M. 2012. Once is enough: N400 indexes semantic integration of novel word meanings from a single exposure in context. Language Learning and Development 8(3), 278-302.

Frishkoff, G. A., Perfetti, C. A., & Collins-Thompson, K. 2010. Lexical quality in the brain: ERP evidence for robust word learning from context. Developmental neuropsychology 35(4), 376-403.

Kako, E., & Trueswell, J. C. 2000. Verb Meanings, Object Affordances, and the Incremental Restrictions of Reference. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society 22.

Lowell, R., & Morris, R. K. 2017. Impact of contextual constraint on vocabulary acquisition in reading. Journal of Cognitive Psychology 29(5), 551-569.

OPERATIONALIZATION AND MEASUREMENT OF INTERACTIONAL CONTEXTS IN RESEARCH ON BILINGUALS' EXECUTIVE FUNCTIONS

Semenova E.¹

(semenova.ey@talantiuspeh.ru),

Norkina M.¹

(norkina.mav@talantiuspeh.ru),

Logvinenko T.²

(logvinenkota.spb@gmail.com),

Ryseva K.³

(rysevakh@my.msu.ru),

Chinn L.⁴

(lisa.chinn@times.uh.edu),

Crabb K.⁵

(kcrabb@tamu.edu)

¹ Sirius University of Science and Technology (Sirius, Russia)

² Ludwig Maximilian University of Munich (LMU) Klinikum (Munich, Germany)

³ Federal Scientific Centre of Psychological and Interdisciplinary Research (Moscow, Russia)

⁴ University of Houston (Texas, USA)

⁵ Texas A&M University (Texas, USA)

Introduction

Executive functions (EFs) are a multifaceted construct of higher-order cognitive processes that regulate and direct our thoughts and behaviors to attain goals [Miyake et al., 2000]. Bilingualism has consistently been suggested as a promising factor that enhances EFs [Bialystok et al., 2012; Costa et al., 2009]. Bilingual individuals are required to suppress one language in favor of another and attend to linguistic cues to select the appropriate language in diverse linguistic contexts. This process of language control is believed to engage and consequently enhance their EFs. Traditionally, this bilingual advantage hypothesis was examined by comparing bilingual and monolingual speakers' performance on non-verbal EF tasks.

However, recent meta-analytic studies [e.g., Lehtonen et al., 2018] challenged this framework, demonstrating no differences between bilingual and monolingual speakers on EF tasks. Consequently, it was suggested that bilingualism should be treated as a continuous rather than a categorical variable [Anderson et al., 2018] and that specific bilingualism-related factors lie at the core of the bilingual effects on cognitive control. The Adaptive Control Hypothesis [Green, Abutalebi, 2013] posits that one such significant factor is bilinguals' interactional contexts. Interactional contexts are repetitive patterns of language use among a group of speakers. Three context types are differentiated: single-language (SL), dual-language (DL), and dense code-switching (DCS) contexts. These patterns are thought to differentially shape bilinguals' EFs. Several studies attempting to test the hypothesis yielded inconsistent results. Different operationalization and measurement of interactional contexts are one of the main contributors to variability in existing studies. We conducted a scoping review to examine the interplay between bilinguals' interactional contexts and their EFs. Here, we present part of the results, namely how interactional contexts are operationalized and measured across studies.

Methods

This review was guided by the methodological framework proposed by Arksey H. and O'Malley L. [Arksey, O'Malley, 2005]. The search strategy included three key concepts: (1) interactional contexts and individual bilingual experience, (2) language repertoire, and (3) executive functions. Exclusion and inclusion criteria were applied to select relevant studies. Pre-registration protocol can be accessed online via the Open Science Framework (<https://osf.io/zuj78>).

Results

42 papers published between 2010 and July, 2023 were selected for the data synthesis. All included

studies explored the hypothesis that bilinguals' patterns of everyday language use impose distinct demands on their EFs.

The terminology employed to describe interactional contexts varied across reviewed studies. Twenty studies used terms given by Green D.W. and Abutalebi J. [Green, Abutalebi, 2013], namely SL, DL, and DCS contexts. Other studies employed alternative classifications. For example, Gullifer J. and Titone D. [Gullifer, Titone, 2020] differentiate between compartmentalized (SL) and integrated (encompasses features of DL and DCS contexts) contexts.

The approaches to measuring interactional contexts also differed across the studies. Overall, two main approaches to examine the impact of contexts on bilinguals' EF can be singled out. The first approach measures the patterns of bilinguals' everyday language use in different social settings. Within this approach, two main methods were identified. The first is score-based (22 studies, 52%). For instance, Gullifer J. and Titone D. [Gullifer, Titone, 2020] introduced the language entropy measure calculated from scores in self-reports (e.g., LSBQ by [Anderson et al., 2018]). The second method, utilized in four studies (9%), involves categorizing bilinguals into cohorts based on common features such as country or state of residence, and others. The second approach entails manipulating interactional contexts, employing two main methods to experimentally induce them. In the first, EF task trials are interspersed with trials containing words or sentences in L1, L2, or both L1 and L2 to create contexts. Eleven studies (26%) utilized this design. In the second, a context-inducing task is administered before the EF task. Six studies (14%) applied this design.

Discussion

Most of the studies relied on self-report data to calculate scores and indexes that reflect bilinguals' engagement in different interactional contexts. Two potential problems can be highlighted here. First, participants tend to interpret self-report items differently and are often not highly accurate when recollecting their memories. Second, studies administer different questionnaires, including author-developed items tailored for a specific study with varying wording across the questionnaires. Participants are typically asked about the amount of time that they speak each language in a given social context, measured in hours, percentages, or proportions on a Likert scale. Importantly, the field needs standardization, that is a common set of measured variables, limited use of modifications of the established questionnaires unless it is justified and tested.

Slightly less than half of the selected studies manipulated linguistic contexts in experimental settings. Despite overall mixed results, the majority of the studies suggest that DL context produces a positive effect on modulation of bilinguals' cognitive control. However, the phenomenon of fast-modulation of EFs as a result of changes in experimentally induced contexts brings into question whether the extent to which the contextual effects are short-term or permanent. This is one of the future avenues for research that would also benefit from longitudinal studies involving neuroimaging techniques.

Acknowledgments

*Supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation,
(Agreement 075-10-2021-093, Project COG-RND-2138).*

Anderson J.A., Mak L., Keyvani Chahi A., Bialystok E. The language and social background questionnaire: assessing degree of bilingualism in a diverse population // Behavior research methods. 2018. P. 250-263.

Arksey H., O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework // International Journal of Social Research Methodology. 2005. P. 19-32.

Bialystok E., Craik F.I., Luk G. Bilingualism: consequences for mind and brain // Trends in cognitive sciences. 2012. 16(4). P. 240-250.

Costa A., Hernández M, Costa-Faidella J., Sebastián-Gallés N. On the bilingual advantage in conflict processing: now you see it, now you don't // Cognition. 2009. 113(2). P. 135-149.

Green D.W., Abutalebi J. Language control in bilinguals: the adaptive control hypothesis // Journal of cognitive psychology. 2009. 25(5). P. 515-530.

Gullifer J., Titone D. Characterizing the social diversity of bilingualism using language entropy // Bilingualism: Language and Cognition. 2020. 23(2). P. 283-294.

Lehtonen M., Soveri A., Laine A., Järvenpää J., De Bruin A., Antfolk J. Is bilingualism associated

with enhanced executive functioning in adults? A meta-analytic review // Psychological bulletin. 2018. 144(4). P. 394-425

Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A., Wager T.D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis // Cognitive psychology. 2000. 41(1). P. 49-100.

Semenova E., Norkina M., Logvinenko T., Ryseva K., Crabb K., Chinn L.K. The role of interactional contexts in predicting variability in bilinguals' executive functions: a scoping review. URL: osf.io/e8v4q.

ЭФФЕКТЫ КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМОГО УЗНАВАНИЯ ВЕРБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Сермакшева О.А.
(oksana.10.s@mail.ru)

Золотоухина А.А.
(morozova.86@mail.ru)

Агафонов А.Ю.
(aa181067@yandex.ru)

Гудзовская А.А.
(aag_1@rambler.ru)

*Самарский национальный исследовательский университет
им. Академика С.П. Королева (Россия, Самара)*

История изучения контекстно-зависимой памяти берет начало с экспериментальных работ Э. Тулвинга и коллег. Согласно принципу специфичности кодирования, предложенному Э. Тулвингом, на результативность воспроизведения влияет сходство условий при запоминании информации и её актуализации. В дальнейшем исследования были нацелены на установление зависимости мнемической продуктивности от различных контекстуальных факторов (физическая среда, фоновый цвет и музыка, запах, состояние испытуемого и пр.). Влияние контекстуальных переменных было обнаружено в ряде экспериментов, где использовалось свободное воспроизведение. Вместе с тем данные относительно контекстно-зависимого узнавания (context-dependent recognition) остаются весьма противоречивыми. Кроме того, по сей день существует дефицит работ, посвященных роли контекста в процессе непроизвольного запоминания. Это определило цель нашего исследования: выявить зависимость эффективности узнавания лексического материала при его непроизвольном запоминании от контекстуальных условий. С тем, чтобы получить дифференцированную картину результатов, маркеры эффективности мы дополнили показателями «время реакции» (ВР) и «степень уверенности в ответе».

Были сделаны следующие предположения: 1) эффективность узнавания будет выше при кооперации глобального и локального контекстов непроизвольного запоминания лексических единиц; 2) сохранение локального контекста в большей мере влияет на продуктивность узнавания слов, чем сохранение глобального контекста; 3) моторное действие, сопряженное с целевой задачей, может служить значимым контекстом непроизвольного запоминания.

Выборка (107 чел.) была разделена на четыре экспериментальных группы: ЭГ1-ЭГ4. Процедура проводилась в двух помещениях: рабочем кабинете и учебной аудитории. Первый этап проходил в рабочем кабинете и для всех групп был инвариантным. На экране последовательно предъявлялись 152 слова, из них – 32 стимула условно названы «релевантные», остальные – «иррелевантные». Экран был разделен на два окна: слева – окно желтого цвета, справа – оранжевого. Слова предъявлялись в центре одного из окон. Половина слов содержало букву «а». Релевантные слова в 50% случаев также имели в составе букву «а». Все релевантные слова с буквой «а» предъявлялись в правом окне экрана. Релевантные слова без «а» – только в левом окне, на желтом фоне. Задача испытуемого – реагировать только на те слова, которые содержат букву «а». На втором этапе менялись иррелевантные стимулы и инструкция. Прежние иррелевантные стимулы заменялись на 120 новых слов. Испытуемому нужно было реагировать на те слова, которые уже предъявлялись на первом этапе. После этого по шкале от -2 до +2 надо было оценить степень уверенности в ответе.

Планом предусматривалось манипулирование двумя независимыми переменными, а именно: глобальный контекст (ГК) и локальный контекст (ЛК). Под ЛК в нашем случае понимается цвет фона, на котором предъявлялись релевантные слова, а так как локализация цвета на втором этапе не изменялась, то ЛК представлял собой комбинацию «локализация+фон». ГК (контекст места) являлся вид помещения (рабочий кабинет или учебная аудитория). Т.о., каждая из переменных имела два состояния: сохранение/изменение контекста на втором этапе. Для разных групп условия второго этапа различались. В ЭГ1 на втором этапе ЛК и ГК оставались неизменными. В ЭГ2 изменялся ЛК и сохранялся ГК. В ЭГ3 сохраняется ЛК и изменяется ГК. В ЭГ4 изменялись и ЛК, и ГК.

После обработки данных были получены следующие основные результаты:

В созданных экспериментальных условиях изменение/сохранение как локального, так глобального контекстов не повлияло на точность распознавания слов (количество верных ответов).

ВР для верных и ошибочных ответов по группам не различаются. Различия по ВР только для верных ответов в разных группах также не обнаружены. Вместе с тем при неправильных ответах ВР значительно различается между группами: изменение контекста влияет на увеличение ВР. Для ЛК это показывает сравнение ЭГ1 и ЭГ4, $p \leq 0,033$; ЭГ2 и ЭГ3, $p \leq 0,001$. Для ГК – сравнение ЭГ1 и ЭГ3, $p = 0,003$; ЭГ2 и ЭГ4, $p \leq 0,012$.

ВР при выборе слов с буквой «а» значительно увеличивается при смене локального контекста, что показывает сравнение ЭГ1 и ЭГ3 ($p \leq 0,011$). Задержка ВР также имеет место при смене как локального, так и глобального контекстов одновременно, что выявило сравнение ЭГ1 и ЭГ4 ($p \leq 0,000$).

Степень уверенности в ответе больше, если испытуемый, независимо от группы, дает верный ответ ($p \leq 0,000$). Вместе с тем степень уверенности в каждой группе выше при реакции на слова с буквой «а» по сравнению со словами, которые «а» не содержат.

ВР только для верных ответов слов с «а» и без «а» по группам значительно различается в группах, где локальный контекст не меняется: ЭГ1 ($p \leq 0,026$) и ЭГ3 ($p \leq 0,001$). Уверенность в ответах для верных ответов при этом значительно различается в ЭГ1, ЭГ2 и ЭГ3 ($p \leq 0,000$). В ЭГ4 значимых различий нет.

В целом результаты показали, что на эффективность распознавания лексических единиц в существенно большей степени влияет не изменение контекстуальных условий, а опознавательный элемент («ключевой признак», в терминах Э. Тульвига) того стимула, который являлся целевым при произвольном запоминании. Этим объясняется и большая степень уверенности при выборе таких стимулов (включая, ложные тревоги), и сокращение ВР на слова с опознавательным элементом. Данный вывод согласуется с принципом «затмения»: контекстуальные воздействия в ситуации тестирования не исчезают, а «затмеваются», а потому не определяют выбор искомого стимулов, чьи признаки становятся более информативными подсказками для узнавания.

*Материалы подготовлены в рамках реализации проекта,
поддержанного Российским научным фондом
(№ 23-28-01040, <https://rscf.ru/project/23-28-01040/>).*

Bэддели А. Ваша память. Руководство по тренировке и развитию. М.: Изд-во Эксмо-пресс, 2001.

Isarida T., Isarida T. K., Sakai T. Effects of study time and meaningfulness on environmental context-dependent recognition. Memory and Cognition, 2012. P. 1225-1235.

Smith S.M. Theoretical principles of context-dependent memory. In P. Morris & M. Glenberg (eds.) Theoretical aspects of memory. New York: Routledge, 1994. P. 168-195.

Smith S.M., Vela E., Williamson J.E. Shallow input processing does not induce environmental context-dependent recognition. Bulletin of the Psychonomic Society 26. P. 537-540.

Smith S. M., Vela E. 2001 Environmental context-dependent memory: a review and meta-analysis. Psychonomic Bulletin & Review, 1998. P. 203-220.

Tulving E., Thomson D.M. Retrieval processes in recognition memory: Effects of associative context. Journal of Experimental Psychology 87, 1971. P. 116-124.

Tulving E., Thomson D.M. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. Psychological Review, 1973. P. 352-373.

РОЛЬ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЭФФЕКТА КОНТЕКСТНОЙ ПОДСКАЗКИ

Сигнаевская К.В.
(kvsignaevskaya@edu.hse.ru),

Горбунова Е.С.
(gorbunova@hse.ru)

*Лаборатория когнитивной психологии пользователя цифровых интерфейсов
(Москва, Россия)*

В задачах зрительного поиска целевые объекты и дистракторы образуют глобальный контекст, который содержит сложную структуру взаимосвязей между объектами [Chun and Jiang, 1998]. Усвоение глобального контекста происходит без осознания факта усвоения, то есть посредством имплицитного научения. В большинстве исследований авторы признают роль рабочей памяти (РП) в другом типе научения, который происходит осознанно – в эксплицитном, поскольку РП рассматривается как промежуточное звено между восприятием информации и трансфером ее в долговременную память [Cowan, 2010]. Однако исследований, посвященных роли РП в имплицитном научении, насчитывается меньше, и в большинстве из них изучается не определенный компонент или механизм РП, а РП как целостная система. Ранее предполагалось, что имплицитное научение в задачах зрительного поиска может быть изучено с помощью парадигмы контекстной подсказки. Согласно эффекту контекстной подсказки (ЭКП), повторная встреча с определённой конфигурацией целевых объектов и дистракторов приводит к уменьшению времени поиска цели. При этом испытуемые не могут отличить «старые» конфигурации от «новых», что позволяет предположить имплицитность этого эффекта. В данном исследовании изучается роль разной степени загрузки пространственной и зрительной РП в возникновении ЭКП в зависимости от объёма РП.

Гипотезы: ЭКП будет выявлен у всех испытуемых в условии небольшой загрузки РП, но не будет выявлен в условии большой загрузки РП; у испытуемых с небольшим объёмом РП, в отличие от испытуемых с большим объёмом РП, не будет возникать ЭКП при средней загрузке РП; загрузка и зрительной, и пространственной РП будет одинаково влиять на возникновение ЭКП.

Эксперимент 1

Процедура состояла из нескольких блоков, проведенных полностью очно. Первый блок (Symmetry Span Task [Kane et al., 2020]) – метод измерения объёма пространственной РП, включающий запоминание, воспроизведение последовательность квадратов и выполнение интерферирующей задачи по оценке симметричности изображения. В следующих блоках испытуемые ($N = 43$) выполняли двойную задачу, состоящую из зрительного поиска и задачи на загрузку РП. Блоки различались степенью загрузки – 2, 3 или 4 объекта для запоминания. Для изучения ЭКП использовалась Contextual Cueing Task [Chun and Jiang, 1998]. Испытуемым было необходимо искать букву Т среди букв L. Интерферирующей задачей с разными степенями загрузки РП выступала Spatial Processing Working Memory Task [Awh et al.]. Испытуемые запоминали местоположение точек и определяли, совпадает ли новая точка с одной из ранее предъявленных. Две точки операционализированы как низкая загрузка РП, три – как средняя, четыре – как высокая, основываясь на данных об объёме РП [Cowan, 2010]. Каждый блок двойной задачи состоял из 6 эпох (в одной представлена только задача зрительного поиска. В финальном блоке – задаче на узнавание – предъявлялись 36 «старых» конфигураций и 36 «новых»). Испытуемые определяли, видели ли они конфигурацию ранее или нет.

В результате анализа посредством ANOVA выявлены эффекты конфигурации $F(1, 1006) = 9.92, p = 0.002, \eta^2 = 0.21$ и эпохи $F(5, 1002) = 10.63, p < 0.001, \eta^2 = 0.16$. В условии НЗ выявлен эффект конфигурации $F(1, 334) = 8.07, p < 0.001, \eta^2 = 0.24$; эффект эпохи $F(5, 330) = 5.43, p < 0.001, \eta^2 = 0.11$; эффекты конфигурации для группы с небольшим объёмом РП $t(17) = 2.91, p = 0.009, d = 0.68$ и для группы с большим объёмом РП $t(9) = 2.75, p = 0.002, d = 0.81$. В условии СЗ не выявлено эффекта конфигурации, $p > 0.05$, но выявлен эффект эпохи $F(5, 330) = 4.66, p < 0.001, \eta^2 = 0.066$; не выявлено различий для группы с небольшим объёмом РП $p > 0.05$, но выявлены различия для группы с большим объёмом РП $t(9) = 2.45, p = 0.041, d = 0.76$. В условии ВЗ не выявлено эффектов конфигурации и эпохи; не выявлено различий для групп с небольшим объёмом РП и с большим объёмом РП, $p > 0.05$. Точность задачи узнавания была на уровне случайности. Таким образом,

разная степень загрузки РП и объём РП влияют на возникновение ЭКП. Эффект выявлен у всех в условии НЗ и не выявлен в условии ВЗ. У испытуемых с небольшим объёмом РП не возникало ЭКП при СЗ, а у испытуемых с большим объёмом РП эффект возникал. Можно предполагать, что РП задействована в имплицитном научении.

Эксперимент 2

Процедура эксперимента 2 схожа с процедурой эксперимента 1, однако отличается тем, что, во-первых, первый блок, на основе результатов которого испытуемые будут разделены на группы, будет проведен онлайн, во-вторых, в качестве интерферирующей задачи с разными степенями загрузки РП (2, 3 или 4 квадрата) будет взята Change-detection Task [Luck and Vogel, 1997]. Два квадрата на этапе запоминания мы также, как и в эксперименте 1, операционализируем, как низкую загрузку РП, три – как среднюю, четыре – как высокую, основываясь на данных об объёме РП [Cowan, 2010].

Для анализа данных будут произведены дисперсионные анализы с повторными измерениями для всех данных и для условий с низкой, средней и высокой загрузкой РП по отдельности. В качестве внутрисубъектных факторов будут выступать конфигурации букв и номер эпохи, в качестве межсубъектного фактора – группа. Ожидается, что будут выявлены общие значимые эффекты конфигурации, эпохи и их взаимодействия. В условии низкой загрузки будут выявлены значимые эффекты конфигурации и эпохи и для группы с небольшим объёмом РП, и для группы с большим объёмом РП. В условии средней загрузки не будет выявлено эффектов конфигурации и эпохи у испытуемых с небольшим объёмом РП, но будут выявлены эффекты в группе с большим объёмом РП. В условии высокой загрузки не будет выявлено эффектов конфигурации и эпохи ни для группы с небольшим объёмом РП, ни для группы с большим объёмом РП. Для анализа данных по задаче на узнавание конфигураций будет проведен парный t-test. Предполагается, что средняя точность задачи для всех блоков будет на уровне случайности, что позволит предположить имплицитность научения.

Awh E., Jonides J., Reuter-Lorenz P.A. Rehearsal in spatial working memory. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 24(3). 780 p.

Chun M.M., Jiang Y. 1998. Contextual Cueing: Implicit Learning and Memory of Visual Context Guides Spatial Attention. Cognitive Psychology. 1998. 36(1), P. 28-71.

Cowan N. The Magical Mystery Four. Current Directions in Psychological Science. 2010. 19(1). P.51-57.

Kane M.J., Hambrick D.Z., Tuholski S.W., Wilhelm O., Payne T.W., Engle R.W. The Generality of Working Memory Capacity: A Latent-Variable Approach to Verbal and Visuospatial Memory Span and Reasoning. Journal of Experimental Psychology: General. 2004. 133(2). P. 189-217.

Luck S.J., Vogel E.K. The capacity of visual working memory for features and conjunctions. Nature, 1997. P. 279-281.

ПРОРЫВ В РЕАЛЬНОСТЬ: МЕСТОИМЕНΙΑ КАК СРЕДСТВО СОЕДИНЕНИЯ ТЕКСТА И КОНТЕКСТА

Сизова О.Б.

(osizova@yandex.ru)

*Психолого-педагогический центр по социальной адаптации детей
с тяжелыми нарушениями речи (Санкт-Петербург, Россия)*

Практически отказавшись от противопоставления когнитивных стилей по принципу опоры на функции левого и правого полушарий, когнитивные науки продолжают традицию дихотомического рассмотрения стилей мышления, поведения и использования языка применительно как к индивидуумам, так и к культурам. При этом вопрос о биологических или социальных механизмах формирования противопоставляемых стилей остается открытым. Одна из дихотомических классификаций стратегий освоения родного языка в детстве опирается в качестве основного критерия противопоставления на способность рано и адекватно использовать личные местоимения для самореференции; две рассматриваемые в классификации группы детей определяются как прономинальные (склонные использовать личные местоимения) и номинативные (склонные до определенного возраста говорить о себе, используя личное имя). В дальнейшем исследование характеристик развития речи, мышления и поведения прономинальных детей позволило определить их когнитивный стиль как холистический, номинативные дети были охарактеризованы как носители аналитического стиля. Поскольку местоимения являются весьма своеобразными языковыми единицами, значение которых критически обусловлено не столько языковым, сколько ситуационным контекстом речевого акта, небезынтересным представляется более подробно исследовать функционирование местоимений разных разрядов в речи детей аналитического (номинативные) и холистического (прономинальные) стилей при том, что ключевой характеристикой представителей холистических культур является именно внимание к значимости внеязыкового контекста. В исследовании приняли участие 44 дошкольника 4-5 лет (по 22 ребенка аналитического и холистического стилей), являвшиеся участниками лонгитюдного наблюдения продолжительностью от 2 до 4 лет с ежегодным тестированием состояния языковых и моторных способностей. Материалом исследования послужили элицитированные высказывания детей, полученные при описании сюжетных изображений. Сопоставлялись частотность и контексты использования указательных, определительных и личных местоимений.

Наиболее значимые межгрупповые различия в частотности использования получены для указательных и определительных местоимений (*этот, такой*) ($p \leq 0.1$) и указательной частицы *вот* ($p \leq 0.05$). Использование этих лексем вне словосочетания с существительным невозможно в английском языке и не описывалось как характеристика прономинальных детей, однако, выявлено в спонтанной речи русскоязычных детей холистического стиля. В речи прономинальных детей указанные лексемы начинают употребляться совместно с указательным жестом, а затем вместо него. Подобные высказывания позволяют, не используя номинации, непосредственно вовлекать объект как часть внеязыкового контекста в построение речевого высказывания. Дети холистического стиля активнее представителей противопоставленной стратегии используют описанную коммуникативную тактику, формируя предельно контекстное остенсивное определение, не только указывая на обозначаемый языковой номинацией объект, но заменяя номинацию указанием, преодолевая в рамках высказывания границу между текстом и контекстом, внося внеязыковую реальность внутрь высказывания.

Качественно различными способами используют номинативные и прономинальные дошкольники личные местоимения, что подтверждается обратной зависимостью ($r = -0.37$) между частотностью употребления личных местоимений при первой номинации объекта и в анафорическом значении: вполне ожидаемо, что номинативные дети, более успешные в освоении языковых правил, несколько чаще используют анафорическую функцию, прономинальные же заменяют местоимением первую номинацию. Наконец, местоимение *я* употребляется номинативными детьми лишь в составе модальной рамки описательного текста, тогда как прономинальные дети последовательно обозначают местоимением 1 лица персонажей описываемого сюжета. Подобное явление обнаруживает в представителях холистической стратегии сходство с фольклорными сказителями, непосредственно проживающими описываемые события как происходящие здесь и сейчас, воспринимающими повествование как реальный ситуационный контекст и себя как участ-

ников событий. Текст становится внеязыковой реальностью, фактом, и в этом языковая стратегия прономинальных детей сближается с пониманием остенсии в фольклористике как процесса, обуславливающего воплощение сюжета легенды в реальных событиях. Таким образом, представители холистического когнитивного стиля используют потенциал различных разрядов местоимений для систематического разрушения границ между текстом и контекстом, как в направлении непосредственного вовлечения в высказывание элементов внеязыкового контекста, так и в обратном направлении воплощения текста в разворачивающийся здесь и сейчас событийный контекст. Следовательно, концепция существования человека в символической реальности моделей и текстовых описаний может быть применима к представителям аналитического когнитивного стиля, опирающихся на функции задней коры для вербально опосредованной систематизации входящей информации и создания предсказывающих обобщенных моделей на основе предшествующего опыта. Носители же холистической стратегии, опираясь на преобладание функций передней коры для приспособительного программирования поведения в текущей реальной ситуации, свободно реализуют разнонаправленные взаимодействия между текстом и контекстом, широко используя потенциал местоимений как наиболее контекстно обусловленных языковых знаков и прорываясь в реальность через конструкторы языка.

Адоньева С.Б. Прагматика фольклора СПб.: СПбГУ, 2004.

Апанович В.В., Знаков В.В., Александров Ю.И. Апробация шкалы аналитичности-холистичности на российской выборке // Психологический журнал. Т. 38. №5. С. 80-96.

Нисбетт Р., Пенг К., Чой И., Норензаян А. Культура и системы мышления: сравнение холистического и аналитического познания // Психологический журнал. 2011. Т. 32. № 1. С. 55-86.

Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. СПб, 2004.

Bates E., Dale P., Thal D. Individual differences and their implications for theories of language development // Handbook of child language. Oxford. P. 1-55.

Dégh L., Vázsonyi A. Does the Word 'Dog' Bite? Ostensive Action: A Means of Legend Telling. Journal of Folklore Research, 1983. P. 5-34.

Eco U. A Theory of Semiotics. Indiana University Press.

Nelson K. Structure and strategy in learning to talk // Monographs of the society for research in child development. Serial. 1973. № 149. Vol. 38., № 3-4. P. 1-135.

Oyserman D., Lee S.W.S. A situated cognition perspective on culture: Effects of priming cultural syndromes on cognition and motivation. In: R. Sorrentino, S. Yamaguchi (Eds.), Handbook of Motivation and Cognition across Cultures. San Diego, CA, 2008. P. 237-265.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫСТРОГО КАРТИРОВАНИЯ НОВЫХ СЛОВ У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ

Сизых А.А.¹

(alexandersizykh@ihna.ru),

Батышева Т.Т.²

(detb18@mail.ru)

Шапошникова А.Ф.²

(shaposhnikovaaf@gmail.com)

Ребрейкина А.Б.^{1,2}

(anna.rebreikina@gmail.com)

¹ *Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
(Москва, Россия)*

² *Научно-практический центр детской психоневрологии
Департамента здравоохранения г. Москвы (Москва, Россия)*

Дети начинают овладевать языком в раннем возрасте. Показано, что уже в 6 месяцев дети способны выучить слово; при этом им достаточно небольшого количества предъявлений этого слова с его референтом (означаемым объектом) [Friedrich & Friederici, 2011]. Этот процесс продолжается и в более позднем возрасте. Ранее было показано, что начиная с 6 месяцев у детей амплитуда компонента N400 вызванных потенциалов мозга снижается в ответ на новые слова после обучения их значениям [Torkildsen et al., 2009; Friedrich & Friederici, 2011], а также при повторном предъявлении известных слов [Borgström et al.,]; однако эти эффекты наблюдаются лишь у детей с большим словарным запасом [Borgström et al., 2015]. Кроме того, во временном интервале, пересекающемся с компонентом N400, наблюдается лобно-центральная негативность (компонент N200-500), усиливающаяся при повторном предъявлении слов, которая отражает знакомство с формой слова [Borgström et al., 2015].

У детей с задержкой речевого развития [Rice] наблюдается сниженный словарный запас, что может обуславливаться трудностями в формировании связи между фонологической формой слова и его значением. В данной работе мы изучали нейрофизиологические характеристики усвоения новых слов с малым количеством предъявлений у детей с задержкой речевого развития.

В эксперименте на базе НППЦ ДП ДЗМ приняли участие 30 детей в возрасте от 3 до 8 лет (mean=5.52, SD=1.31), имеющих диагноз F80.1 «Расстройство экспрессивной речи» по МКБ-10. Все дети имели средний или выше среднего уровень невербального интеллекта, оцененного с помощью методики Leiter-3. Данные 5 детей были исключены из анализа из-за большого числа артефактов в записи ЭЭГ.

Задачей испытуемых было смотреть на изображения на экране и слушать слова. Эксперимент состоял из 10 блоков, каждый блок содержал 3 настоящих слова в паре с их изображениями и 3 псевдослова в паре с новыми, придуманными изображениями. Каждая пара картинка-слово/псевдослово предъявлялась 4 раза в псевдослучайном порядке. Всего было использовано 30 слов и 30 псевдослов, состоящих из двух слогов, длиной 5-6 букв. Псевдослова были созданы путем перестановки слогов использованных настоящих слов и изменением 1-2 букв в случае схожести с настоящими словами (например, *марна*, *бикук*). Аудиозаписи слов были созданы с помощью генератора речи женским голосом. Все слова были выровнены по частотам и по продолжительности звучания (650 мс).

Изображения предъявлялись на мониторе компьютера в течение 2000 мс. Через 900 мс после появления изображения звучало слово. Новое изображение появлялось через 800 мс после исчезновения предыдущего. ЭЭГ регистрировали с помощью 28-канальной системы Neurotravel с частотой дискретизации 500 Гц, фильтром 0.01-70 Гц. Записи ЭЭГ были обработаны посредством программного обеспечения BrainVision Analyzer (BrainVision Products, GmbH, Германия). Данные были отфильтрованы в диапазоне 0.5-30 Гц. Артефакты были удалены с помощью метода независимых компонент (ICA). Вызванные потенциалы (ВП) усреднялись в интервале -300-1500 мс относительно начала акустического стимула.

Мы проанализировали ВП в ответ на слова и псевдослова при первом и втором, а также при третьем и четвертом предъявлении. Была проанализирована средняя амплитуда ВП в интервалах 300-600 мс и 600-900 мс после начала предъявления слов. Статистический анализ проводился с помощью программы Statistica 13.5.0.17 (TIBCO Software Inc., California, U.S.). Был применен дисперсионный анализ с повторными измерениями (rmANOVA) с факторами: Номер предъявления (первое и второе vs. третье и четвертое) * Тип стимула (слово vs. псевдослово) * Регион (лобные электроды vs. центральные vs. теменно-затылочные) * Латеральность (левые электроды vs. срединные vs. правые).

В интервале 300-600 мс выявлен значимый эффект фактора Номер предъявления ($F(2, 23)=27.95$, $p<0.001$), а также взаимодействие факторов Номер предъявления и Регион ($F(4, 21)=14.06$, $p<0.001$) и Номер предъявления и Латеральность ($F(4, 21)=3.68$, $p=0.02$). Амплитуда ВП в ответ на третье-четвертое предъявление была негативнее, чем на первое-второе в передних и центральных областях. Также выявлено значимое взаимодействие фактора Тип стимула с фактором Регион ($F(4, 21)=3.41$, $p=0.027$). Амплитуда ВП в ответ на псевдослова была негативнее, чем на слова, в теменно-затылочных областях.

В интервале 600-900 мс мы также обнаружили значимый эффект фактора Номер предъявления ($F(2, 23)=6.96$, $p=0.004$) и взаимодействие этого фактора с фактором Регион ($F(4, 21)=3.59$, $p=0.02$). Амплитуда ВП в ответ на третье-четвертое предъявление была более негативной, чем на первое-второе, в передних и центральных областях. Также было выявлено значимое взаимодействие факторов Тип стимула и Регион ($F(4, 21)=5.91$, $p=0.002$). Амплитуда ВП в ответ на псевдослова более негативна, чем на слова, в центральных и теменно-затылочных областях.

Таким образом, наше исследование показало, что незнакомые слова вызывают более негативный потенциал в теменно-затылочных областях, вероятно, отражающий эффект увеличения компонента N400 на неожиданную, незнакомую информацию [Kutas & Federmeier, 2011]. По мере повторения слов мы зафиксировали увеличение амплитуды лобно-центрального негативного потенциала. Это согласуется с результатами работ *Torkildsen et al. (2009)* и *Borgström et al. (2015)*, которые показали, что у детей в возрасте 20-24 месяцев с большим словарным запасом при ознакомлении с новыми словами сначала происходит увеличение лобно-центральной негативности при повторении слов, а затем ее снижение, в то время как у детей с меньшим словарным запасом наблюдалось только усиление амплитуды при повторных предъявлениях этих слов. Подобное увеличение негативности при повторном предъявлении наблюдалось и для знакомых слов. *Torkildsen et al. (2009)* предположили, что это может быть связано с тем, что дети хоть и знакомы с этими словами, они впервые слышат голос и видят изображения референтов, что также требует привыкания подобно новым словам. В нашем исследовании мы показали, что и в более старшем возрасте у детей с нарушением развития речи наблюдаются те же особенности, что и у детей с меньшим словарным запасом в более младшем возрасте.

Borgström K., Torkildsen J. von K., Lindgren M. Substantial gains in word learning ability between 20 and 24 months: A longitudinal ERP study. Brain and Language, 149, 2015. P. 33-45.

Friedrich M., & Friederick A.D. Word Learning in 6-Month-Olds: Fast Encoding-Weak Retention. Journal of Cognitive Neuroscience, 23:11, 2011. P. 3228-3240.

Kutas M., Federmeier K.D. Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). Annual Review of Psychology. P. 621-647.

Rice M.L. Causal Pathways for Specific Language Impairment: Lessons From Studies of Twins. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2020. 63. P. 3224-3235.

Torkildsen J. von K., Friis Hansen H., Svangstu, J.M., Smith, L., Simonsen, H.G., Moen, I., & Lindgren, M. Brain dynamics of word familiarization in 20-month-olds: Effects of productive vocabulary size. Brain and Language. 2009. 108(2). P. 73-88.

АППАРАТ ПЯТЕН ДЛЯ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Симонов Н.А.
(*nsimonov@ftian.ru*)

Физико-технологический институт имени К.А. Валиева РАН (Москва, Россия)

Когнитивное моделирование направлено на имитацию человеческого интеллекта и рассматривается как подход к созданию сильного искусственного интеллекта (ИИ) [Searle]. Несомненно, для такой модели перспективным является применение концепции ментальных образов и соответствующего математического аппарата для создания интеллектуальных систем, способных представлять и обрабатывать семантическую информацию в образной форме. Ментальные (вторичные) образы – это абстрактное понятие, позволяющее описать структуру семантической информации, хранящейся в памяти. Концепция образов применяется в психологии и когнитивистике, и она играет важнейшую роль не только в восприятии, но и в памяти, эмоциях, языке, желаниях и действиях-исполнениях [Nanau]. Ментальные образы, хотя и имеют пространственные свойства, но, очевидно, их нельзя описать с помощью четких геометрических фигур.

Предлагаемая модель пятна – это новый математический объект, который можно себе представить как нечеткую (размытую) область в абстрактном «семантическом информационном пространстве», и такая модель является адекватной для представления ментальных образов [Симонов; Simonov, 2023]. При этом четкие геометрические фигуры рассматриваются как частный и предельный случай пятен. Аппарат пятен позволяет формировать пространственно-структурное представление образов и образной сферы человека в психологии, а также – образного представления семантической информации в ИИ. Такое представление может снять противоречия между классическими концепциями ментальных образов – гипотезой о функциональной эквивалентности и концептуально-пропозициональной гипотезой [Солсо]. Аппарат пятен также позволяет создать вычислительно-когнитивную модель ментальных образов, которая не противоречит АВQT модели [Sima]. В частности, предлагаемая модель позволяет адекватно отображать такие свойства образов, как многомерность, многоуровность, полимодальность, а также внести понимание в сохраняющуюся еще до настоящего времени концептуальную неопределенность трактовки рубежа между образом и мыслью [Веккер].

Информация о пятне определяется сравнением его с другими пятнами, совокупность которых мы назвали базисом пятен. Это сравнение осуществляется с помощью таких качественных данных, как раздельность, пересечение, включение или часть. Совокупность указанных качественных данных мы назвали элементарными пространственными отношениями пятен (ЭПО) [Симонов; Simonov, 2023]. Следует подчеркнуть, что в аппарате пятен ЭПО кодируется не с помощью обычных чисел, а с помощью 2×2 логических матриц, которые мы назвали L4 числами. Были введены также L4 векторы, которые позволяют описать отображение пятен на базисе пятен, и L4 матрицы, определяющие трансформацию отображения пятна с одного базиса на другой. Такая трансформация рассчитывается с помощью математической операции произведения L4 матрицы **A** на L4 вектор **a**, результатом чего является новый L4 вектор **b** :

$$\mathbf{b} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{a} \quad (1)$$

Для пятен нами разработаны правила произведения L4 матрицы и L4 вектора [Simonov, 2023].

В случае представления пятнами ментальных образов, L4 векторы моделируют смыслы или суждение об образах, а L4 матрицы – знания, которые связывает образы, отображенные на двух разных базисах. Тогда произведение L4 матрицы **A** и L4 вектора **a** (1) моделирует рассуждения [Simonov, 2023]:

$$\mathbf{a} \rightarrow_{\mathbf{A}} \mathbf{b} \quad (2)$$

где **a** – посылка, L4 матрица **A** – знание, а **b** – следствие или вывод. Эта модель соответствует рассуждениям с использованием немонотонной логики, когда выводы делаются на базе существующих знаний, а получение новых знаний может изменить вывод [Simonov, 2023].

С помощью пятен, четкие геометрические тела (или фигуры) можно отображать приближенно, в нечеткой форме. Притом эти пятна могут представляться также как структуры пятен, что позволяет описать любое тело приближенно, с ограниченным «разрешением». Многоуровность

ментальных образов можно моделировать с помощью аппарата пятен следующим образом. Переход с низкого уровня представления (дифференциация) на более высокий (интеграция) будет соответствовать представлению образных структур бесструктурными пятнами, полученными объединением структур образов. А переход на более низкие уровни, с большей дифференциацией образов сопровождается добавлением внутренней структуры пятен с большей детализацией. Многомерность и полимодальность образной сферы моделируется использованием разных базисов пятен, каждый из которых соответствует определенной модальности или свойству. Тогда многомерные и полимодальные образы можно сформировать на базисе пересечений пятен разных базисов, соответствующих разным модальностям или свойствам.

По мнению автора, образное представление также можно рассматривать для объяснения феномена *понимания* объекта, события, явления, понятия или мысли [Веккер]. Действительно, *понимание* проявляется как факт возможности отображения соответствующих ментальных образов на базисе имеющейся образной структуры; без этого, например, понятие будет восприниматься формально, без глубокого *понимания*. Поэтому применение именно образного представления информации может позволить создание ИИ с «*пониманием*».

Предлагается новая концепция нейронных сетей, которые можно назвать нейро-образными сетями, основанная на применении аппарата пятен [Simonov, 2023]. В такой сети семантическая информация представляется и обрабатывается в образной форме, когда входными и выходными сигналами каждого слоя являются L4 векторы, а сам слой выполняет операцию умножения L4 матрицы на L4 вектор (1). Согласно (2), это можно рассматривать как акт понятийно-образного рассуждения.

Финансирование работы

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ФТИАН им. К.А. Валиева РАН
Минобрнауки РФ по теме № FFNN-2022-0019*

- Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. М.: Смысл, 1998.*
Симонов Н.А. Концепция пятен для задач искусственного интеллекта и алгоритмов нейроморфных систем. Микроэлектроника. 2020. 49(6). P. 459-473.
Searle J.R. 1980 Minds, brains, and programs. Behav Brain Sci 3. P. 417-424.
Nanay B. 2021. Mental Imagery. In: E.N. Zalta (ed.) The Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/mental-imagery/>.
Simonov N.A. Application of the model of spots for inverse problems. Sensors. 2023. 23(3). 1247.
Simonov N.A., Rusalova M.N. Mental imagery representation by model of spots in psychology. Natural Systems of Mind. 2023.3(1). P. 4-23.
Simonov N.A. Development of a mathematical apparatus with an imagery representation of information for neuromorphic systems. Russian Microelectronics 52(6), Suppl. 2023. 1. P. 158-161.
Солсо Р. Когнитивная психология. СПб.: Пумер, 2011.
Sima J.F., Freksa C. Towards computational cognitive modeling of mental imagery: The attention-based quantification theory. KI-Künstliche Intelligenz. 2012. 26. P. 261-267.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ПОЛОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ УЧАСТНИКОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРОЯВЛЕНИЯ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ, ИЗМЕРЕННЫХ РАЗНЫМИ МЕТОДИЧЕСКИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Сиповская Я.И.
(sipovskayayi@ipran.ru)

Институт психологии РАН (Москва, Россия)

Понятийные способности являются важным фактором развития и продуктивного функционирования как интеллектуальных способностей, так и аутентичности личности, ее предпочтений способов совладающего поведения и др. Они создают многомерное ментальное пространство вариантов использования своих ресурсов в конкретной ситуации и последующих действий в ней.

Представляется актуальным измерение понятийных способностей в одном из наиболее чувствительных периодов развития человека – в подростковом возрасте, связанном с активным формированием и развитием понятийных способностей.

В этой связи встает вопрос диагностики понятийных, например, категориальных, способностей и возможных различий в степени их сформированности в зависимости от половой принадлежности участников исследования. Предполагается, что понятийные способности, будучи доминантой интеллектуального и личностного развития, не зависят от этого фактора.

В статье изучаются проявления категориальных способностей понятийного опыта, измеренные у старших подростков разного пола двумя различными методиками – «Обобщение трех слов» [Холодная] и субтест «Сходство» из шкалы Векслера [Wechsler], проходящих обучение в средней общеобразовательной школе города Химки.

В исследовании принял участие 45 школьников (23 девочки и 22 мальчика) старшего подросткового возраста (15-16 лет).

Цель исследования – раскрытие специфики соотношения фактора половой принадлежности участников исследования и проявлений категориальных способностей, измеренных разными методическими инструментами, в старшем подростковом возрасте.

Теоретическая гипотеза исследования: фактор половой принадлежности участников исследования не связан с показателями категориальных способностей, измеренных у старших подростков разного пола двумя различными методиками.

Статистическая обработка осуществлялась методами описательной статистики и непараметрическими методами сравнения выборок: методом Краскела-Уоллеса. Были использованы современные пакеты статистической обработки данных (SPSS 20.1).

Результаты исследования

Первым шагом статистического анализа стала проверка гипотезы о различии подростков разного пола по уровню выраженности показателя проявлений категориальных способностей методом Краскела Уоллеса (Табл. 1).

Табл. 1. Проверка исследовательской гипотезы о различии подростков различного пола по уровню выраженности показателя проявления категориальных способностей разными методическими средствами методом Краскела-Уоллеса

	Обобщение трех слов	Сходство
Хи-квадрат	0,410	0,469
Степень свободы	1	1
Асимптотическая значимость	0,522	0,493

Прим.: группирующая переменная: пол

В соответствии с результатами, представленными в таблице 1, были сделаны выводы: статистическая гипотеза о равенстве выборок старших подростков разного пола по уровню выраженности показателя проявлений категориальных способностей, измеренных двумя различными методиками («Обобщение трех слов» и «Сходство» из тестовой батареи Векслера), правдоподобна.

Таким образом, по результатам исследования есть основания утверждать, что различия между старшими подростками по уровню выраженности проявлений категориальных способно-

стей, измеренных разными методическими инструментами, в зависимости от фактора пола статистически недостоверны.

Полученные в проведенном эмпирическом исследовании результаты указывают на то, что понятийные (категориальные) способности в равной степени формируются у старших подростков обоего пола. Кроме того, оба методических инструмента, как было доказано ранее [Холодная, Сиповская], подходят для измерения категориальных способностей, причем методика «Обобщение трех слов» имеет преимущества перед традиционными методиками измерения категориальных способностей в силу бóльшей сложности материала и необходимости выполнения более сложных видо-родовых операций с учетом вариативности возможных «правильных» категориальных ответов в подростковом возрасте [там же].

Финансирование работы:

*Исследование выполнено по Госзаданию № 0138-2024-0016
«Интеллектуальные системы и способности человека»*

Холодная М.А. Психология понятийного мышления: от концептуальных структур к понятийным способностям. М.: Институт психологии РАН, 2012.

Холодная М.А., Сиповская Я.И. «Понятийные способности: теория, диагностика, эмпирика». М.: Издательство «Институт психологии РАН», 2023.

Wechsler D. Wechsler Intelligence Scale for Children. 4th Ed. San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 2003.

ИНФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ LLM: РАССУЖДЕНИЯ КОНВЕНЦИОНАЛЬНЫМИ МЕТАФОРАМИ

Скрынникова И.В.
(*i.skrynnikova@volsu.ru*)

Волгоградский государственный университет (Россия, Волгоград)

В последние годы метафора вновь привлекла внимание исследователей в области обработки естественного языка, при этом большинство задач ограничивались ее обнаружением [Leong et al., Choi et al.] в больших аннотированных корпусах [Klebanov et al.]. Большие языковые модели (LLM) не достигли производительности человеческого уровня, но наметился значительный прогресс в области автоматического распознавания небуквальных выражений языка. Однако такого рода исследовательские задачи чрезмерно полагаются на контекстно-зависимые значения слов и не оценивают способность рассуждать с помощью метафор. Несмотря на значительные результаты в решении множества задач, LLM, в отличие от людей, не имеют доступа к здравому смыслу и воплощенному опыту [Bender & Koller]. Хотя данные, на которых обучаются LLM, включают до триллионов текстовых токенов, неясно, какая часть этих данных позволяет им отражать здравый смысл человека [Becker et al.]. Концептуальная теория метафор предполагает, что воплощенные и имплицитные знания необходимы для того, чтобы обладать способностью использовать метафоры в рассуждениях о конкретных и абстрактных идеях на основе здравого смысла.

Большинство существующих исследований метафоры в основном опираются на корпусные методы, используя частотность и другие корпусные показатели для обнаружения или классификации метафор. Это приводит к тому, что основное внимание уделяется распределению метафор в рамках определенного корпуса и затрудняет сравнение исследований в разных корпусах. Более того, такой подход игнорирует основополагающий принцип теории концептуальной метафоры, согласно которому в основе первичных (базовых) метафор лежат лингвистические области, опирающиеся на повседневный опыт, который может рассматриваться как глубинный фон и, таким образом, недостаточно представлен в корпусах.

Мы предлагаем новый МиВО-датасет (метафорические инференции на основе вопросов и ответов), чтобы оценить способность модели рассуждать с помощью конвенциональных метафор. Эталонный тест основан на репозитории концептуальных метафор MetaNet [https://metaphor.icsi.berkeley.edu/pub/en/index.php/MetaNet_Metaphor_Wiki] для создания репрезентативного набора первичных метафор, которые контрастно сочетаются с буквальными утверждениями. Тест состоит из 150 элементов, отобранных вручную и включающих 100 первичных метафор, которые осваиваются на раннем этапе развития человека и формируют основу для более сложных концептуальных соответствий (англ. *mapping*). Наша задача предполагает, чтобы модель делала верную инференцию в простых ситуациях без указания того, является ли контекстуальный регистр буквальным или метафорическим. Предлагаемый тест является попыткой усовершенствовать существующие исследования в области обработки метафор [Rai & Chakraborty], рассуждения на основе здравого смысла [Davis & Marcus 2015] и инференций на естественном языке. Наш тест объединяет ранее изолированные области обнаружения метафор и инференций на основе здравого смысла. Несмотря на то, что по обеим этим областям проводится значительное количество исследований по отдельности, неясно, масштабируются ли такие возможности композиционно: LLM могут хорошо справляться с двумя отдельными задачами, но не с их комбинацией.

Табл. 1. Примеры элементов датасета, объединенных в два типа задач. Правильные ответы отмечены. Примеры построены путем объединения 150 наборов, исходя из двух условий (Иметафорическое и 1буквальное) и двух соответствующих импликаций

вопросы типа «подразумекает»	вопросы типа «подразумевается под»
<p>«Видишь ли, что я имею в виду». Какое из утверждений может это означать? (1) Твои глаза работают хорошо [неверно] (2) <u>Ты меня понимаешь</u> [верно]</p>	<p>«Твои глаза работают хорошо» Подразумевается каким из утверждений? <u>Ты видишь, на что я указываю</u> [верно] Ты понимаешь, что я имею в виду [неверно]</p>
<p>«У нас недостаточно твердый план». Какое из утверждений может это означать? (1) Молоток может сломать его [неверно] (2) <u>Нам не стоит следовать ему</u> [верно]</p>	<p>«Его можно сломать молотком» Подразумевается каким из утверждений? <u>Стол неустойчивый</u> [верно] План не твердый [неверно]</p>
<p>«У моего друга огромная проблема». Какое из утверждений может это означать? (1) Моему другу нужно пространство [неверно] (2) <u>Моему другу нужно решение</u> [верно]</p>	<p>«Моему другу нужно пространство» Подразумевается каким из утверждений? У моего друга есть огромная собака [correct] У моего друга огромная проблема [incorrect]</p>

Проведенное исследование показывает, что существует огромная разница между производительностью малых и крупных LLM. Первые работают на уровне случайности, а вторые приближаются к человеческому уровню в условиях небольшого количества подсказок. Это наблюдение информативно в контексте предыдущих результатов, показывающих, что в некоторых, но не во всех задачах наблюдается качественный скачок производительности с увеличением размера и масштаба модели.

Becker M. et al. *Reconstructing implicit knowledge with language models. Proceedings of Deep Learning Inside Out (DeeLIO): The 2nd Workshop on Knowledge Extraction and Integration for Deep Learning Architectures. 2021. P. 11-24, Online. Association for Computational Linguistics.*

Bender E.M., Koller A. *Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2020. P. 5185-5198, Online. Association for Computational Linguistics.*

Choi M. et al. *MelBERT: Metaphor detection via contextualized late interaction using metaphorical identification theories. Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. 2021. P. 1763-1773, Online. Association for Computational Linguistics.*

Davis E., Marcus G. *Commonsense reasoning and commonsense knowledge in artificial intelligence. Commun. ACM. 2015. 58(9). P. 92-103.*

Klebanov B.B. et al. *Semantic classifications for detection of verb metaphors. Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2018. Volume 2: Short Papers. P. 101-106, Berlin, Germany. Association for Computational Linguistics.*

Leong Ch, Klebanov B.B., Shutova E. *A report on the 2018 VUA metaphor detection shared task. Proceedings of the Workshop on Figurative Language Processing. 2018. P. 56-66, New Orleans, Louisiana. Association for Computational Linguistics.*

Rai S. and Chakraverty Sh. *A survey on computational metaphor processing. ACM Comput. Surv. 2020. 53(2).*

ВОСПРИЯТИЕ СТИХА И ПРОЗЫ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА 5 ЯЗЫКАХ

Скулачева Т.В.

(skulacheva@yandex.ru)

Слюсарь Н.А.

(slioussar@yandex.ru)

Костюк А.Э.

(kostyuk.ae@gmail.com)

Липина А.А.

(anna.lipina.94@mail.ru)

Латыпов Э.И.

(latypow.emil@gmail.com)

Королева В.М.

(varyak1999@gmail.com)

Рубцова С.В.

(nika-95@list.ru)

Зуева М.А.

(springpainter2503@gmail.com)

Пыжик О.А.

(sanayu1863@gmail.com)

Институт русского языка им. В.В.Виноградова РАН (Москва, Россия)

Решаемая проблема. Поиск универсальных различий между стихом и прозой и объяснение их сути, то есть того, как они влияют на обработку текста и, соответственно, зачем они нужны.

Обзор литературы. К настоящему моменту нами получен целый ряд статистически значимых результатов по устойчивым лингвистическим различиям стиха и прозы в разных языках, в рамках разных периодов, литературных направлений, индивидуальных стилей [Скулачева, Буякова; Skulacheva; Sulacheva, Kostyuk].

Наблюдается устойчивый рост сочинения в стихе по сравнению с прозой (во всех пока проанализированных русских, французских, испанских, английских, немецких текстах 17-20 вв. стих отличается от прозы того же автора значимо более высоким процентом сочинения); интонация стиха более монотонна (тональная рамка стиха вдвое уже, чем тональная рамка прозы); более информативные слова попадают не на конец синтагмы под синтагматическое ударение, как в прозе, а располагаются непредсказуемо от начала до конца строки; контекст не позволяет выбрать одно значение многозначного слова и т.д.

Опираясь на эти данные и на другие исследования [Mason, Just; Mitchell et al.; Keidel et al.; O'Sullivan et al.], мы делаем вывод, что стих на всех лингвистических уровнях использует механизмы, тормозящие логическое осмысление текста.

Подход, теоретическая модель. Мы предполагаем, что найденные нами лингвистические отличия стиха от прозы нацелены на частичное подавление логического и критического мышления и являются лингвистическими механизмами активизации образного мышления. Если это предположение верно, читающий должен хуже замечать ошибки в стихе по сравнению с прозой. Эксперимент проводился на 5 языках: русский, английский, немецкий, турецкий, корейский, то есть на языках разного строя (флективный, агглютинативный), имеющих разные системы стихосложения (силлабика, тоника, силлабо-тоника, свободный стих), за которыми стоят разные культуры.

Материалы и методы. Метод – чтение с самостоятельной регулировкой скорости. Известно, что, если читающий заметил ошибку, происходит статистически значимое замедление чтения.

Участники: 110 носителей русского языка от 18 до 55 лет (три эксперимента с одинаковым дизайном, но разными материалами), по 40 носителей от 18 до 55 лет для английского, немецкого, турецкого, корейского языков.

Материалы: фрагменты стихотворений и их максимально близкий прозаический пересказ. В каждый фрагмент вносилась одна ошибка «мы с тобой втроем» (вместо вдвоем), «подниматься

в овраг» (вместо спускаться), деревья ветвей (вместо ветви деревьев), «борода с воды струится» (вместо «с бороды вода»). Сравнилось время чтения фрагментов с ошибкой (экспериментальное условие) и без нее (контрольное). Фрагменты в разных условиях распределены по экспериментальным листам по принципу латинского квадрата.

Дизайн: в каждом эксперименте четыре экспериментальных листа (два со стихотворными фрагментами, два с прозаическими). В каждом листе 8 стимульных фрагментов (половина с ошибками) и 12 филлеров без ошибок. Фрагменты предъявляются в случайном порядке, информанты читают очередной фрагмент (при этом измеряется скорость) и затем отвечают на вопрос, созвучен ли он их настроению. Задание не должно было акцентировать внимание на ошибках.

Основной результат. При чтении прозы с ошибкой происходит статистически значимое замедление чтения по сравнению с прозой без ошибки (метод анализа – RM ANOVA, для всех сравнений $p < 0,03$). При чтении стиха такого замедления не происходит (для всех сравнений $p > 0,8$), то есть ошибки не замечаются.

тип текста	условие	среднее время чтения фрагмента (сек)				
		рус	англ	нем	тур	кор
проза	контроль	6,6	9,9	10,0	5,5	7,2
	<i>эксперимент</i>	<i>7,9</i>	<i>11,4</i>	<i>11,4</i>	<i>6,8</i>	<i>8,7</i>
поэзия	контроль	7,8	8,2	7,6	6,1	8,1
	<i>эксперимент</i>	<i>7,7</i>	<i>8,2</i>	<i>7,2</i>	<i>6,3</i>	<i>8,0</i>

Обсуждение результатов и выводы. Грубые логические несообразности не замечаются в стихе, но легко замечаются в максимально близком к тексту прозаическом пересказе.

1. Можно предположить, что стих и проза обрабатываются мозгом по-разному.

2. В планах – экспериментальные исследования, посвященные и другим обнаруженным нами и описанным в литературе отличиям стиха от прозы (с использованием поведенческих и нейрофизиологических методов).

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 23-28-01812.

Скулачева Т.В., Буякова М.В. Стих и проза: сочинение и подчинение // Вопросы языкознания. 2010. №. 2. С. 37-54

Skulacheva T.V. Verse and Prose: Linguistic Approach // Poetry and Poetics: A Centennial Tribute to Kiril Taranovsky. Bloomington, 2014. P. 241-250.

Skulacheva T.V., Kostyuk A.E. Verse and Prose: Linguistics and Statistics // Quantitative Approaches to Versification. Institute of Czech Literature of the Czech Academy of Sciences, 2019. P. 245-254.

Mason R.A., Just M.A. Lexical ambiguity in sentence comprehension // Brain Research. 2007. 1146. P. 115-127.

Mitchell T.M., Shinkareva S.V., Carlson A., Chang K.-M., Malave V.L., Mason R.A., Just M.A. Predicting Human Brain Activity Associated with the Meaning of Nouns // Science.V. 2008. 320 p.

Keidel J.L., Davis P.M., Gonzalez-Diaz V., Martin C.D., Thierry G. How Shakespeare tempests the brain: Neuroimaging insights. Cortex. 2013. 49(4). P. 913-919.

O'Sullivan N., Davis P., Billington J., Gonzalez-Diaz V., Corcoran R. "Shall I compare thee": The neural basis of literary awareness, and its benefits to cognition. // Cortex. 2015. Vol. 73. P. 144-157.

GRAMMATICAL CATEGORIES AND ANALOGY IN THE MENTAL GRAMMAR: EVIDENCE FROM RUSSIAN GENDER

Slioussar N.A.

(slioussar@gmail.com)

HSE University (Saint Petersburg, Russia)

In this paper, we focus on two important questions: how grammatical categories are represented in the mental grammar and what the nature of analogy is. We use experimental and corpus data on grammatical gender in Russian to contribute to these questions. We analyze two groups of nouns that show gender variation: expressive and indeclinable nouns.

Background. M is the most frequent gender (see Table 1). It is also the most diverse class in terms of surface forms: in nominative singular, declinable M nouns may end in a hard or soft consonant, in *-a*, in *-o*, and in *-e* (expressive forms, e.g., *domiško* ‘little house’). N nouns are the smallest class, they end in *-o* or *-e*. F nouns are in the middle with respect to frequency and Nom.Sg form diversity. One can also see in Table 1 that gender and declension classes are tightly correlated in Russian.

Markedness debate. Gender in Russian has been at the center of several theoretical debates, most importantly, on feature markedness. In functional and typological literature (e.g., [Jakobson, 1960; Rice, 2005]), M is assumed to be unmarked as the most frequent gender. Formal approaches (e.g., [Kramer, 2015]) claim that N is unmarked because N agreement is used in impersonal sentences (e.g., *SvetaloN*. ‘It dawned’). Importantly, this is not a purely theoretical question – both M and N demonstrate ‘special’ behavior – but in different contexts. Experimental studies also provide conflicting results [Akhutina et al., 1999, 2001; Romanova, Gor, 2017; Slioussar, 2018; Slioussar, Malko, 2016].

We suggest a solution to this paradox. Following formal models, we assume that N is representationally unmarked, and conclude that it should be chosen when there are no gender assignment cues. We demonstrate that this prediction is born out in a corpus study of indeclinable nouns. If any cues are present, the ones that point to M will tend to win over the others because M is the most frequent and productive gender. Our corpus and experimental data on diminutive and augmentative nouns confirm this hypothesis. Thus, both M and N can be seen as ‘default’ options, but in different circumstances and in different senses. Below, we provide more data on expressive and indeclinable nouns.

Expressive nouns. We made a corpus and experimental study of gender assignment to diminutive and augmentative nouns with ambiguous or contradictory gender cues. These cues are the lexical gender of the base noun and the final segment of the expressive suffix that defines the declension class of the derived noun. For example, the noun *vinčik* ‘wineDIM’ has neuter lexical gender of the base noun and ends in hard consonant, which is associated with masculine. Firstly, we used the web-as-a-corpus approach and searched the Internet for different examples for which the base gender and inflectional affixes give conflicting cues, to see which gender agreement is possible for them. After that, we conducted an experiment with a subset of such nouns to find out which derivative gender is preferred by native Russian speakers.

This subset was balanced by the base gender, the inflection of the derivative, and its animacy. We collected 1200 answers. In 614 out of them (51%) expressive derivatives did not preserve the base gender. The F base gender was lost in 461 cases (77%), while the M base gender was lost only in 153 cases (26%). Base gender changes were predominantly triggered by the inflectional affix, as expected (92% of cases). The statistical analysis showed that the M gender was preserved significantly more often and was triggered by changing the inflection class significantly more often than F or N.

Indeclinable nouns. About 1% of Russian nouns are indeclinable. They are mainly loanwords with a final vowel. Most inanimate indeclinable nouns show gender variation, which can be dramatic. Two factors may influence it: the gender of a declinable semantic analogy noun (usually a hypernym) and morphophonological analogy [Chuprinko et al., 2023; Galbreath, 2010; Murphy, 2000; Wang, 2014]. Indeclinables ending in *-a* are more likely to be F, the ones ending in *-o/e* are more likely to be N.

We collected data from a LiveJournal part of Russian General Internet corpus, and after cleaning it left us with 137 nouns and 34214 observations in the final dataset. N is the most frequent gender in indeclinables (43%). It is followed by M (37%). F examples are 20% of instances. 88 out of 137 nouns in our dataset have one salient semantic analogy. 52 out of them, i.e., the majority, can be associated with M, 21 with F, and 15 with N. N is often assigned in the absence of any clear cues.

The nature of semantic and morphophonological analogy. We noted that gender assignment to

inanimate indeclinable nouns is affected by semantic and morphophonological analogy. The nature of analogy (e.g., what can serve as a basis for it) is hotly debated in the literature. In Experiment 1 with indeclinable pseudonouns, we showed that this analogy also works in processing. In Experiment 2 with real indeclinable nouns, we showed that it does not work in oblique cases.

Experiment 1 (N=65). We created 30 pseudonouns ending in *-u*, *-e*, *-o*, *-i*, *-a*, and two-sentence-long dictionary-like definitions for them. The first sentence contained a hypernym (N/M/F), like in (1). In the second sentence, the pseudoword was used in an oblique case, which made clear that it is indeclinable. On a separate screen, participants saw the third sentence which was presented word-by-word and followed by a comprehension question. In the third sentence, the target pseudoword was the subject, and the predicate (a past tense verb form) showed gender agreement. Both the hypernym and the final vowel significantly affected the results, showing that these factors are important not only in production (with real words), but also in comprehension (with novel pseudowords).

(1) Chokli — zhestianoe vedro / mednyj tazik / pletenaja korzina dlja lovli moljuskov. chokli (is) tinN bucketN / copperM bowlM / wovenF basketF for catching mussels

Experiment 2 (N=92). We chose 24 indeclinable nouns ending in *-e* and *-u*. They all exhibited gender variation, but had a preference for M and N. In Dat.Sg all declinable inanimate nouns ending in *-e* are F (Class II). In Acc.Sg all declinable inanimate nouns ending in *-u* are also F (Class II). We wanted to find out whether this will influence online processing (we used self-paced reading) and grammaticality judgments (on 1 to 5 scale). We created sentences like (2) and (3) in which the target noun was in Nom.Sg or in Dat/Acc.Sg (*-e/-u*) and was followed by a participle with M/N or F agreement.

(2) V restorane vegetariancev privlekaet tofu, lezhaschij/lezhaschaja poverx belogo risa.

in restaurantLOC vegetariansACC attracts tofuNOM lyingM/F.NOM above whiteGEN riceGEN

(3) Povar vegetarianskogo restorana razrezaet tofu, lezhaschij/lezhaschuju poverx belogo risa.

cookNOM vegetarianGEN restaurantGEN cuts tofuACC lyingM/F.ACC above whiteGEN riceGEN

Both online and offline, the gender factor was significant (F conditions were read more slowly and received lower ratings), but there was no interaction between gender and case factors. Numerically, the RT difference between F and M conditions was even bigger in oblique cases than in the nominative. We can conclude that in oblique cases, analogy with declinable nouns does not work.

It is interesting to compare our results to those from experimental studies of case syncretism in Russian (e.g., [Chernova et al., 2022; Slioussar, 2018; Slioussar, Cherepovskaia, 2014]). These studies show that syncretism of inflectional affixes — between different cases, within one paradigm or even across paradigms — influences production and processing, in particular, triggers grammaticality illusions in reading. We believe that this is due to the fact that inflectional affixes activate different feature sets, i.e., this is a purely grammatical phenomenon. In our study, we deal with a PF phenomenon because the last vowel of indeclinable nouns does not get reanalyzed as an affix. Apparently, PF analogy is possible only with nominative forms. This may have the following explanation. Studies on various languages with morphological case show that all case forms undergo decomposition in the mental lexicon, but the Nom.Sg form is also stored as a whole. We hypothesize that this makes this form uniquely available for morphophonological analogy.

Table 1. A system of four inflectional classes for Russian nouns.

Percentages of nouns in the Russian National Corpus, are taken from [Slioussar, Samoilova, 2015].

Classes	Descriptions	Examples	% in the RNC ¹
class I	M nouns ending in a C in Nom.Sg	<i>zakon</i> ‘law’, <i>kon</i> ‘horse’	46%
class II	F nouns ending in <i>-(j)a</i> in Nom.Sg	<i>komnata</i> ‘room’, <i>zemlja</i> ‘earth’	29%
	M nouns ending in <i>-(j)a</i> in Nom.Sg	<i>papa</i> ‘dad’, <i>djadja</i> ‘uncle’	1%
class III	F nouns ending in a C in Nom.Sg	<i>kost</i> ‘bone’	5%
class IV	N nouns ending in <i>-o</i> or <i>-e</i> in Nom.Sg	<i>okno</i> ‘window’, <i>more</i> ‘sea’	18%
indeclinable	nouns of different genders	<i>kivi</i> ‘kiwi’, <i>pal'to</i> ‘coat’	1%

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ СЕРЫХ ВОРОН ИЗГОТАВЛИВАТЬ ОБЪЕКТЫ В СООТВЕТСТВИИ С ЦВЕТОМ И РАЗМЕРОМ РАНЕЕ ПОДКРЕПЛЯЕМЫХ СТИМУЛОВ

Смирнова А.А.
(*annsmirn1@gmail.com*)

Булгакова Л.Р.
(*leyabulgakova@gmail.com*)

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

Дизайн орудий в разных популяциях новокаледонских ворон несколько отличается, причем эти особенности поддерживаются и совершенствуются в череде поколений, что может свидетельствовать о наличии кумулятивной эволюции культурных традиций (Hunt, Gray, 2003). В этот процесс может вносить вклад способность формировать представление о том, как должно выглядеть готовое орудие. Недавно было показано, что эти птицы действительно способны изготавливать объекты в соответствии с представлением о характеристиках ранее подкрепляемого стимула [Jelbert et al.]. Позднее [Laumer et al.] такую же способность обнаружили у какаду Гоффина.

Целью нашей работы было выяснить, способны ли серые вороны (*Corvus cornix*) изготавливать объекты в соответствии с представлением о цвете и размере ранее подкрепляемого стимула. У серых ворон, как и какаду, орудийная деятельность не входит в видоспецифический репертуар поведения. Ранее нами было показано, что они справляются со сложными вариантами протоорудийных задач [Багоцкая и др.].

В исследовании участвовали три взрослых серых вороны. На время эксперимента птицу помещали в клетку из оргстекла без передней стенки. Вместо нее была установлена фанерная ширма, за которой сидел экспериментатор. В ширме были проделаны три отверстия: большая щель в самой нижней части, через которую в клетку вдвигали поднос; над ним – отверстие с кормушкой (в него помещали личинку мучного хрущака); выше отверстия была расположена щель, в которую птицы должны были помещать объекты.

Этап 1. Предварительное обучение. В клетку вдвигали поднос, на котором были размещены 8 кусков белой бумаги (35×35 мм). За каждый помещенный в щель кусок птица получала личинку мучного хрущака. К следующему этапу переходили, когда в каждом из трех последовательных предъявлений подноса птица помещала в щель все 8 кусков. Вороны достигли критерия обученности за 13, 25 и 84 пробы.

Этап 2. Тест на спонтанное изготовление кусков. В клетку вдвигали поднос с одним листом бумаги формата А4. В один день проводили три тестовых предъявления подноса (не более 15 минут каждое). Перед проведением теста проводили одно «напоминающее» предъявление подноса с 8 готовыми кусками белой бумаги. Тестовые предъявления листа А4 проводили в том случае, если птица помещала в щель все восемь готовых кусков. В противном случае всю процедуру повторяли на следующий день. К следующему этапу переходили, когда птицы изготавливали не менее 24 кусков. Все три птицы без дополнительного обучения начали отрывать куски от листа А4.

Этап 3. Обучение выбору кусков определенного цвета (синих). В клетку вдвигали поднос, на котором были размещены 4 синих и 4 желтых куска бумаги (35×35 мм). Подкрепляли помещение в щель синих кусков. К тесту переходили, когда в трех последовательных предъявлениях подноса птица помещала в щель все 4 синих куска и ни одного желтого. Вороны достигли критерия обученности за 57, 112 и 230 проб.

Этап 4. Тест: оценка способности изготавливать куски определенного цвета. В клетку вдвигали поднос, на котором были два листа (синий и желтый) формата А5 (их расположение варьировали квазислучайно). Пробу заканчивали, после того как птица изготавливала 3-4 куска. Если за 15 минут ворона не начинала отрывать куски, работу с ней в этот день прекращали. Тест завершали, когда птица отрывала и помещала в щель как минимум 24 куска. В среднем воронам для этого требовалось 5-6 проб. Для предотвращения обучения в ходе теста вороны получали корм только в 50% проб и вне зависимости от цвета помещенных в щель кусков. Несмотря на это, две вороны отрывали куски только от синего листа. Третья птица оторвала лишь два желтых куска из 24. Все три вороны первый кусок оторвали от синего листа.

Этап 5. Обучение выбору кусков определенного размера. В клетку вдвигали поднос с 8 ку-

сками бумаги одного цвета: 4 большими (40×60 мм) и 4 маленькими (15×25 мм), размещенными квазислучайно. Птицу подкрепляли за помещение в щель кусков определенного размера: двух ворон – за большие, а одну – за маленькие. К следующему этапу переходили, когда в трех последовательных предъявлениях подноса птица помещала в щель все 4 куска подкрепляемого размера и ни одного – другого. Вороны достигли критерия обученности за 43, 84 и 133 пробы.

Этап 6. Тест: оценка способности изготавливать куски определенного размера. В клетку вдвигали поднос с листом бумаги А4. В остальном его процедура полностью совпадала с той, что была описана для предыдущего теста (этап 4). Тест завершали, когда птица отрывала и помещала в щель как минимум 24 куска.

Этап 7. Обучение выбору кусков другого размера. Ворон обучили выбирать куски другого размера: двух – маленькие, а одну – большие. Вороны достигли критерия обученности за 37, 105 и 136 проб.

Этап 8. Тест: оценка способности изготавливать куски определенного размера. В заключительном тесте в клетку вновь вдвигали поднос с листом бумаги А4. В остальном его процедура полностью совпадала с той, что была описана для теста на этапе 4.

Изготовленные птицами куски были отсканированы. С помощью программы QGIS (Open Source Geospatial Foundation) изображения были переведены из растрового в векторный формат, выделены контуры кусков и вычислена их площадь. Статистический анализ проводили в программе IBM SPSS Statistics 27. Площади кусков, изготовленных всеми тремя птицами после обучения выбору больших или маленьких готовых кусков достоверно различались ($p < 0,001$; $p = 0,004$ и $p = 0,016$; U-тест Манна-Уитни). Таким образом, мы обнаружили, что серые вороны способны изготавливать объекты в соответствии с представлением о некоторых характеристиках (цвете и размере) ранее подкрепляемых стимулов.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №23-28-00364).

Багоцкая М.С., Смирнова А.А., Зорина З.А. Сравнительное исследование способности врановых птиц к решению задачи на добывание подвешенной приманки. Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2010. 60. 3. С. 321-329.

Hunt G.R., Gray R.D. Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool manufacture. Proc Biol Sci. 2003. 270. P. 867-874.

Jelbert S.A., Hosking R.J., Taylor A.H., Gray R.D. Mental template matching is a potential cultural transmission mechanism for New Caledonian crow tool manufacturing traditions. Sci Rep 2018. 8. 8956.

Laumer I.B., Jelbert S.A., Taylor A.H., Rössler T., Auersperg A.M.I. Object manufacture based on a memorized template: Goffin's cockatoos attend to different model features. Anim Cogn. 2021. 24. P. 457-470.

О ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ПОСТРОЕНИИ AGI НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОСТЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНОГО МИРА

Смолин В.С.¹
(*smolin@keldysh.ru*),

Журавлев Д.В.²
(*2d.zhuravlev@digitalms.ru*)

¹ *Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН (Москва, Россия)*

² *ООО «ЦИФРОМЕД ЛАБ» (Москва, Россия)*

За прошедшие 10 лет успехи в разработках систем, работающих на основе нейросетевых алгоритмов и их коммерческое освоение (особенно за 2022-2023г.г.), стимулировали существенные вложения в их исследования. Но современное состояние теории нейросетей не позволяет исследователям указать единый путь построения AGI.

В «узких» предметных областях (обработка сложных сигналов: текстов, речи, изображений) нейросети позволяют снять ряд проблем с получением знаний о выбранном классе сигналов. Список «узких» задач, решаемых средствами нейросетей, достаточно велик и с появлением больших языковых моделей стал еще больше [Roberts, Yaida, Hanin].

Но представление, что движение в сторону AGI состоит в увеличении числа всё более сложных задач, достаточно спорно. Решение разнообразных задач полезно, это позволяет лучше понять возможности нейросетевых алгоритмов. Но технические устройства не смогут решать все мыслимые (и немислимые) задачи, и появление у нейросетей новых способностей не даст сразу решение всех проблем, а будет только важным шагом в сторону возможности решать широкий класс более сложных задач.

Основным парадоксом описания сложного мира является неповторяемость его состояний, что не позволяет набрать полную статистику всех возможных состояний. Для отдельных объектов с небольшим числом параметров статистически достоверные свойства легко выявить. Но с ростом числа переменных сложность задачи возрастает экспоненциально и при нелинейных зависимостях, при числе параметров порядка 20 получение полного статистически достоверного описания прямыми наблюдениями становится практически невозможным. Уже в шахматах и го, позиции в которых описываются десятками параметров, рассмотреть все возможные варианты позиций не удастся. Состояния сложных сцен (реального или виртуального) мира могут характеризоваться более чем сотнями и тысячами параметров. Что делает нереальным прямой анализ всех возможных состояний сцен. Тем не менее человек и нейросетевые алгоритмы способны на основе относительно небольшой статистики наблюдений (меньшей, чем «практическая бесконечность») выявлять статистически достоверные свойства объектов и явлений. А в шахматы и го нейросети уверенно выигрывают у человека. Как же нейросетевым алгоритмам удастся обойти всевозможные «проклятия размерности» и «комбинаторные взрывы»?

Все человеческие знания (а не только полученные в школе и институте) описывают достаточно простые (количественные или качественные) свойства объектов. Как правило, зависимость между 2-3 параметрами, редко больше. Практически никогда число параметров описываемых явлениями не превосходит 10 (за исключением случаев линейных зависимостей). Знания получают путём проведения статистически достоверных наблюдений. Это возможно, если понятно, как выделить простой объект или явление из сложного мира и какие его параметры надо наблюдать. Человеку (и животным) свойственно разделять сложный мир на простые объекты, но биологи, как правило, даже не задумываются над тем, как это им удастся. Создавая AGI, нам необходимо снабдить его способностью выделять простые объекты и их параметры без участия человека, иначе не будет «общим» или «сильным» по-настоящему. AGI должен уметь получать новые знания для создания и развития множества различных способов проектирования своих действий (на основе методик), это главное качественное отличие человеческого сообщества, строящего цивилизацию и основанного на способностях человека использовать широкий круг знаний про свойства объектов и явлений.

При наблюдении сложного мира (реального или виртуального) входные сигналы $\vec{X}(t)$ формируются как (нелинейная) сумма сигналов от простых объектов $\vec{X}_i(t)$:

$$\vec{X}(t) = \sum_{j=1}^N \vec{X}_j(t) \quad (1)$$

Если бы компоненты суммы были бы скалярными, то декомпозиция суммы (1) на простые компоненты была бы невозможна. Но для векторной суммы, особенно в случае, когда размерность векторов $\vec{X}_i(t)$ превосходит количество классов объектов, декомпозиция осуществима. Если на нейросетевой основе строить аппроксимации состояний компонент входного сигнала $\vec{X}_j(t)$ и затем их (нелинейные) суммы вычитать из входного сигнала, то на вход аппроксимирующих нейросетей можно подавать отдельные компоненты входного сигнала (для улучшения точности аппроксимации).

$$\vec{X}_i(t) = \vec{X}(t) - \sum_{j=1, j \neq i}^N \vec{X}_j(t) \quad (2)$$

Аппроксимация преобразований и нелинейное суммирование осуществимо современными нейросетевыми алгоритмами [Hornik, Stinchcombe, White]. Преимуществом подхода (2) к декомпозиции состоит в том, что накопление знаний про компоненты сложного мира позволяет разделять на составляющие всё более сложные ситуации, возникающие в (реальном или виртуальном) мире, хотя для освоения сложного мира необходимо начинать его изучение с простых сцен. Так происходит воспитательный и образовательный процесс у животных и человека. Главное же то, что накопление знаний помогает (при декомпозиции по (2)) выделению простых компонент сложных сигналов во всё более сложных ситуациях. А статистически достоверное определение свойств простых компонент не вызывает парадоксов и может быть осуществлено.

Но нужна ли сложная процедура декомпозиции, с накоплением знаний и нелинейной обработкой, если с преобразованием сложных сигналов нейросетевые алгоритмы справляются и так? Нужна, поскольку простота структур современных нейросетей – кажущаяся. Пусть неявно, но декомпозиция обрабатываемых сигналов осуществляется. Иначе парадокс преодоления невозможности описания сложного мира объяснить нельзя. Хотя явных механизмов, обеспечивающих разбиение сигналов на компоненты не используется, структуры свёрточных и рекуррентных нейросетей с элементами памяти и ключами повышают вероятность формирования декомпозиции. А чтобы эта небольшая вероятность приблизилась к единице, её умножают на число слоёв, которых в современных моделях может быть сотни и даже тысячи.

Поскольку в современных нейросетях декомпозиция осуществляется неявно и вероятностным образом, нет возможности управлять ею. Именно это затрудняет сохранение и использование ранее полученных знаний про простые объекты и явления.

Предлагаемый подход явной декомпозиции сложных сигналов не претендует на оптимальность осуществления декомпозиции и не сводится к нелинейной десуммации (нужно ещё организовать процесс накопления и использования статистически достоверных знаний). Но он указывает направления проектирования AGI, если понимать под AGI не волшебную палочку решающую любую задачу, а систему, способную выделять простые объекты сложного мира и получать о них знания и использовать эти знания для построения рационального поведения. Вопросы накопления статистики, формирования иерархического представления и использования знаний надо обсуждать в отдельности, но задача построения AGI может быть решена путём развития алгоритмов, позволяющих осуществлять получение новых знаний о сложном мире на основе использования ранее полученных знаний.

Работа была выполнена в рамках выполнения гос. задания FFMN-2022-0007

Roberts D.A. Yaida S. and Hanin B. The Principles of Deep Learning Theory, Cambridge University Press, 2022. URL: <https://deeplearningtheory.com>.

Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer Feedforward Networks are Universal Approximators Neural Networks. 1989. Vol. 2. Pergamon Press. P. 359-366.

WHY INTERLEAVED TRAINING MAY FACILITATE FURTHER PERFORMANCE

Sozinov A.A.

(sozinovaa@ipran.ru)

Bakhchina A.V.

(bahchinaav@ipran.ru)

Alexandrov Yu.I.

(yuraalexandrov@yandex.ru)

Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

The ways history of learning contributes to the formation of memory are one of the fundamental components of the systems psychophysiology (in terms of individual experience, see [Alexandrov et al.; Shvyrkov], of the well-established psychological and educational frameworks [Shing, Brod; Vygotsky], and neurophysiology [Bein et al.; Parsons]). Specifically, a comparison of “spaced” and “massed” training with respect to the recall usually favors the former (e.g., [Roediger, Pyc, 2012; Rohrer, Hartwig, 2023]). The spaced learning is the one with intervals between learning sessions, whereas during massed learning all materials are presented in one session.

The results of applied research are not that uniform when contrasting blocked vs. interleaved training (see [Rohrer, Taylor, 2007; Son, Simon, 2012]). In a study of skill acquisition, interleaved training was shown to be accompanied by a delayed advantage in recall performance (e.g., [Simon et al., 2008]), with immediate recall performance being higher after distributed training. In an inductive learning study [Zulkipli, 2013] the benefit of interleaved learning has been revealed at both recent and distant recall tests. The benefits of interleaved learning and their boundary conditions are reviewed elsewhere [Kang, 2023; Brunmair, Richter].

How can the benefit of interleaved learning be explained in terms of structure of individual experience? Our analysis of the activity of individual cortical neurons in rabbits after learning a new behavior (see [Sozinov et al., 2021]) showed how the schedule of learning determines the neuronal subserving of behavior during its subsequent performance. Namely, interleaved learning (when two tasks were alternated) compared to the blocked learning is followed by a greater difference in the sets of neurons that are specialized in relation to systems of new acts of each task during subsequent performance [Sozinov]. Therefore, we proposed that the interleaved and blocked learning differ in effectiveness due to the formation of individual experience of different structure (see [Alexandrov, 2012; Sozinov, Alexandrov, 2019; Sozinov et al., 2020]).

The greater disparity of sets of task-specialized neurons shows that the benefit of interleaved learning may indeed be derived from greater discriminative contrast (as proposed earlier, see [Kang, 2023]). In our terms [Alexandrov] the extent to which the interaction with the environment is differentiated during recall can be derived from the way of learning. Our previous research showed that the R-R interval recording (intervals between heart beats) is a potential informative tool for assessment of differentiation, or complexity of individual experience [Bakhchina et al., 2018]. We additionally tested the above assumption in an applied study with R-R recording in schoolchildren during recall after interleaved learning in comparison with that after blocked learning.

The study included assessing the performance of tasks that target new material after learning it either using interleaved or blocked schedule (immediately and a few weeks later using school content and measures of two topics within the “Russian language” in the 8th grade), the performance of tasks with the same materials on a computer with R-R interval recording, and the indices from self-report questionnaires. Note that the alternation of materials was used during learning (in the interleaved training group) as an independent variable, as well as during presentation of the tasks on a computer as a tool to assess “switch costs” (e.g., [Rogers, Monsell, 1995]). Switch cost estimates an additional time to complete trials that follow task switch compared to task repeat.

A greater effectiveness of delayed recall was revealed after interleaved learning compared to blocked learning. The switch cost was higher in the group of interleaved learning when switching to a more difficult task than in the group of blocked training, and the cost was linked with the high-frequency component of the heart rhythm. The latter is used by others to estimate the level of relaxation and concentration. Therefore, the higher delay after switching during recall in this group can be explained by the formation of a structure of experience that allows them to concentrate and better control their effort

when completing the tasks.

The assessment of individual traits made it possible to divide the sample into subgroups and to reveal that the delayed advantage of interleaved learning is more pronounced in those with interdependent self-construal. At the same time, holistic individuals (as opposed to analytic according to Analysis-Holism Scale) had greater remote performance independent of the learning group.

The task performance during computer session had been also presented in contexts of achievement and avoidance that differed in the type of feedback: the result of each trial was either a gain or loss. Performance in the avoidance context was found to be accompanied by higher values of heart rate variability that are usually associated with decreased performance and overexertion. In accordance with this, the accuracy of responses was lower in the avoidance context compared to the achievement context.

Our results show that there are circumstances that favour interleaved learning as a means of forming the desired structure of experience and improving performance (see also [Alexandrov et al., 2022]). In general terms of systems psychophysiology, the higher remote performance after interleaved learning can be explained by the formation of a more differentiated structure of experience in the participants of this group. Presumably, it is manifested in a better concentration on completing tasks long after learning.

Taken together with previous findings on achievement-avoidance differences, including those of our lab [Alexandrov et al.; Sozinov et al.], the present results show a higher complexity of avoidance experience than that of achievement. Therefore, the avoidance context should be avoided at recall. At the same time, as we earlier showed, creating greater complexity of behavior during learning either with avoidance context or with task alternation has the potential to increase the effectiveness of subsequent remote performance.

Acknowledgments:

The study had been performed in the framework of the State assignment of Ministry of Science and Higher Education of Russia (No. 0138-2024-0013 for the Institute of Psychology RAS).

Alexandrov Yu.I. et al. // Int. J. of Psychophysiology. 2007. Vol. 65. No. 3. P. 261-271.

Alexandrov Yu.I. et al. // Advances in Neurobiology. Systems Neuroscience / Ed. A.Yu. – Springer. 2018. P. 1-33.

Alexandrov Yu.I. et al. // Psikhologicheskii Zhurnal. 2022. Vol. 43. No. 2. P. 5-19. (In Russian)

Bakhchina A. et al. // Entropy. 2018. Vol. 20. No. 6. Article 449. P. 1-22.

Kang S.H.K. // In their own words... / Eds. C. Overson et al. APA. 2023. P. 132-142.

Rohrer D., Hartwig M.K. // In their own words... / Eds. C. Overson et al. APA. 2023. P. 111-121.

Sozinov A.A. et al. // Procedia: Social and Behavioral Sciences. 2012. Vol. 69. P. 449-457.

Sozinov A.A. et al. // Heliyon. 2020. Vol. 6. No. 6. e04158. P. 1-8.

Sozinov A.A. et al. // IJCRSEE. 2021. Vol. 9. No. 2. P. 291-299.

Zulkipliy N. // Procedia: Social and Behavioral Sciences. 2013. Vol. 97. P. 238-245.

СОЦИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЗРОСЛЫХ МЫШЕЙ В МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Соловьева О.А.

(soloveva_oa@academpharm.ru)

Михайлова Н.П.

(mikhajlova_np@academpharm.ru)

Грудень М.А.

(gruden_ma@academpharm.ru)

Шерстнев В.В.

(sherstnev_vv@academpharm.ru)

Сторожева З.И.

(storozheva_zi@academpharm.ru)

ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских
и фармацевтических технологий» (Москва, Россия)

К числу немоторных симптомов болезни Паркинсона – хронического прогрессирующего нейродегенеративного заболевания – относят ухудшение в понимании мыслей и чувств других людей («модель психического», Theory of mind) и нарушение межличностного взаимодействия вплоть до отказа от него [Ahn et al.]. Гиперэкспрессия ключевого для патогенеза БП белка альфа-синуклеина (α -син) может приводить к нарушению зоосоциального взаимодействия у взрослых мышей [Magen et al.]. Остается не известным, как меняется социальное поведение взрослых мышей дикого типа при хроническом введении амилоидогенных форм этого белка извне.

Цель исследования состояла в сравнении социального поведения взрослых самцов мышей C57Bl/6, которым хронически вводили раствор олигомеров α -син в 3 месяца, с показателями контрольных животных.

Методика. Исследование проведено на 35 самцах мышей C57Bl/6 (питомник «Столбовая») исходно 3-месячного возраста с соблюдением норм биомедицинской этики. Животных случайным образом разделили на экспериментальную группу, которой на протяжении 14 дней ежедневно интраназально вводили раствор олигомеров α -син (15 мкг в 8 мкл физиологического раствора, ФР, $n=19$), и контрольную, которой вводили ФР (8 мкл, $n=16$) по аналогичному протоколу. В возрасте 3,5 и 6 месяцев мышей помещали в установку «Открытое поле» (ОП) на 11 минут, через один день в этой установке оценивали предпочтение незнакомого конспецифика нейтральному объекту, для чего мышам давали возможность в течение 10 минут свободно исследовать два идентичных сетчатых стакана, под одним из которых находился самец мыши C57Bl/6. Сбор данных и анализ проводили с помощью программы Ethovision XT 8.5 (Noldus, Нидерланды). На основе полученных путей передвижения животных рассчитывали среднюю скорость, суммарную длительность обследования стаканов и латентное время (ЛВ) первого подхода к ним, индекс предпочтения мыши (разницу длительности исследования стакана с мышью и пустого стакана к сумме длительности исследования обоих стаканов). Статистический анализ проводили с помощью пакета SPSS 17.0 (IBM, США). Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Данные представлены как медианы (первый квартиль – третий квартиль). Сравнение независимых выборок проводили с помощью U теста Манна-Уитни, зависимых – W Вилкоксона.

Результаты. По скорости движения в ОП мыши, которым вводили олигомеры α -син, статистически значимо не отличались от животных, которым вводили ФР (3,5 месяца: ФР – 3,8 (3,1-4,2), α -син – 3,7 (3,1-4,0) см/с, U, $p=0,716$; 6 месяцев: ФР – 3,8 (2,7-4,9), α -син – 3,0 (2,4-4,0) см/с, $p=0,105$). У экспериментальных животных снижение двигательной и исследовательской активности было впервые отмечено в 6 месяцев на фоне когнитивной нагрузки в социальном тесте (скорость: ФР – 4,7 (4,0-6,5), α -син – 3,3 (2,3-4,2) см/с, $p=0,005$; время обследования объектов: ФР – 116 (81-145), α -син – 53 (34-60) с, $p=0,004$). При этом не было обнаружено различий между группами в индексе предпочтения стакана с мышью пустому (ФР – 0,27 (0,14-0,35), α -син – 0,21 (0,12-0,3), $p=0,563$) и ЛВ первого подхода к стаканам (мышь: ФР – 2 (0-26) с, α -син – 8 (1-69) с, $p=0,327$; пустой: ФР – 11 (3-29) с, α -син – 15 (7-77) с, $p=0,305$).

У контрольных животных время обследования как пустого стакана, так и стакана с мышью

выросло к 6 месяцам жизни по сравнению с 3,5 месяцами (W, мышь: 41 (25-60) с, $p=0,044$; пустой: 24 (13-37) с, $p=0,023$) в отличие от экспериментальной группы (мышь: 32 (14-48) с; пустой: 18 (12-35) с, $p>0,2$). В 3,5 месяца мыши, которым вводили α -син, не отличались от животных, которым вводили ФР, по параметрам исследовательской активности.

У контрольных самцов мышей C57Bl/6 отмечен рост исследовательской активности от 3,5 (что у человека соответствует 10-12 годам по параметрам когнитивной деятельности) к 6 месяцам (20 лет) [Wang et al.]. Экспериментальные мыши демонстрировали нарушение формирования исследовательского поведения в отношении как неодушевленного объекта, так и незнакомых представителей своего вида. Этот дефицит связан с формирующимися двигательными нарушениями, но не может быть объяснен только ими. Введение олигомеров α -син животным вызывает моторные и немоторные проявления, напоминающие симптомы БП [Carta et al.]. У человека повышение уровня олигомеров α -син в цереброспинальной жидкости связано с проявлением симптомов апатии при БП [Wang et al.]. Таким образом, олигомеры α -син при интраназальном введении могут инициировать снижение исследовательской активности, в том числе готовности к установлению социальных контактов, в раннем зрелом возрасте.

Ahn A., Springer K., Gibson J.S. Social withdrawal in Parkinson's disease: a scoping review. Geriatric Nursing. 2022. 48. P. 258-268. DOI: 10.1016/j.gerinurse.2022.10.010.

Magen I., Torres E.R., Dinh D., Chung A., Masliah E., Chesselet M.F. Social cognition impairments in mice overexpressing alpha-synuclein under the Thy1 promoter; a model of pre-manifest Parkinson's disease. Journal of Parkinsons Disease. 2015. 5(3). P. 669-680. DOI: 10.3233/JPD-140503.

Wang S., Lai X., Deng Y., Song Y. 2020. Correlation between mouse age and human age in anti-tumor research: Significance and method establishment. Life Sciences 242, 117242. DOI: 10.1016/j.lfs.2019.117242.

Carta A.R., Boi L., Pisanu A., Palmas M.F., Carboni E., De Simone A. Advances in modelling alpha-synuclein-induced Parkinson's diseases in rodents: virus-based models versus inoculation of exogenous preformed toxic species. Journal of Neuroscience Methods. 2020. 15. 338. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2020.108685.

Wang F., Yu S. Y., Zuo L. J., Cao C.J., Hu Y., Chen Z.J., Piao Y.S., Wang Y.J., Wang X.M., Chen S.D., Chan P., Zhang W. Excessive iron and α -synuclein oligomer in brain are relevant to pure apathy in Parkinson disease. Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology. 2016. 1-8. DOI: 10.1177/0891988716632918.

РАЗВИТИЕ ПЕРЦЕПТИВНОГО ДИАПАЗОНА У ДЕТЕЙ С 1 ПО 4 КЛАСС

Староверова В.Н.¹

(vstaroverova@hse.ru)

Лопухина А.А.²

(nastya.lopukhina@gmail.com)

¹ *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)*

² *Университет Ройял Холлоуэй (Эгам, Великобритания)*

Введение. Чтение – один из важнейших навыков, который усваивается в детстве и развивается по мере взросления, причём наиболее заметные изменения в чтении происходят в младшем школьном возрасте [Chall]. Чем лучше дети читают, тем короче длительность их фиксаций (остановок на тексте), больше длина саккад (движений глаз между фиксациями) и больше слов без фиксаций [Blythe]. Последнее становится возможно благодаря развитию перцептивного диапазона, то есть количества символов, которые может охватить взгляд за одну фиксацию [McConkie & Rayner]. Исследования показали, что англоязычным взрослым для нормального чтения необходимо видеть 3 символа слева и 14 справа от точки фиксации [Rayner]. Перцептивный диапазон у детей – меньше, чем у взрослых, однако его точный размер неизвестен. Кроме того, что перцептивный диапазон зависит от возраста, он также зависит от когнитивных навыков: Choi и коллеги (2015) обнаружили, что чем лучше у взрослых лингвистические навыки, тем шире их перцептивный диапазон. Цель нашего исследования – изучить размер перцептивного диапазона у русскоязычных детей с 1 по 4 классы, а также выявить когнитивные навыки, которые коррелируют с его размером.

Метод. В эксперименте приняли участие 138 школьников: 38 первоклассников ($M_{\text{возраст}} = 7.1$, диапазон = 6-8 лет), 35 второклассников ($M_{\text{возраст}} = 8$, диапазон = 7-9 лет), 32 третьеклассника ($M_{\text{возраст}} = 9$, диапазон = 8-10 лет) и 33 четвероклассника ($M_{\text{возраст}} = 10.1$, диапазон = 9-11 лет).

В видеоокулографическом эксперименте мы использовали методику движущегося окна [McConkie & Rayner]. Дети читали про себя предложения на экране компьютера, пока видеоокулограф EyeLink Portable Duo регистрировал движения их глаз. В предложениях участникам были видны лишь несколько символов справа и слева от буквы, на которую они смотрели, а остальные символы были заменены на X. Вместе с движением их взгляда по предложению буквы за пределами окна менялись на X, а новые – открывались, но количество открытых букв внутри окна было всегда одинаковым. Школьники читали разные наборы предложений, соответствующих по сложности их возрасту (по данным Текстометра). Так, первоклассники читали 24 предложения в трёх условиях: 4_4 (видно 4 символа слева и 4 справа от точки фиксации), 7_7 и контрольном (все буквы были открыты); второклассники – 36 предложений в условиях 4_4, 7_7, 10_10 и контрольном, третьеклассники и четвероклассники – 48 предложений в условиях 7_7, 10_10, 14_14 и контрольном. Контрольное условие нужно для сопоставления с остальными условиями, чтобы понять, при каком количестве открытых слева и справа букв чтение у школьников будет похоже на обычное чтение. В качестве зависимых видеоокулографических переменных мы использовали количество прочитанных слов в минуту и амплитуду прогрессивных саккад.

Кроме видеоокулографического эксперимента школьники выполняли тесты на скорость чтения [СМИНЧ; Корнев, Ишимова], внимание (таблицы Шульте), окулomotorные навыки [Developmental eye-movement test; Garzia et al.], начитанность (детская версия Теста на распознавание авторов) и синтаксическую обработку [Chernova et al.].

Результаты. Мы обнаружили, что скорость чтения и амплитуда прогрессивных саккад у первоклассников в условиях 4_4 и 7_7 меньше, чем в контрольном ($p < 0.01$), то есть семи символов справа детям мало для успешного чтения. Во втором классе скорость чтения и амплитуда прогрессивных саккад в условии 4_4 меньше, чем в контрольном ($p < 0.001$). В условии 7_7 скорость чтения и амплитуда саккад не отличались от контрольного ($p > 0.05$). Интересно, что в условии 10_10 саккады были длиннее, чем в контрольном условии ($p < 0.001$). В третьем классе скорость чтения и амплитуда саккад в условии 7_7 были меньше, чем в контрольном ($p < 0.001$). А в условии 10_10 оба параметра не отличались от контрольного условия ($p > 0.05$). При этом в условии 14_14 скорость чтения была меньше, чем в контрольном ($p < 0.002$), а амплитуда прогрессивных саккад значимо не отличалась. Результаты четвероклассников сопоставимы с результатами третьеклассников (в условии 7_7 чтение медленнее контрольного; а условие 10_10 значимо не отличалось от

контрольного). При этом в условии 14_14 скорость чтения была меньше, чем в контрольном ($p = 0.001$), а саккады – длиннее ($p = 0.01$).

В первом и втором классах ни один из результатов когнитивных тестов не влиял на чтение. В третьем классе обнаружилось взаимодействие между навыком внимания и диапазоном 7_7: дети, которые хуже справлялись с заданиями на внимание, в условии 7_7 читали медленнее детей, чьи результаты в тесте были выше ($p = 0.03$). В четвёртом классе мы нашли взаимодействие между навыком внимания и диапазоном 10_10: лучшие результаты в тесте на внимание коррелировали с более высокой скоростью чтения ($p = 0.02$).

Обсуждение. Наши результаты показали, что уже в первом классе перцептивный диапазон у детей составляет более семи символов влево и вправо. Похожий размер диапазона и во втором классе (около 7 символов). В 3 и 4 классах перцептивный диапазон – около десяти символов влево и вправо, что больше, чем у немецкоязычных детей [Sperlich et al.]. Интересно, что амплитуда прогрессивных саккад у второклассников и четвероклассников в слишком больших диапазонах была больше, чем в контрольном условии: вероятно, они подстраивали длину под размер окна, причём в четвёртом классе это уменьшило скорость чтения. В отличие от предыдущих работ [Häikiö et al.], скорость чтения вслух не влияла на размер диапазона, однако в 3 и 4 классах размер диапазона коррелировал с навыком зрительного внимания.

Финансирование работы.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Корнев А.Н., Ишимова О.А. Методика диагностики дислексии у детей, 2010.

Blythe H. I. Developmental changes in eye movements and visual information encoding associated with learning to read // Current directions in psychological science. 2014. Т. 23. №. 3. С. 201-207.

Chall J. S. Stages of reading development, 1983.

Chernova D., Novozhilov A., Slioussar N. Sentence comprehension test for Russian: A tool to assess syntactic competence // Frontiers in Psychology. 2023. Т. 14. 1035961.

Choi W. et al. Individual differences in the perceptual span during reading: Evidence from the moving window technique // Attention, Perception, & Psychophysics. 2015. Т. 77. P. 2463-2475.

Garzia R. P. et al. A new visual-verbal saccade test: the development eye movement test (DEM) // Journal of the American Optometric Association. 1990. Т. 61. №. 2. P. 124-135.

Häikiö T. et al. Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm // Journal of experimental child psychology. 2009. Т. 102. № 2. P. 167-181.

McConkie G. W., Rayner K. The span of the effective stimulus during a fixation in reading // Perception & Psychophysics. 1975. Т. 17. P. 578-586.

Rayner K. The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search // Quarterly journal of experimental psychology. 2009. Т. 62. № 8. P. 1457-1506.

Sperlich A., Meixner J., Laubrock J. Development of the perceptual span in reading: A longitudinal study // Journal of experimental child psychology. 2016. Т. 146. P 181-201.

СОЦИАЛЬНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ПРИВОДИТ К ПОЯВЛЕНИЮ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У СТАРЕЮЩИХ КРЫС

Степаничев М.Ю.
(*m_stepanichev@ihna.ru*)

Мамедова Д.И.
(*mamedova.diana2@yandex.ru*)

Недогреева О.А.
(*nedogreewaolga@gmail.com*)

Овчинникова В.О.
(*ovchinnikovavic@gmail.com*)

Новикова М.Р.
(*m_stepanichev@ihna.ru*)

Лазарева Н.А.
(*nalaza@rambler.ru*)

Онуфриев М.В.
(*mikeonuf1@rambler.ru*)

Моисеева Ю.В.
(*jumois@ihna.ru*)

Манолова А.О.
(*anna.manolova@ihna.ru*)

Гуляева Н.В.
(*nata_gyl@ihna.ru*)

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия)

Ощущение одиночества является одним из часто встречающихся спутников старения человека. По данным социологов, в развитых странах, включая РФ, примерно половина людей старше 60 лет хотя бы однажды или постоянно испытывали ощущение одиночества. Одиночество может быть обусловлено потерей близких, отсутствием социальной поддержки, трудностью установления и поддержания новых социальных связей и взаимодействий, а также изолированным проживанием. Такие жизненные ситуации сопровождаются негативными переживаниями и приводят к активации механизмов стресса. Стресс может быть дополнительно усилен внезапными внешними факторами, например, такими как режим социальной изоляции, который был использован многими государствами для борьбы с пандемией COVID-19. Социальная изоляция и одиночество являются стрессорными воздействиями, которые могут увеличивать риск возникновения различных патологий и снижать адаптивные возможности организма. Среди наиболее распространенных возрастных патологий отмечают нарушения когнитивной сферы, мозгового кровообращения, сердечно-сосудистой системы. Результатом этого является ухудшение качества и сокращение продолжительности жизни. Поскольку жизнь в группе важна для выживания видов, имеющих развитую систему социальных взаимодействий, исследование последствий социальной изоляции представляется крайне значимым.

Стареющие грызуны представляют удобную модель для исследования механизмов нейро-иммуно-эндокринной регуляции при стрессе. Спонтанно гипертензивные крысы линии SHR позволяют исследовать возможный вклад гипертензии в возрастные изменения высших функций мозга и механизмы, лежащие в их основе. Эта модель интересна тем, что гипертензия является одним из наиболее распространенных возрастных нарушений функции сердечно-сосудистой системы.

Целью настоящей работы было исследование различных доменов когнитивной сферы, включая обучение, кратковременную и долговременную память, социальную память у стареющих крыс линий нормотензивной WKY и гипертензивной SHR, перенесших длительную социальную изоляцию.

Самцы крыс линий WKY и SHR были получены из питомника «Пушино» (Филиал ФГБУН

ИБХ РАН) в возрасте 4 мес. и содержались в группах по 5-6 особей в виварии ИВНД и НФ РАН до достижения возраста 9-10 мес. в условиях 12-ч светового дня при свободном доступе к воде и пище. До начала периода изоляции у всех крыс измеряли массу тела и артериальное давление (АД). Животных делили на группы таким образом, чтобы группы в среднем не отличались по массе и величине АД. Часть животных каждого генотипа помещали в индивидуальные непрозрачные клетки, другую половину крыс содержали в прозрачных клетках по 2-3 особи на протяжении всего периода изоляции. Таким образом были сформированы четыре группы животных: WKYsoc (n = 9), WKYiso (n = 9), SHRsoc (n = 17) и SHRiso (n = 12). Содержание животных в условиях изоляции продолжалось в течение 3-х мес. Кратковременную и долговременную габитуацию исследовали в ходе двукратного теста «открытое поле», формирование социальной памяти изучали в трехкамерном социальном тесте, пространственное обучение и формирование долговременной памяти изучали, исследуя поведение крыс в лабиринте Барнс.

Было установлено, что габитуация к новой среде не отличается существенно у крыс генотипов WKY и SHR; при этом как кратковременная, так и долговременная габитуация формировалась у животных разных генотипов независимо от того, находились ли они в условиях изоляции в течение предшествующих 3 мес. Животные разных генотипов не демонстрировали различий при формировании социальной памяти, а изоляция не вызывала существенных изменений в этом когнитивном домене. Крысы линий WKY и SHR обучались находить убежище в лабиринте Барнс со сходной скоростью. В то же время изолированные крысы WKY справлялись с этой задачей на уровне контрольных, тогда как крысы SHR демонстрировали некоторый прогресс только на начальном этапе обучения. Проверка способности воспроизведения информации о месте нахождения скрытого убежища в тестовой попытке показала, что контрольные крысы WKY и SHR предпочитали находиться в целевом квадранте лабиринта. Такого предпочтения практически не было у изолированных крыс WKY, а изолированные крысы SHR предпочитали находиться в противоположном целевому квадранте лабиринта. Когнитивная гибкость сохранялась у крыс WKY, а у крыс SHR была сильно снижена.

Таким образом, изучение поведения стареющих крыс SHR и WKY показало, что при старении такие когнитивные процессы, как габитуация или социальная память, остаются достаточно сохранными и практически не подвергаются воздействию изоляционного стресса. В то же время у крыс SHR в результате изоляции возникали проблемы с обучением и формированием долговременной пространственной памяти, что может говорить о неблагоприятной роли гипертензии в развитии возрастных когнитивных нарушений.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-15-00132.

ТИПОЛОГИЯ САМООПРЕДЕЛЯЮЩИХ АВТОБИОГРАФИЧЕСКИХ ВОСПОМИНАНИЙ

Сулим О.С.
(*chinchaila@mail.ru*)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Один из лучших способов описать себя – рассказать историю из своей жизни. Создавая автобиографические нарративы, рассказчик не документирует события прошлого, а конструирует образ своего Я, структурируя доступный его сознанию опыт в соответствии с актуальными целями, ценностями и смыслами. Особую роль в процессе нарративного самосозидания играют самоопределяющие автобиографические воспоминания (СОВ). Эти воспоминания представляют собой «мгновенное выражение идентичности» [Singer et al.], репрезентируя самооценочно-значимые личностные черты, ценности и/или ядерную мотивацию рассказчика.

Для получения подобного материала, который может служить единицей анализа личности, участника исследования просят вспомнить и описать такой субъективно достоверный эпизод личного прошлого, который «выражает его личность», «показывает его настоящего». Кроме того, при запросе на актуализацию СОВ в классической инструкции вводится ряд дополнительных условий. Так, респондента просят представить воспоминание: 1) относящееся к периоду более года назад (индикатор принадлежности к автобиографической памяти); 2) вызывающее яркие эмоции, позитивные или негативные (индикатор релевантности актуальной мотивации); 3) обладающее четкостью и детальностью (индикатор субъективной достоверности); 4) многократно вспоминавшееся прежде (индикатор включенности в психологический репертуар) и 5) вызывающее цепь ассоциативно связанных воспоминаний (индикатор вершинного положения в «смысловой грозди» автобиографических воспоминаний).

Воспоминания, получаемые от респондентов в ответ на подобную инструкцию, могут значительно различаться по своим структурным и содержательным характеристикам. В настоящий момент существует множество корреляционных исследований, показывающих связь различных параметров СОВ с личностными чертами и особенностями поведения [например, Lavalley et al., Vlagov et al.]. Однако столь сильный «разброс» параметров внутри одного класса воспоминаний наводит на мысль о существовании разных типов СОВ, которые могут различаться как по феноменологическим, так и по функциональным характеристикам.

В данной работе представляется попытка составления типологии воспоминаний, которые классифицируются респондентами как «самоопределяющие». По аналогии с проведенным ранее исследованием самоопределяющих ментальных фотографий [Нуркова, Сулим] мы предположили, что типы СОВ, различающиеся по своим феноменологическим характеристикам, могут обеспечивать реализацию разных стратегий их использования. Участники исследования (N=178, ср. возраст = 19,24) описывали СОВ по классической инструкции, указывали возраст, в котором произошло данное событие, а затем оценивали по 5-балльным шкалам следующие параметры: интенсивность позитивных и негативных эмоций, вызываемых воспоминанием; степень психологической близости своего образа в СОВ к себе в настоящем; степень выявленности в образе личностных особенностей респондента; частоту актуализации этого СОВ в прошлом; отчетливость воспоминаний об «эпизодических» деталях события: контексте события, месте, в котором оно происходило, людях, присутствовавших рядом с респондентом в момент события, а также детальность своего визуального образа. После этого участники заполняли шкалу ясности Я-концепции и адаптированную на русский язык версию опросника Thinking About Life Experience (TALE), выявляющую степень использования описанного воспоминания для реализации трех функций: 1) самопротяженности (отслеживание изменений Я во времени), 2) установления и поддержания социальных связей и 3) регуляции поведения.

Для создания типологии внутренней представленности СОВ субъекту был проведен эксплораторный факторный анализ, результаты которого позволили выделить три фактора, объясняющих 58,156% дисперсии при удовлетворительных показателях КМО (0.678) и критерия сферичности Бартлетта ($\chi^2 = 569,482$, $df = 55$, $p < 0,001$). В Фактор 1 вошли «эпизодические» характеристики воспоминания (контекст, место, окружающие люди) и возраст респондента в СОВ. Сравнение групп показало, что респонденты, чьи СОВ имеют высокие показатели по данному фактору, демонстри-

руют более высокие баллы по шкале «Регуляция поведения» ($t(116)=-2,756$, $p=0,007$). Фактор 2 объединил в себе позитивные и негативные (с отрицательным вкладом) эмоции, вызываемые СОВ, и отчетливость своего визуального образа. Высокие показатели по второму фактору оказались связаны с более высокими баллами по шкале ясности Я-концепции ($t(116)=-2,544$, $p=0,012$). Наконец, Фактор 3 объединил параметры СОВ, демонстрирующие степень представленности в образе личностных особенностей респондента, субъективную «похожесть» образа в СОВ на респондента в жизни и психологическую близость образа к Я-в-настоящем. Участники, СОВ которых получили высокие значения по фактору 3, продемонстрировали более высокие значения по шкале «Самопротяженность» ($t(116)=-2,423$, $p=0,017$).

Таким образом, было выделено три типа СОВ, различающихся по способу субъективной представленности субъекту. Можно предположить, что особенности внутренней репрезентации связаны с различными стратегиями использования СОВ: 1) адресацией к конкретному эпизоду личного прошлого, представляющую некую инструкцию, которая позволяет регулировать поведение в настоящем (Фактор 1), 2) доступом к вневременному «метафорическому портрету» своей личности, помогающий поддерживать стабильность и согласованность Я (Фактор 2), 3) реализацией диалога разновременных образов Я через сравнение себя-в-прошлом с собой-в-настоящем, которая позволяет отслеживать динамику развития своей личности (Фактор 3).

Нуркова В.В., Сулим О.С. Эвокация Я: самоопределяющие ментальные фотографии // Этнографическое обозрение. 2023. № 6. С. 61-76.

Blagov P.S., Singer J.A., Oost K.M., Goodman J.A. Self-defining memories-Narrative features in relation to adaptive and maladaptive personality traits (replication and extension of Blagov & Singer, 2004) // Journal of Personality. 2022. 90(3). P. 457-475.

Lavallee A., Gandolphe M.C., Saloppé X., Ott L., Pham T., Nandrino J.L. Characterisation of self-defining memories in criminals with antisocial personality disorder. Memory. 2020. 28(9). P. 1123-1135.

Singer J.A., Blagov P., Berry M., Oost K.M. Self-defining memories, scripts, and the life story: Narrative identity in personality and psychotherapy // Journal of personality. 2013. 81(6). P. 569-582.

КВАНТОВАЯ ПСИХОСЕМАНТИКА СВОБОДНЫХ РЕШЕНИЙ

Суров И.А.

(ilya.a.surov@itmo.ru)

Национальный исследовательский университет ИТМО (Санкт-Петербург, Россия)

Субъектно-деятельностная школа отечественной психологии и философии постулирует способность свободного выбора и творческого поведения как определяющих свойств человека. Современная когнитивная наука, с другой стороны, обходит вопрос свободы выбора стороной, практически не имея методов для изучения этого феномена [Косилова]. В докладе будет представлен естественнонаучный подход к согласованию этих позиций на основе квантовой и волновой физики. Будет показано, что свобода выбора согласуется с психосемантическими, нейрофизиологическими и поведенческими парадигмами когнитивных исследований, позволяя установить между ними продуктивные связи.

1. Отличительным свойством поведения живых организмов является способность свободного выбора, в ходе которого субъект осуществляет один из вариантов возможного будущего: какой из возможных поступков совершить, какую из возможных интерпретаций события считать верной и т.п. [Uexküll]. В представляемом подходе когнитивно-поведенческое моделирование строится вокруг таких актов разрешения объективной неопределённости будущего, известной в физике, как квантовая неопределённость [Суров, 2023а].

2. Важнейшую роль в естественном мышлении занимают двухвариантные решения типа «истинно – ложно», «да – нет», «будет – не будет», «делать – не делать». Такие решения принимаются субъектом при запуске любых поведенческих программ [там же]: начинать (1) или не начинать (0) новый проект, написать (1) или не написать (0) статью, пойти (1) или не пойти (0) на прогулку и т.п. При этом каждому положительному решению «1» соответствует определённая картина нейронного возбуждения в нервной системе субъекта. Эти возбуждения носят волновой характер, проявляющийся в характерных ритмах головного мозга человека [Суров, 2023б].

3. Согласно квантовой теории каждому из вариантов возможного будущего приписывается характеризующее его комплексное число. В случае двухвариантной неопределённости пара таких чисел образует простейшее квантовое состояние – кубит, широко используемый в квантовой информатике. Геометрически кубит представляется вектором, указывающим из начала координат в некоторую точку на поверхности трёхмерной сферы, северному и южному полюсам которой соответствуют варианты «1» и «0». В этом представлении, известном в физике как сфера Блоха, кубитное состояние характеризуется одной линейной и одной угловой координатой [Суров, 2023с].

4. Параметрам кубитного состояния соответствуют параметры волнового нейронного возбуждения (пункт 2). При заданной конфигурации (пространственной моде) состояние такой волны описывается её амплитудой и фазой. При этом амплитуда кодируется действительным числом на линейной оси от нулевой до максимально возможной интенсивности. Эта величина определяет субъективную благоприятность ситуации для положительного решения «1» и его статистическую вероятность. Максимальная амплитуда соответствует вероятности 100%, тогда как минимальная (нулевая) амплитуда соответствует вероятности 0.

5. В отличие от амплитуды, фаза когнитивной волны не связана с вероятностями возможных исходов базисной неопределённости. В случае двухвариантного решения она кодирует фазу жизненного цикла деятельности по осуществлению положительного исхода «1». В простейшей модели такой цикл включает в себя этапы восприятия и действия, соответствующие прямой и обратной связям цикла управления в классической кибернетике, функциональной семиотике Як. фон Иксюля [Uexküll], теории функциональных систем П.К. Анохина и колебательной модели системоквантов поведения К.В. Судакова [Вагин, Судаков]. В более подробной детализации эта же функциональная структура обеспечивает процессно-смысловое мышление живых организмов [Суров, 2022].

6. В сферической геометрии кубитного пространства циклическая функциональная структура соответствует оценочно-нейтральной экваториальной плоскости посередине между полюсами «1» и «0». Верхняя и нижняя полусферы при этом соответствуют положительным и отрицательным оценкам всех функциональных секторов. В результате пространство кубитных состояний приобретает функцию смыслового пространства субъекта, обеспечивающего принятие базисного решения. В мышлении человека определённые области этого пространства соответствуют главным

эмоциям и основным моноаминовым нейромедиаторам, тогда как декартовы оси соответствуют факторам оценки, силы и активности в семантике Ч. Осгуда [Суров, 2023с].

7. Формализация описанной структуры с помощью математического аппарата квантовой физики и физики волн позволяет использовать её для вероятностного поведенческого моделирования в различных предметных областях. В простейшем случае двухвариантного решения классическими примерами таких ситуаций являются эксперименты «дилемма заключённого» и «двухэтапная игра» по изучению процессов принятия иррациональных решений [Tversky, Shafir]. Представленный подход позволяет количественно описать нарушения классической логики и теории вероятности в этих и многих других случаях [Khrennikov]. Это свойство сопрягает психологические и нейрофизиологические исследования с практическими задачами поведенческого моделирования, открывая широкие перспективы для плодотворного межпредметного взаимодействия.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №20-71-00136.

Вагин Ю.Е., Судаков К.В. Колебательная модель системоквантов поведения // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. Т. 6. С. 166-176.

Косилова Е. В. Проблема цельности субъекта в философии и когнитивной науке // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2016. № 3. С. 37-54.

Суров И.А. Жизненный цикл: смысловая матрица процессного моделирования // Онтология проектирования. 2022. Т. 12. № 4. С. 430-453.

Суров И.А. Квантовая концепция свободы выбора // Ученые записки Института психологии Российской академии наук. 2023а. Т. 3. № 4. С. 68-82.

Суров И.А. Логика множеств и логика волн в когнитивно – поведенческом моделировании // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023б. Т.4. № 32. С. 51-66.

Суров И.А. Управленческая функция и биологический носитель в квантовой модели эмоционального смысла // Сибирский психологический журнал. 2023с. Т. 89. С. 44-64.

Khrennikov A. Ubiquitous Quantum Structure. From psychology to finance. Heidelberg: Springer, 2010. 216 с.

Tversky A., Shafir E. The Disjunction Effect in Choice Under Uncertainty // Psychol. Sci. 1992. Т. 3. № 5. С. 305-309.

Uexküll J. von. A stroll through the worlds of animals and men: A picture book of invisible worlds // Semiotica. 1992. Т. 89. № 4. С. 319-391.

ИНСУЛИНОВАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА В ЦНС КАК ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ МИШЕНЬ ПРИ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЯХ

Сухов И.Б.

(*sukhov.ivan@gmail.com*)

Чистякова О.В.

(*chiosana@yandex.ru*)

Шпаков А.О.

(*alex_shpakov@list.ru*)

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
(Санкт-Петербург, Россия)*

Сахарный диабет (СД) – одно из распространенных эндокринных заболеваний в мире. Количество постановки диагноза СД неуклонно растет в связи с расширением представлений о ранних маркерах развития патологии [WHO]. По данным немецкого центра исследований СД в Нойхерберге, Германия [<https://www.dzd-ev.de/>], только в Германии СД 1-го типа (СД1) страдают порядка 370 тысяч пациентов. В России продолжается рост заболевания, преимущественно СД2, с ежегодным увеличением не менее чем на 250-300 тыс. пациентов. С 2000 г. численность диабетических пациентов в России выросла более, чем в 2 раза. За последние 15 лет получены свидетельства о важной, а порой определяющей, роли в развитии СД и его осложнений изменений функциональной активности сигнальных систем мозга, вовлеченных в регуляцию как самой ЦНС, так и периферических органов. Эти изменения возникают как вторично, на фоне метаболических расстройств, характерных для СД, так и первично, являясь причиной множественных функциональных нарушений [Kodl and Seaquist, Shpakov et al.]. Вследствие этого коррекция (медикаментозная) нейромедиаторных и гормональных сигнальных систем мозга рассматривается как перспективный путь для лечения СД и его осложнений, охватывающих ЦНС (когнитивный дефицит, диабетическая энцефалопатия), а также периферию (диабетическая кардиомиопатия, нефропатия и др.). Тем не менее нет определенной ясности, какие сигнальные системы мозга и в какой степени вовлечены в этиологию и патогенез СД.

Целью настоящей работы было исследование пространственной памяти и способности к обучению у крыс с мягким СД1 при длительном введении инсулина интраназально (ИИ).

В эксперименте использовали самцов крыс Wistar в возрасте 5 месяцев. Группу животных с пролонгированным мягким СД1 (мД1, n=21) формировали тремя последовательными в/б инъекциями стрептозотоцина СТЗ, растворенного в 0.1 М цитратном буфере (pH 4.5), в нисходящих дозах – 40 мг (1-й день), 35 мг (10-й день) и 30 мг (80-й день) на кг массы тела. Животным контрольной группы (К, n=14) вводили цитратный буфер в эквивалентном объеме. Кристаллический инсулин в количестве 0.48 МЕ растворяли в 0.1 М цитратном буфере (pH 4.5) и вводили интраназально один раз в день, начиная с 75-го дня эксперимента на протяжении 105 дней контрольным (КИ, n=6) и диабетическим (мД1И, n=6) животным.

Для изучения когнитивных функций использовали расширенную версию водного теста Морриса (ВТМ). Крысы в группе мД1 значительно снижали способность к обучению в ВТМ по сравнению с группой К, и тратили на поиск платформы в первой серии ВТМ существенно больше времени (Рис. 1). Также в группе мД1 в сравнении с группой К значение АUC (площадь под кривой) было статистически значимо больше (на 60%) (Табл. 1). Пролонгированное введение ИИ улучшало способность к обучению в ВТМ, как у животных группы КИ, так и у группы мД1И, при этом между группами мД1 и мД1И были выявлены статистически значимые различия на протяжении всей первой серии ВТМ. Показательно, что в группе КИ по сравнению с группой К время поиска платформы снижалось на 40%, и значение АUC для леченных животных было статистически значимо меньше, чем у нелеченных. Также в группе КИ в первой серии ВТМ значение АUC было статистически значимо ниже, чем в группе мД1И, в связи с тем, что диабетические животные тратили больше времени на поиск платформы, особенно в первый день (статистически значимое различие).

Несмотря на то, что в первый день второй серии ВТМ (8-й день) время поиска платформы между группами мД1 и мД1И существенно не различалось, в дальнейшем процессе переучивания

были выявлены статистически значимые различия между этими группами, также как между группами К и КИ. Так, статистически значимое уменьшение времени поиска платформы в группе КИ по сравнению с группой К было выявлено на 10-12-й дни, а в группе мД1И по сравнению с группой мД1 – на 9-11-й дни второй серии ВТМ (Рис. 1). Также во второй серии значения АУС для групп КИ и мД1И были статистически значимо меньше, чем для групп К и мД1 соответственно (Табл. 1).

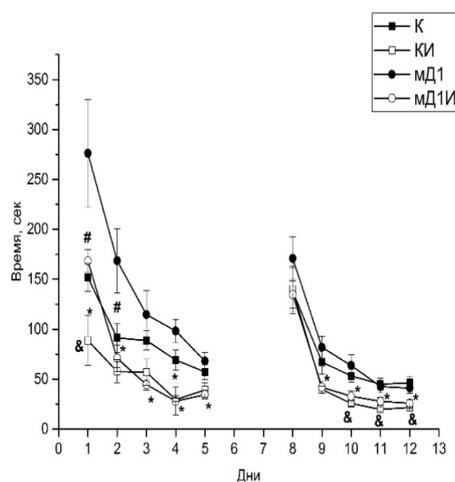


Рис. 1. Время поиска платформы в расширенной версии ВТМ. По оси ординат – суммарное время поиска платформы за 4 попытки, по оси абсцисс – день тестирования.

* – различие между группами К и КИ и группами мД1 и мД1И статистически значимое при $P < 0.05$;
 # – различие между группами К и мД1 статистически значимое при $P < 0.05$;
 & – различие между группами КИ и мД1И статистически значимое при $P < 0.05$. $M \pm SD$.

Табл. 1. Значения АУС для кривых зависимости времени поиска платформы от продолжительности обучения контрольных и диабетических крыс в первой и второй сериях ВТМ ($M \pm SD$)

Группа	1 серия	2 серия
К	346±29	258±30@
КИ	209±11*	166±11* @
мД1	554±72#	294±28@
мД1И	274±29*	183±18* @

* – различие между группами К и КИ и между группами мД1 и мД1И статистически значимое при $P < 0.05$; # – различие между группами К и мД1 статистически значимое при $P < 0.05$, @ – различие между первой и второй сериями ВТМ статистически значимое при $P < 0.05$.

Полученные данные указывают на высокую эффективность интраназального способа введения инсулина экспериментальным животным для повышения способности к обучению (первая серия ВТМ) и переучиванию (вторая серия ВТМ) как у диабетических, так и у здоровых крыс, что согласуется с результатами других исследований [Rhea et al.].

Финансирование работы

Работа подготовлена в рамках государственного задания № 075-00264-24-00.

Kodl C.T., Seaquist E.R. Cognitive Dysfunction and Diabetes Mellitus. *Endocrine Reviews*. 2008. 29(4). P. 494-511.

Shpakov A.O., Zorina I.I., Derkach K.V. Hot spots for the use of intranasal insulin: cerebral ischemia, brain injury, diabetes mellitus, endocrine disorders and postoperative delirium. *Int. J. Mol. Sci.* 24. 2023. URL: <https://doi.org/10.3390/IJMS24043278>

Rhea E.M., Salameh T.S., Banks W.A. Routes for the delivery of insulin to the central nervous system: A comparative review. *Exp. Neurol.* 2019. 313. P. 10-15.

МОДЕЛЬ ИМПУЛЬСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ПРЕДИКТИВНЫМ КОДИРОВАНИЕМ

Сухов С.В.¹

(*ssukhov@ulireran.ru*),

Антонов Д.И.²

(*d.antonov@ulireran.ru*)

¹ УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (Ульяновск, Россия)

² Ульяновский государственный технический университет (Ульяновск, Россия)

Теория предиктивного кодирования (ТПК, predictive coding) [Rao and Ballard] и ее разновидности, такие как принцип свободной энергии (free energy principle) [Friston], претендуют на описание общих принципов функционирования мозга. ТПК используют для описания функционирования первичной зрительной коры [Rao and Ballard], кортикальных колонок и даже общего процесса мыслительной деятельности [Friston]. Общая идея ТПК состоит в предположении об иерархической структуре мозга, где каждый уровень иерархии представляет собой генеративную модель, старающуюся объяснить (предсказать) активность нейронов, находящихся на предыдущем, более низком, уровне иерархии. При этом вверх по иерархии передается только ошибка предсказания.

С математической точки зрения ТПК предполагает аппроксимацию неизвестного апостериорного вероятностного распределения $p(x|o)$ наблюдений o и их скрытых причин x некоторой вариационной функцией $q(x|o; \phi)$ [Millidge et al.]. Эта аппроксимация связана с минимизацией вариационной свободной энергии

$$F = D_{\text{KL}}[q(x|o; \phi) \parallel p(x, o)]. \quad (1)$$

где $D_{\text{KL}}(\dots)$ обозначает расстояние Кульбака-Лейблера, $p(x, o)$ – полная вероятность (генеративная модель), которая, в свою очередь, тоже аппроксимируется вариационной функцией с параметрами θ . Параметры ϕ и θ находятся итеративно с помощью EM-алгоритма (Millidge, et al. 2021).

$$\phi_{t+1} = \arg \min_{\phi} F(\phi, \theta) \Big|_{\theta=\theta_t}, \quad (2)$$

$$\theta_{t+1} = \arg \min_{\theta} F(\phi, \theta) \Big|_{\phi=\phi_{t+1}}. \quad (3)$$

Уравнение (2) описывает нахождение прямых связей и соответствует процессу восприятия. Уравнение (3) описывает изменение генеративной модели и прохождение сигнала в обратном направлении. В теории предиктивного кодирования этот процесс соответствует обучению. Несмотря на популярность теории предиктивного кодирования и ее математического описания, вопрос ее воплощения в нейронных сетях мозга остается открытым.

Импульсные (спайковые) нейронные сети той или иной степени биологической правдоподобности широко используются для моделирования работы мозга [Chi]. В то же время использование спайковых сетей для моделирования процессов предиктивного кодирования сталкивается с некоторыми трудностями. Во-первых, современные формулировки ТПК опираются на частотное, а не импульсное кодирование информации. Во-вторых, минимизация функционалов (1) связана с вычислением производных и градиентным спуском, что может противоречить неградиентным способам обучения импульсных нейронных сетей.

В нашем исследовании мы предлагаем модель импульсной нейронной сети, которая реализует одну из особенностей предиктивного кодирования – минимизацию сигнала в прямом направлении при поступлении на вход сети известного стимула.

На рис. 1а показана схема обычной сети-классификатора, построенной на импульсных нейронах. Для обучения скрытого слоя N_2 классификатора используется механизм STDP (spike-timing-dependent plasticity). Для выделения уникальных признаков каждым нейроном в скрытом слое используются латеральные тормозящие связи. Для выходного слоя N_3 для выполнения классификации используется правило All-LTD (all-time long-time depression).

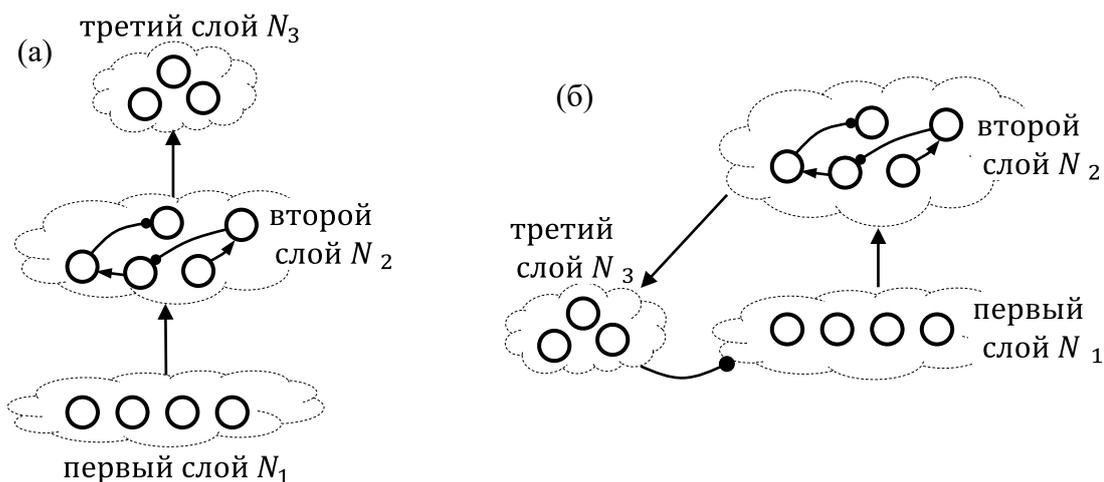


Рис. 1. Схемы импульсных нейронной сети с прямым прохождением сигнала (классификатор) (а) и сети с обратными связями (б). Линии со стрелкой соответствуют возбуждающим связям, линии с кружком соответствуют тормозящим связям

После обучения классификатора (рис. 1а) нейроны в выходном слое становятся активными при подаче на вход знакомого сети сигнала. Если использовать эту активность для подавления активности нейронов в нижнем слое иерархии N_1 (рис. 1б), то интенсивность сигнала, идущего в прямом направлении, уменьшится. При подаче на вход сети незнакомого стимула нейроны группы N_3 возбуждаться не будут, сигнал свободно пройдет в группу N_2 , где будет использован для обновления скрытых представлений.

Описанная идея импульсной нейронной сети реализована в пакете Brian 2.0.

Финансирование работы

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-21-00470).

Chi K.R. *Neural modelling: Abstractions of the mind*. Nature. 2016. 531(7592), S16-S17.

Friston K. *The free-energy principle: a rough guide to the brain?* Trends in cognitive sciences. 2009. 13(7), 293-301.

Millidge B., Seth A., Buckley C.L. *Predictive coding: a theoretical and experimental review*. arXiv preprint arXiv:2107.12979. 2021.

N'dri A.W., Barbier T., Teulière C., Triesch J. *Predictive Coding Light: learning compact visual codes by combining excitatory and inhibitory spike timing-dependent plasticity* // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2023. 3996-4005.

Rao R.P., Ballard D.H. *Predictive coding in the visual cortex: a functional interpretation of some extra-classical receptive-field effects*. Nature Neuroscience. 1999. 2(1). P. 79-87.

К ВОПРОСУ О ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЕ РУССКОГО ЖЕСТА СОЦИАЛЬНОГО КАСАНИЯ «ОБЪЯТИЕ»: ЕСТЬ МАХ ИЛИ НЕТ МАХА?

Сухова Н.В.

(*suhova.nv@misis.ru*)

Университет МИСИС (Москва, Россия)

Современные исследования невербального поведения отличаются большой специализацией, с одной стороны, и стремлением к системности – с другой. Специализация проявляется в том, что рассматриваются отдельные классы жестов в контексте их функционирования (мануальные [Литвиненко, Николаева, Кибрик, 2017], цефалические [Sukhova, 2022], проксемика [He et al., 2019] и т. п.). Подобные исследования решают важную задачу дискретизации жестовых единиц разных каналов кинетической модальности [Кибрик, 2018]. Системные исследования в области невербальной коммуникации направлены на «объединение» коммуникативного значения отдельных (чаще двух) или нескольких элементов разных модальностей, например, вокалической и кинетической [Rohrer et al., 2020]. Здесь наблюдается создание компьютерных моделей, способных описать разноуровневое взаимодействие всех элементов невербального общения.

Данная работа посвящена описанию формальных характеристик русского жеста «объятие»: от определения его длительности до описания структуры маха жеста как центральной его части.

Жест «объятие» охватывает большой семантический класс жестов, внутри которого можно выделить сему «выражение дружеской приязни и теплого отношения обнимающихся». Семантическая вариативность данного жеста проистекает из семантики глагола «обнимать, обниматься»: обоюдное активное действие двух участников, т. е. человек X обнимает человека Y-а, Y обнимает X-а.

Жест «объятие» относится к классу жестов взаимного касания (тактильный жест), что усложняет его изучение, т.к. в поле зрения попадают жесты двух и более участников поведенческого акта. Важным в понимании реализации и функционирования этого жеста оказываются биологическая, психологическая и социальная основы прикосновений [Варламов и др., 2020]. Вариативность тактильных жестов в процессе коммуникации определяется не только коммуникативными целеустановками адресанта, но и этикетными нормами использования коммуникативных средств в различном социальном и коммуникативном контексте. Существует ряд основных факторов, регулирующих невербальную коммуникацию: эмоциональная близость коммуникантов, их положение в социальной иерархии и культурные особенности.

Материалом данного исследования послужили видеофрагменты из советско-российских фильмов XX века, представленные в мультимедийном корпусе Национального корпуса русского языка МУРКО. Исследовалась общая длительность жеста «объятие» с определением начала и конца реализации жеста с помощью программы ELAN. Определение длительности жеста предполагает научное обоснование элементарного строения жеста, выявление дифференциальных признаков основных фаз жеста (подготовка – мах – ретракция) и исследовательского потенциала такого подхода в отношении жеста взаимного касания.

Результаты показали вариативность реализации жеста «объятие»; фаза подготовки часто осуществляется руками, ретракция жеста характеризуется физическим «уходом» одного из участников, или «разъединением» касания в определённой точке маха. В этой методологии определения начала и конца жеста длительность варьирует от самой короткой (2 сек) репрезентации в фильме «Цирк» (1936 г.) до самой долгой (1 мин) – в фильме «Друг мой, Колька!» (1961 г.). В среднем по фильмам жест длится 6-13 секунд.

Центральная фаза реализации жест – мах – также характеризуется большой вариативностью: от легкого прикосновения к одной части тела (плечо, кисть руки, грудь и проч.) до длительного сжатия тела партнера. В работе проводится сравнительный анализ формы маха и коммуникативного значения жеста «объятие»: любовь, утешение, одобрение, защита и т.д.

Таким образом, данное исследование, которое можно отнести к специализированному, показало потенциал изучения структурного строения жеста взаимного касания «объятие» и зависимости структуры от коммуникативного значения.

Варламов А.А., Кравченко А.Н., Горбачева А.В., Осадчий М.А. Язык прикосновений: биологические аспекты тактильного восприятия и особенности тактильных коммуникативных сигналов // Вопросы языкознания. 2020. 2. С. 75-92.

Кибрик А.А. Русский мультимедийный дискурс. Часть II. Разработка корпуса и направления исследований // Психологический журнал. 2018. 39 (2). С. 79-90.

Литвиненко А.О., Николаева Ю.В., Кибрик А.А. Аннотирование русских мануальных жестов: теоретические и практические вопросы // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: по материалам международной конференции «Диалог 2017». 2017. 16. С. 255-268.

He Y., Luell S., Muralikrishnan R., Straube B., Nagels A. Gesture's body orientation modulates the N400 for visual sentences primed by gestures // Human Brain Mapping. 2019. 41. P. 4901-4911.

Rohrer P.L., Vilà-Giménez I., Florit-Pons J., Esteve-Gibert N., Ren A., Shattuck-Hufnagel S., Prieto P. The MultiModal MultiDimensional (M3D) labelling scheme for the annotation of audiovisual corpora. 2020. URL: https://www.researchgate.net/profile/Patrick-Rohrer-2/publication/344243029_The_MultiModal_MultiDimensional_M3D_labelling_scheme_for_the_annotation_of_audiovisual_corpora/links/5f5fcce2299bf1d43c04dbb0/The-MultiModal-MultiDimensional-M3D-labeling-scheme-for-the-annotation-of-audiovisual-corpora.pdf

Sukhova N.V. Corpus analysis of head turns in multimodal discourse // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2022. № 1(856). P. 119-127.

НОВЫЕ ПАРАДИГМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ УСТНОЙ И ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ

Сысоева О.В.

(*olga.v.sysoeva@gmail.com*)

Научно-технологический университет «Сириус» (Сириус, Россия)

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
(Москва, Россия)*

Актуальной задачей когнитивных наук является изучение нейрофизиологических процессов, лежащих в основе речи. К настоящему времени, при помощи различных методов нейровизуализации, накоплено большое количество данных о мозговых механизмах речи, но большинство данных получено в условиях длительных и сложных экспериментов, часто далеких от тех, в которых мы воспринимаем речь в обыденной жизни.

В своем докладе я расскажу о новых подходах к исследованию мозговых механизмов устной и письменной речи и некоторых результатах, полученных мною и коллегами с их применением.

Одним из подходов, позволяющих рассматривать активность мозга при восприятии естественной речи, является изучение нейронного отслеживания (neural tracking) – феномена синхронизации между стимулом и мозговой активностью. В контексте данного подхода большую популярность имеет функция временного отклика (temporal response function, TRF) – метод математического анализа активности мозга при восприятии продолжительного натуралистического стимула.

Ранее TRF в основном применялся для изучения мозговых механизмов восприятия устной речи. При этом в качестве входного сигнала использовались как акустические компоненты речевого сигнала (например его огибающая), так и фонематический и даже семантический аспекты [Di Liberto et al.; Brodbeck et al.]. Для исследования семантического анализа речи аудиосигнал размечался, например, следующим образом: ставилась метка (рассчитанная с помощью модели word2vec) на начало каждого слова, при этом значение этой метки отражало семантическую разность этого слова по сравнению с теми, что предъявлялись в предложении ранее. С помощью данного подхода получены уже достаточно значительные результаты [Рогачев и Сысоева, на рецензии], однако для русскоязычной выборки данный подход не применялся. Более того, не было прицельно исследовано изменение с возрастом нейронного отслеживания акустической и семантической составляющей аудиоречи у детей. Мы в своей работе заполнили этот пробел и показали, что акустическое и семантическое отслеживание устной речи значимо отражается в мозговой активности у русскоязычных детей от 3 до 9 лет – возрасте критически важном для развития языка и речи – и при этом коррелирует с их уровнем понимания рецептивной речи [Rogachev&Sysoeva, in review].

TRF-подход можно также применить для анализа письменной речи, однако ранее этого никто не делал. Мы в своей работе предприняли попытку заполнить и этот пробел. Для этого стимульный материал был организован последовательно: на экране проектора по одному слову предъявлялся текст сказок (одно слово в 150 мс). В это время у наших взрослых нейротипичных испытуемых производилась неинвазивная запись мозговой активности с помощью метода магнитоэнцефалографии (МЭГ). Полученные данные показали, что TFR на семантическую разность также регистрируется и для письменной речи. Притом это происходит уже в первые 100 мс после предъявления слова.

Также для исследования формирования представления о буквах у детей мы применили новую парадигму зрительно-частотной маркировки (visual frequency tagging), которая изначально применялась для анализа мозговых механизмов восприятия лиц [Liu-Shuang et al.]. Парадигма заключается в том, что на экране монитора в быстром темпе (например, с частотой 6 Гц) предъявляются буквы или даже слова (в ранних версиях исследования – лица), но каждый пятый стимул отличается от предыдущих по какой-то характеристике. Например, это могут быть перевернутые буквы или буквы неродного алфавита, как в нашем исследовании. Учитывая скорость предъявления стимулов, высокого соотношения сигнал и шум можно получить уже через 2-3 минуты исследования. При этом мы показали, что как на частоте основной стимуляции, так и на девиантной частоте возникает выраженный ответ мозга, однако с разной локализацией. Более того, мощность спектра на девиантной частоте коррелирует с возрастом ребенка и его способностью декодировать

буквы. Таким образом, данный подход имеет потенциал для использования в диагностике детей с нарушениями письменной речи.

В заключении следует отметить, что современные технологические мощности позволяют применять ранее невозможные подходы к анализу мозговой активности во все более экологически валидных и легко транслируемых в практику условиях, что позволяет надеяться на новые прорывы в понимании механизмов работы мозга, а также в практическом использовании нейро-технологий как в медицине, так и образовании.

Финансирование работы

Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-10-2021-093; Проект COG-RND-2262).

Рогачев А.О., Сысоева О.В. Функция временного отклика – новый метод исследования нейрофизиологических механизмов восприятия речи в экологически валидных условиях. Современная зарубежная психология. Рецензии.

Brodbeck C., Hong L.E., & Simon J.Z. Rapid Transformation from Auditory to Linguistic Representations of Continuous Speech. Current Biology: CB. 2018. 28(24). 3976-3983.e5.

Di Liberto G.M., O'Sullivan J.A., & Lalor E.C. Low-Frequency Cortical Entrainment to Speech Reflects Phoneme-Level Processing. Current Biology: CB. 2015. 25(19). P. 2457-2465.

Liu-Shuang J., Norcia A.M., Rossion B. An objective index of individual face discrimination in the right occipito-temporal cortex by means of fast periodic oddball stimulation. Neuropsychologia. 2014. 52. P. 57-72.

Rogachev A., Sysoeva O. Neural tracking of natural speech in children in relation to their receptive speech abilities. Cognitive Systems Research. In review.

НОРМАТИВНЫЕ ОЦЕНКИ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ СЛОВ РУССКОГО ЯЗЫКА: СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ENRuN

Сысоева Т.А.¹
(*tatiana.sysoeva@mail.ru*),

Люсин Д.В.^{1,2}
(*ooch@mail.ru*)

¹ Научно-учебная лаборатория когнитивных исследований, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

² Лаборатория психологии и психофизиологии творчества, Институт психологии Российской академии наук (Москва, Россия)

При проведении когнитивных исследований ученые все чаще учитывают эмоциональные аспекты перерабатываемого стимульного материала. Это оказывается важным не только для работ, которые концентрируются на специфике эмоциональной переработки, но и в случаях, когда эмоциональная окраска перерабатываемой информации может выступить серьезной побочной переменной.

Учитываемые параметры эмоциональной окраски могут быть разнообразны, но наиболее часто они рассматриваются в рамках двух основных теоретических подходов к описанию эмоциональных состояний: многомерного и категориального [Овсянникова]. В рамках многомерного подхода эмоциональные состояния рассматриваются как характеризующиеся различной интенсивностью по нескольким ключевым измерениям: чаще всего это валентность (*valence*), эмоциональное возбуждение (*arousal*) и иногда доминантность (*dominance*) и другие. Соответственно, оценивается, в какой степени каждый стимул ассоциируется с положительной/отрицательной валентностью, возбуждением и т.д. В рамках категориального подхода эмоциональные состояния рассматриваются как отдельные категории – радость, гнев, страх и т.п. В этом случае оценивается, в какой степени каждый стимул ассоциируется с каждой из предложенных категорий.

Для учета эмоциональных параметров стимулов исследователи могут каждый раз самостоятельно проводить их оценку, что весьма трудоемко, либо использовать уже существующие базы данных с такими оценками. К настоящему времени за рубежом создано большое количество подобных баз для изображений, видео, звуков и слов (см. обобщение *Diconne et al.*). При подготовке таких баз авторы собирают оценки большого количества стимулов, привлекая для этого много респондентов, что позволяет рассматривать полученные оценки как нормативные. Оценки при этом могут собираться в рамках любого из описанных выше подходов. Очевидно, что чем больше параметров эмоциональной оценки приведено в базе и чем больше стимулов она содержит, тем в больших количествах ситуаций она может быть использована.

Хотя для каждого из перечисленных типов информации актуален вопрос кросс-культурной специфики эмоциональных оценок, наиболее остро он стоит именно для вербального материала, и это находит отражение в том, что базы с оценками эмоциональной окраски слов активно разрабатываются (или адаптируются) для различных языков. К сожалению, для русского языка к настоящему времени такие базы практически не представлены, либо обладают недостатками.

Из наиболее современных могут быть упомянуты две такие работы на русском языке. В списке, опубликованном коллегами из Казанского федерального университета, для 1000 наиболее частотных слов русского языка (существительных, прилагательных, глаголов) представлены оценки, собранные с привлечением респондентов [Андреева], а также для более 14 тысяч слов – оценки, сгенерированные при помощи алгоритмов машинного обучения [Solovyev et al.]. Однако в этой работе учитывается только один параметр эмоциональной окраски – валентность, что ограничивает возможность использования этих данных.

В созданной нами ранее базе данных с нормативными оценками существительных русского языка ENRuN [Emotional Norms for Russian Nouns; Люсин, Сысоева], размещенной в открытом доступе [<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22354.35525>], представлены оценки 378 существительных в рамках многомерного (валентность и возбуждение) и категориального (радость, грусть, страх, злость, отвращение) подходов. Кроме этого, отдельно приводятся оценки, данные респондентами мужского и женского пола, и отмечаются слова, по которым получены статистически значимые различия в зависимости от пола респондентов. Основным ограничением базы ENRuN является

относительно небольшое количество входящих в нее слов. Оно оказывается недостаточным для экспериментальных исследований, в которых требуется контролировать не только эмоциональную окраску слов, но также их длину, частотность и ряд других лингвистических характеристик.

В настоящий момент мы проводим работу по созданию базы ENRuN 2, которая будет существенно расширенной версией ENRuN. Отобрано 8293 существительных разной длины (от 2 до 14 букв и от 1 до 5 слогов) и разной частотности (по словарю [Ляшевской, Шарова, 2009]). Оценки эмоциональной окраски слов будут осуществляться в рамках многомерного и категориального подходов по аналогии с ENRuN. Для сбора данных будут привлечены порядка 2720 респондентов, из расчета, что каждый из них будет оценивать слова либо в многомерном, либо в категориальном подходе, и при этом за одну сессию выставлять около 500 оценок. База существительных будет расширяться поэтапно – на каждом этапе она будет увеличиваться примерно на 1600 слов.

В дальнейшем также планируется добавить в базу оценки для прилагательных и глаголов.

Разрабатываемая база данных сможет применяться не только в психологических и когнитивных исследованиях, но также в лингвистических и психолингвистических работах, для проведения сентимент-анализа и т.д.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Андреева М.И. Негативные/позитивные слова: оценка, словарь // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. 12-1(63). С. 14-16. URL: <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2021-12-1-14-16>

Люсин Д.В., Сысоева Т.А. Эмоциональная окраска имен существительных: база данных EnRun // Психологический журнал. 2017. 38. 2. С. 122-131.

Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Новый частотный словарь русской лексики. М.: Азбуковник, 2009.

Овсянникова В.В. К вопросу о классификации эмоций: категориальный и многомерный подходы. Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2013. 37. 175. С. 43-48.

Diconne K., Kountouriotis G.K., Paltoglou A.E., Parker A., Hostler T.J. Presenting KAPODI – The searchable database of emotional stimuli sets. Emotion Review 2022. 14(1). P. 84-95. URL: <https://doi.org/10.1177/17540739211072803>

Solovyev V., Islamov M., Bayrasheva V. Dictionary with the Evaluation of Positivity/Negativity Degree of the Russian Words // S.R.M. Prasanna, A. Karpov, K. Samudravijaya, S.S. Agrawal (eds.) Lecture Notes in Computer Science/ 2022. Vol 13721. Springer, Cham P. 651-664. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20980-2_55.

МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО И СЛУХОВОГО ПРЕДВОСХИЩАЮЩЕГО ВНИМАНИЯ: АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧИ «Go/NoGo»

Талалай И.В. ^{1,2}
(*etalalay.et@gmail.com*)

Мачинская Р.И. ^{1,2}
(*reginamachinskaya@inbox.ru*)

¹ *Институт развития, здоровья и адаптации ребенка (Москва, Россия)*

² *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва, Россия)*

Введение. Предвосхищающее внимание – внимание, направленное на те события, которые должны произойти в будущем. Наиболее популярный способ формирования предвосхищающего внимания в экспериментальных условиях – это информирование испытуемых об особенностях целевого сигнала до его появления с помощью стимула-подсказки [Posner and Fan] или с помощью блочного дизайна экспериментальных сессий [Brunia and van Boxtel], при котором инструкция в начале каждого блока формирует избирательное ожидание стимулов с определенными характеристиками. Подготовка мозга к обработке значимой информации сопровождается вовлечением префронтальных и теменных областей коры [Simpson et al.], преимущественно правого полушария [Corbetta and Shulman], а также избирательным вовлечением модально-специфических областей в соответствии с модальностью ожидаемых сигналов [Brunia and van Boxtel]. Ранее в наших электроэнцефалографических исследованиях был показан рост функционального взаимодействия по альфа-ритму в фронто-париетальной сети, а также усиление взаимодействия между префронтальными зонами и сенсорно-специфическими областями [Talalay et al.]. В литературе преобладает представление об альфа-ритме как о механизме подавления активности нерелевантных для выполнения задачи корковых зон [Klimesch]. Вместе с тем наши данные позволяют предположить, что роль альфа-осцилляций, напротив, состоит в функциональном объединении корковых зон в процессе подготовки к обработке значимой информации. Для проверки этого предположения мы разработали экспериментальную модель, сочетающую условия избирательного ожидания и избирательного подавления стимулов разной сенсорной модальности при выполнении задачи «Go/NoGo». Чтобы определить, насколько новая модель создает условия для модально-специфической преднастройки, в данной работе мы анализировали ССП на стимулы разной сенсорной модальности.

Метод. В исследовании приняли участие 20 подростков (10 девушек) в возрасте 13-15 лет. В качестве стимулов для задачи «Go/NoGo» были подобраны парные сочетания графем/фонем «АК», «АХ» и «ОС». В зрительном варианте Go-условия испытуемый должен реагировать только при появлении в центре экрана сочетания букв «АК», а в слуховом варианте – только при звуковоспроизведении сочетания фонем [ak]. При этом как в зрительном, так и в слуховом вариантах Go-условия испытуемым квазислучайным образом предъявляются зрительные и слуховые варианты всех обозначенных стимулов. NoGo-условие для обеих сенсорных модальностей устроено схожим образом, однако теперь от испытуемого требуется реагировать на все стимулы, кроме «АХ» (буквы в зрительном варианте, фонемы – в слуховом). Таким образом, разработанная модель сочетает в себе четыре условия, реализованных в виде четырех экспериментальных блоков, которые формируют у испытуемых избирательное ожидание или избирательное подавление определенных стимулов разной сенсорной модальности. Каждый блок включает 120 проб, в 36 из которых предъявляется целевой стимул «АК» или нецелевой стимул «АХ». В каждой пробе у испытуемого есть 2000 мс, чтобы дать ответ; следующая проба начинается после реакции испытуемого через 1000-1500 мс.

ЭЭГ регистрировалась с частотой оцифровки 250 Гц в частотной полосе 0.5–70 Гц от 128 электродов с вертексным референтом. Для оценки модально-специфической преднастройки анализировались ССП (во временном интервале от 200 мс до и 600 мс после стимула) на нецелевые сигналы в сессии «Go», соответствующие 4 экспериментальным условиям: (1) предъявление зрительного стимула в блоке со слуховым целевым сигналом, (2) предъявление зрительного стимула в блоке со зрительным целевым сигналом, (3) предъявление слухового стимула в блоке со зрительным целевым сигналом, (4) предъявление слухового стимула в блоке со слуховым целе-

вым сигналом. Полученные безартефактные фрагменты ЭЭГ усреднялись для вычисления ССП в 128 каналах, которые затем преобразовывались в 16 псевдоотведений, соответствующих латерально-симметричным (F3/4, F7/8, C3/4, P3/4, T3/4, T5/6, O1/O2) и двум сагиттальным (Fz, Pz) каналам схемы 10-20. Из 128 электродов были выбраны 16, соответствующие указанным отведениям схемы 10-20. Для каждого электрода были выбраны 4 или 5 ближайших соседей; затем сигналы, полученные в каждой группе каналов, усреднялись. Путем наложения усредненных по всем испытуемым ССП в 16 псевдоотведениях, были определены латентности наиболее выраженных последовательный колебаний потенциала в ответ на зрительный/слуховой стимул (L1: 96/92 мс, L2: 192/152 мс, L3: 208/212 мс, L4: 312/292 мс, L5: 320/384 мс).

Результаты. Отдельно для зрительных и слуховых ССП использовался дисперсионный анализ с повторными измерениями по схеме Полушарие (левое, правое) × Модальность целевого стимула (зрительная, слуховая) × Канал (7 псевдоотведений) × Латентность (L1-L5). Для сагиттальных отведений использовалась аналогичная схема без фактора Полушарие и с фактором Канал (Pz, Fz). В качестве переменных использовались амплитуды ССП (в мкВ) с указанными выше латентностями. Результаты исследования продемонстрировали эффект сенсорной модальности ожидаемого целевого сигнала: для зрительных стимулов был обнаружен значимый рост амплитуды ССП с латентностью L3 в блоках, требующих настройку на зрительную vs. слуховую сенсорную модальность. Описанные различия наблюдались в зрительных сенсорно-специфических зонах O1/O2 и T5/T6. Для слуховых стимулов аналогичные различия были обнаружены при латентности L4 и L5 в зонах максимального ответа на слуховые сигналы (Pz и Fz; Fogarty 2020). Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанная экспериментальная модель создает условие для формирования у испытуемых модально-специфического предвосхищающего внимания.

Brunia C.H.M., Van Boxtel, G.J.M. Anticipatory attention to verbal and non-verbal stimuli is reflected in a modality-specific SPN. Exp Brain Res 156(2), 2004. P. 231-239.

Corbetta M., Shulman G.L. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. Nat Rev Neurosci 3(3), 2002. P. 201-215.

Fogarty J.S. ERP Markers of Auditory Go/NoGo Processing. Doctor of Philosophy thesis, School of Psychology, University of Wollongong. 2020.

Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. Trends Cogn Sci 2012. 16(12). P. 606-617.

Posner M.I., Fan J. Attention as an organ system. In: J. R. Pomerantz (ed.) Topics in integrative neuroscience: From cells to cognition. Cambridge University Press, 2008. P. 31-61.

Simpson G.V., Weber D.L., Dale C.L., Pantazis D., Bressler S.L., Leahy R.M., Luks T.L. Dynamic activation of frontal, parietal, and sensory regions underlying anticipatory visual spatial attention. J Neurosci 2011. 31(39). 13880-13889.

Talalay I.V., Kurgansky A.V., Machinskaya R.I. Alpha-band functional connectivity during cued versus implicit modality-specific anticipatory attention: EEG-source coherence analysis. Psychophysiology. 2018. 55(12). e13269.

ШИЗОФРЕНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЛЕКСИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ЯЗЫКА

Тасенко О.А.¹

(oatasenko@edu.hse.ru),

Унтила К.В.¹

(kuntila@hse.ru),

Шишкова Т.И.²

(tszyszkowska@gmail.com),

Худякова М.В.¹

(mkhudyakova@hse.ru)

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Нижний Новгород, Россия)

² Научный центр психического здоровья (Москва, Россия)

Шизофрения – это хроническое психическое расстройство, которое выражается как комбинация психотических симптомов, таких как галлюцинации, бред и дезорганизация когнитивных функций. Для шизофрении характерны трудности с поиском слов, приближение слов, то есть использование сходных по значению с нужным или же описывающих предполагаемое значение [Kuperberg], а также использование негативной лексики чаще, чем в группе нормы, в том числе при описании положительных ситуаций [Minor et al.]. Цель нашего исследования – написание модели, способной предсказать по речи, здоров человек или страдает от психического расстройства.

Метод

Для исследования были отобраны рассказы о случае из жизни из корпуса 3D [Khudyakova et al.]. Были отобраны аудиозаписи 84 человек, не находящихся на психиатрическом лечении (67 женщин, средний возраст – 28,7, SD = 10,8), и 35 пациентов психиатрической клиники (31 женщина, средний возраст – 24 года, SD = 6,5) с расстройствами шизофренического спектра. Полученные аудиофайлы были автоматически расшифрованы при помощи модели «stt_ru_conformer_ctc_large» (STT Ru Conformer-CTC Large | NVIDIA NGC) и позже обработаны. В результате были сформированы два корпуса: с речью экспериментальной группы (3417 токенов) и с речью группы нормы (15978 токенов). Также было подсчитано соотношение частей речи для каждого из корпусов при помощи сайта sketch engine. Статистический анализ был проведен при помощи U-тест Манна-Уитни, так как распределение выборки не является нормальным. Для создания списка позитивных и негативных слов использовалась модель “word2vec-ruscorpora-300” (RusVectōrēs: модели (rusvectors.org)), предобученная на национальном корпусе русского языка. Эти данные были использованы для построения моделей. Для классификации класса были использованы 4 модели: Logistic Regression, Random Forest Classifier, Linear Discriminant Analysis и Support vector machine (SVM).

Результаты

Анализ с помощью критерия Манна-Уитни выявил несколько значимых отличий в речи пациентов и группы нормы. Так, в среднем рассказ пациента составляет 97 слов (SD = 44,8), рассказ здорового человека – 190 слов (SD = 67,6) ($U = 713$, $p_{adj} < 0,001$). В группе нормы в среднем 1,25 ошибки на монолог, в экспериментальной группе в среднем 2,3 ошибки ($U = 1967,5$, $p_{adj} < 0,001$). Мы не обнаружили значимых различий в доле различных частей речи в рассказах двух групп ($U = 75,5$, $p_{adj} = 0,15$), различия в их соотношении составили от 0 до 2%. Кроме того, было обнаружено, что люди с шизофренией немного чаще используют негативную лексику, 2% негативной лексики от общего количества слов в речи пациентов по сравнению с 0% в контрольной группе, однако это различие статистически незначимо ($U = 1507$, $p_{adj} = 0,733$). Что касается моделей, модель Random Forest Classifier с гиперпараметрами $max_depth=24$ и $n_estimators=25$ показала самую высокую полноту (0.79), то есть она наиболее точно определяет людей, у которых действительно есть расстройство. [Наш код с подробным описанием работы доступен по ссылке: <https://github.com/Tasenko03/-/blob/main/конференция.ipynb>].

Обсуждение

Полученные нами данные о лексических характеристиках устной речи русскоязычных пациентов с расстройствами шизофренического спектра в целом соотносятся с данными, основанными на англоязычном языковом материале. Однако необходимо в дальнейшем проверить результаты

на гораздо большей выборке, так как наша выборка пациентов несбалансированная и недостаточно объемная.

Финансирование работы

Доклад подготовлен в ходе работы в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Khudyakova M. et al. Discourse Diversity Database (3D) for Clinical Linguistics Research: Design, Development, and Analysis. Bakhtiniana. Revista de Estudos do Discurso. 2023. 18(1). P. 32-57.

Kuperberg G. R. Language in schizophrenia part I: an introduction. Language and linguistics compass 2010. 4. P. 576-589.

Minor K. S. et al. Lexical analysis in schizophrenia: how emotion and social word use informs our understanding of clinical presentation. Journal of psychiatric research 2015. 64. P. 74-78.

STT Ru Conformer-CTC Large | NVIDIA NGC. URL: https://catalog.ngc.nvidia.com/orgs/nvidia/teams/nemo/models/stt_ru_conformer_ctc_large.

RusVectōrēs: модели (rusvectors.org). URL: <https://rusvectors.org/ru/models/>.

ВЗАИМОСОГЛАСОВАНИЕ СИСТЕМОГЕНЕЗОВ У СОВМЕСТНО РЕШАЮЩИХ ЗАДАЧИ ИНДИВИДОВ

Тищенко А.Г.

(antongtishenko@gmail.com),

Варфоломеева А.В.

(varflany@gmail.com),

Александров Ю.И.

(yuraalexandrov@yandex.ru)

Государственный академический университет гуманитарных наук (Москва, Россия)

Институт психологии РАН (Москва, Россия)

Решение проблемы взаимосогласования индивидуальных процессов системогенеза для достижения «индивидуального» и «коллективного» результата обеспечивает переход к исследованиям, в которых оценка индивидуальной вариативности поведения проводится с учетом вклада реализации индивидуально-специфичного опыта в межиндивидуальном взаимодействии. В системно-эволюционном подходе обосновано положение о том, что в ситуации достижения коллективного результата у каждого из взаимодействующих индивидов формируются сходные (межиндивидуальные) структуры опыта связанных с достижением конкретных коллективных результатов. Это, с учетом специфичности индивидуального опыта, позволяет говорить о формировании «комплементарных отношений», между индивидуальными структурами, которые имеют общий генез формирования взаимо-со-действия для достижения коллективного результата [Александров; Варфоломеева и др.].

Ранее [Тищенко и др.] было установлено, что по результатам решения текстовых задач участники исследования образуют группы (Г1-Г4), различающиеся по реализуемым способам решения (СпР) – компонентам структуры опыта – так, что участники характеризуется большей (Г4 и Г2) и меньшей (Г1 и Г3) дифференцированностью опыта, а также большими (Г4 и Г3) или меньшими (Г1 и Г2) показателями внимательности, переключаемости и динамической наблюдательности.

Возможности оценки нелинейной динамики вариабельности сердечного ритма (ВСР) при индивидуальном и совместном решении задач, описанные в работе [Варфоломеева, Тищенко], предполагают введение в протокол анализа не только оценку энтропии, как выборочной [Бахчина и др.], так и информационной [Dias et al., 2019], но и оценку структуры сердечного ритма (Машин, 2002), на основе которой возможна оценка её подобия у взаимодействующих индивидов и вовлечения сердца в обеспечение поведения при достижении коллективного результата.

Методика

Участники исследования решали последовательность сложных когнитивных задач индивидуально и в диадах ($N_{\text{инд}} = 78$; $N_{\text{диады}} = 39$). Задачи («Рыцари и лжецы» и «Моральные дилеммы») предъявлялись в случайном порядке. Перед решением задач участники исследования заполняли тестовые методики: опросник «Шкала аналитичность-холистичность» и тест «Стандартные прогрессивные матрицы Дж. Равена».

Во время решения задач проводилась запись ЭКГ (кардиограф: регистрационный номер: RU.ТБ.ИЛ.00012) для дальнейшего выделения RR-интервалов и расчета показателей вариабельности сердечного ритма. Выделение СпР проводилось по ранее отработанному протоколу (Тищенко и др., 2021).

Результаты и их обсуждение

1. При оценке результатов индивидуального решения задач в диадах выделены группы участников исследования (Г1-Г4), различающиеся по реализуемым СпР. Установлено, что эти группы различаются по составу участников ($\chi^2 = 19$, $p < 0.001$), что характеризует изменение реализуемых СпР при решении задач в диадах, в сравнении с индивидуальным решением. Этот результат позволяет полагать, что ситуация взаимодействия с другим индивидом требует не только актуализации ранее сформированного опыта (или реализации сформированных СпР), но и формирования нового – опыта, связанного именно с этим взаимодействием.

2. При оценке распределения показателей энтропии ВСР в группах, реализующих разные СпР, установлено, что участники из Г2 характеризуются более высокими показателями энтропии

ВСП, участники из Г3 – более низкими, а участники из Г1 и Г4 – средними показателями энтропии ($H = 3.955$; $p < 0.05$). При этом, участники из Г2 характеризуются меньшей дисперсией энтропии, а участники из Г3 характеризуются наибольшей дисперсией энтропии ($H = 7.733$; $p < 0.05$). В первую очередь этот результат позволяет утверждать, что участники из этих групп реализуют не только разные СпР, но и различаются по показателям энтропии, т.е. неопределенности сердечного ритма, что указывает на различия в актуализации их общеорганизменных функциональных систем.

Следует отметить, что показатели ВСП могут быть оценены при обращении к фазовым траекториям, которые также применяются при изучении периодической и нелинейной динамики сердечного ритма [Машин; Варфоломеева и др., 2023]. Было обосновано, что для различающихся групп участников исследования (Г1-Г4) возможны варианты фазовых траекторий динамики сердечного ритма как проявление взаимосогласования системогенезов. Последнее представляет особую важность, поскольку в ситуации достижения коллективного результата возможно изменение реализуемых участниками исследования СпР: в первую очередь это допустимость улучшения результативности, в связи с чем результат решения задач в диаде оказывается и по времени, и по точности решения принципиально отличающимся от индивидуального. Также возможна неизменность формальных результатов решения, в этой ситуации отмечается устойчивость реализуемых СпР как при индивидуальном решении, так и в диадах. Стоит отметить, что изменения могут характеризоваться непродуктивностью, в частности возможны ухудшения формальных результатов решения у диад в сравнении с индивидуальным решением.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-18-00473, <https://rscf.ru/project/23-18-00473/>

Александров Ю.И. Системная комплементарность культуроспецифичных типов познания // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям: доклады и стенограммы. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2022. Т. 1: 2012-2015 годы. 274 с.

Варфоломеева А.В., Тищенко А.Г., Александров Ю.И. Возможности оценки нелинейной динамики варибельности сердечного ритма при индивидуальном и совместном решении задач // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2023: труды VIII Всероссийской конференции. Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2023. 192 с.

Варфоломеева А.В., Тищенко А.Г., Александров Ю.И. Системогенез как способ согласования индивидуального и коллективного // Материалы конференции «Психология познания. Памяти Дж. Брунера» (в печати).

Машин В.А. Анализ варибельности сердечного ритма с помощью метода графа // Физиология человека, 2002. Т. 28. № 4. С. 63-73.

Машин В.А. Связь тангенса угла наклона линии регрессии графа сердечного ритма с периодической и нелинейной динамикой ритма сердца на коротких стационарных отрезках // Биофизика, 2006. Т. 51. № 3. С. 534-538.

Тищенко А.Г., Апанович В.В., Александров Ю.И. Дескрипторы способов решения текстовых задач: соотношение с индивидуально-психологическими характеристиками // Вопросы психологии, 2021. Т. 67. № 2. С. 135-147.

Dias R.D., Zenati M.A., Stevens R., Gabany J.M., Yule S.J. Physiological synchronization and entropy as measures of team cognitive load. J Biomed Inform. 2019. Aug;96:103250.

ФИЛОСОФИЯ ДВИЖЕНИЯ К ПЛАНЕТАРНОМУ ЕДИНСТВУ И СОЛИДАРНОСТИ

Троицкая Е.М.
(*Trromano@yandex.ru*)

Мелитопольский государственный университет (Мелитополь, Россия)

Вызовы современности определяют ориентиры движения человечества, которое желает видеть себя в перспективе свободы, справедливости и безопасности. И фокусом этих ориентиров, как известно, является культура развития гражданско-правового, регионального, национального, глобального мира и единства.

Сегодня в этих процессах философия фиксирует: приоритетную самоценность единства в существовании и индивидов, и сообществ; необходимость гуманитарного стандарта измерения всех совершаемых деяний, ибо стихийное развитие «глобализация» закончила; императивность понимания, что успех человечества зависит не от научно-технических достижений самих по себе, а от воспитания человека, направляемого мудростью сохранения жизни в единении, солидарности и этике природы; признание поступательности, непрерывности, комплексности планетарного единения (в нашем контексте это означает, что невозможно, не решив проблемы единства славянских народов, стать гражданами всего мира; типа: Я не афинянин, не карфагенянин, я – Космополит); необходимость утверждения, адекватного времени и пространству мировоззрения, которое должно быть не «выламыванием» души, а соревновательным механизмом разных систем ценностных ориентаций; «отказ» от мышления по принципу «или – или», равно как и от положения, что философией выживания должны заниматься философы. Философствование должно стать образом жизни всех, а обозначенные приоритеты должны лечь основой в стратегии нашей работы.

Кроме того, эти ориентиры чётко обозначили комплекс проблем с очень простыми предметностями: современный человек, современное общество и современное образование, от которого, собственно, и зависит результат единения народов и гонки цивилизации с катастрофой.

Если бы «антропологическая тайна» и философская метафора «Двойника» в реальной жизни раскрывалась линейно, то проблема единения людей и сообществ зависела бы всего от двух доминант восприятия Другого. Доминанта собственного «Я» и признание Другого «не как Я», она вынуждает так или иначе «подтянуть Иного к себе» или приблизиться к нему, что уже претендует на некое равенство и желание единения.

Но, как говорит Гуссерль, «Другой и то существует дважды: один раз как интенция, а второй – как факт». Современный человек, согласитесь, стал проблемой, ибо умножил и интенцию, и факт.

Он сегодня в самом общем виде: слишком зависим от общества, слишком конформен, слишком прагматичен, слишком увлечён собственными ощущениями, переживаниями, слишком чем-то занят, чтобы не искать истину и преобразовывать себя и мир.

Эти компетенции артикулируются широкой основой навыков и нацелены на встречу с такими вызовами, как новейшие технические достижения, трансдисциплинарный характер научного знания, интеркультурная коммуникация мира и единства.

К ним относятся:

1. Критическое, рефлексивное и инновационное мышление (креативность, предприимчивость, изобретательность, навыки применения знаний, аналитичность, обоснованное принятие решений, концептуальность и др.).

2. Интер-персональные навыки (презентационные и коммуникационные навыки, лидерство, организационные навыки, работа в команде, сотрудничество, инициатива, коммуникабельность, коллегиальность и др.).

3. Интра-персональные навыки (самодисциплина, энтузиазм, настойчивость, самомотивация, сопереживание (эмпатия), честность, целенаправленность и др.).

4. Глобальное гражданство и этика природы (осведомлённость, толерантность, открытость, уважение разнообразия, интеркультурное понимание, способность развязывать конфликты, гражданское / политическое участие и др.).

Возникает несколько вопросов:

– кто будет формировать транспредметные программные результаты?

– кто разработает технологии измерения уровня формирования и применения трансверсальных компетентностей и их соответствия компетенциям?

Ответ один: это должны и делаем мы, все. И поэтому я вместе с Гваттари и Делёзом остановлюсь на философской максиме: «Мы ответственны не за жертвы, а перед жертвами».

THE USE OF BIOFEEDBACK IN STROKE PATIENTS WITH ANXIETY-DEPRESSIVE DISORDER

Trofimova A.K.¹

(sandratrofimova@gmail.com),

Chernorizov A.M.²

(amchern53@mail.ru)

¹ Federal center of brain research and neurotechnologies of the Federal Medical Biological Agency (Moscow, Russia).

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Psychology, Department of Psychophysiology (Moscow, Russia)

Introduction. Psychological, pharmacological, behavioral methods and their combinations are commonly used in treatment of emotional disorders. However, all existing treatment options have limitations, such as drug side effects, drug resistance (including a high rate of patients who do not respond to any therapy) and common relapse of symptoms. Even patients who have responded to antidepressant treatment are often reluctant to long-term drug administration. All of these complex issues emphasize the need to find more effective options for treating and preventing relapse of emotional disorders.

Purpose of the study. To present a literature review in order to determine the level of various methods performance based on the biofeedback method in treatment of post-stroke emotional disorders.

Results. The specific causes of post-stroke emotional disorders are still unknown. Some authors associate them with the direct effect of ischemia on neural networks which regulate mood [Starkstein et al., 1988; Beblo et al., 1999], as well as with psychosocial factors [Gainotti et al., 1999; Whyte, Mulsant, 2002]. Moreover, several factors, including injury severity, cognitive impairment, premorbid depression, disability, and stroke location have been identified as predictors of post-stroke emotional disorders. However, research results are very diverse. For example, earlier studies [Shinar et al., 1986] showed that left-sided lesions located close to the frontal lobe were associated with depression, whereas more recent studies showed no correlation between stroke location and the presence of depressive disorder [Carson et al., 2000]. A certain group of studies [Coan, Allen, 2004; Thibodeau et al., 2006; Harmon-Jones et al., 2010] shares the idea of connection between beta rhythm asymmetry in the frontal regions of post-stroke patients and the presence of major depressive disorder and anxiety. Nevertheless, it is unknown whether emotional disturbances, secondary to other neurological conditions, such as stroke, are associated with similar EEG changes. The quantitative EEG has already been used as a prognostic factor in the clinical management of stroke patients during the motor functions rehabilitation [Finnigan, Van Putten, 2013]. However, the use of EEG in rehabilitation of stroke patients without motor impairment is limited, and there is an acute shortage of studies assessing quantitative EEG correlates of post stroke depression and anxiety.

Conclusions. Contribution of behavioral, electrophysiological, and neuroimaging techniques changes approaches to cognitive behavioral therapy, neuropsychological rehabilitation, and pharmacotherapy. These methods refer to psychophysiological interactions between the subject and the new therapeutic neurophysiological tools available to the psychophysiological and psychologist. Application of these methods also raises important questions about assessing their effectiveness and identifying particular use in the practice of medical centers. Despite current controversies, biofeedback is an experimental field that symbolizes the ongoing evolution of neurophysiology in the therapeutic field of psychology and psychophysiology.

Starkstein S.E., Robinson R.G., Price T.R. Comparison of patients with and without poststroke major depression matched for size and location of lesion // Archives of general psychiatry. 1988. 45(3). P. 247-252.

Beblo T., Wallesch C.W., Herrmann M. The crucial role of frontostriatal circuits for depressive disorders in the postacute stage after stroke // Cognitive and Behavioral Neurology. 1999. 12(4). P. 236-246.

Gainotti G., Azzoni A., Marra C. Frequency, phenomenology and anatomical-clinical correlates of major post-stroke depression // The British Journal of Psychiatry. 1999. 175(2). P. 163-167.

Whyte E.M., Mulsant B.H. Post stroke depression: epidemiology, pathophysiology, and biological treatment // Biological psychiatry. 2002. 52(3). P. 253-264.

Shinar D., Gross C.R., Price T.R., Banko M., Bolduc P.L., Robinson R.G. (1986). Screening for depression in stroke patients: the reliability and validity of the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale // *Stroke*. 1986. 17(2). P. 241-245.

Carson A.J., MacHale S., Allen K., Lawrie S.M., Dennis M., House A., Sharpe M. Depression after stroke and lesion location: a systematic review // *The Lancet*. 2000. 356(9224). P. 122-126.

Coan J.A., Allen J.J. Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion // *Biological psychology*. 2004. 67(1-2). P. 7-50.

Thibodeau R., Jorgensen R.S., Kim S. Depression, anxiety, and resting frontal EEG asymmetry: a meta-analytic review // *Journal of abnormal psychology*. 2006. 115(4). P. 715-729.

Harmon-Jones E., Gable P.A., Peterson C.K. The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: a review and update // *Biological psychology*. 2010. 84(3). P. 451-462.

Finnigan S., Van Putten M.J. EEG in ischaemic stroke: quantitative EEG can uniquely inform (sub-) acute prognoses and clinical management // *Clinical neurophysiology*. 2013. 124(1). P. 10-19.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ЯЗЫКА О МЫШЛЕНИИ

Урысон Е.В.
(uryson@gmail.com)

Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН (Москва, Россия)

Объект работы – глагол *думать* в процессном значении и существительное *мысль*. Демонстрируется, что с точки зрения языковой картины мира процесс думания слабо подконтролен субъекту; данные языка в этом отношении не соответствуют обиходным представлениям о мыслительной деятельности.

Глагол *думать*, обозначающий ментальное действие, имеет два основных круга употреблений:

(1) *Он стал думать, где достать денег; Думаю, выйдет ли она за него замуж; Она постоянно думает о детях – как и чему их учить, что им читать.*

(2) *Ночью думала, как они там без него; Весь день думала о нем, о предстоящей встрече – как она увидит его, как он обрадуется.*

В (1) *думать* предстает как действие, цель которого – понять данный объект или то, какая ситуация имеет место, чтобы принять нужное решение. *Думать* сближается здесь с *обдумывать*, *размышлять* (лексема «думать реалистичное»). В (2) *думать* тоже обозначает ментальное действие, но его цель – представить себе объект, т.е. создать в воображении образ объекта. В контекстах типа (2) *думать* сближается с *вообразить (встречу)*, *мечтать* (лексема «думать мечтательное»). Данные лексемы различаются синтаксическими свойствами. Оказывается, что эти две лексемы *думать* соответствуют двум типам думания, или двум типам мысли, выявленным в психологии Э. Блейлером, и затем описанным Ж. Пиаже. Первый тип мышления Э. Блейлер назвал разумным, или реалистичным, направленным, второй тип – аутистичным (термины *аутизм* и *аутистичный* в дальнейшем стали употребляться в другом смысле). Тем самым, достижения психологии начала 20 в. неожиданным образом совпадают с языковым представлением о думании – как если бы язык предвосхитил эти открытия, зафиксировав в своей семантической системе некоторые особенности мышления, на которые психология обратила внимание лишь немногим более ста лет назад.

В работе анализируется значение и стандартная сочетаемость слова *мысль*. Анализ показал, что в языковой картине мира *мысль* представляет собой мало подконтрольный субъекту продукт деятельности ума.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОЙ РИМАНОВОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУРНЫХ КОННЕКТОМОВ

Ушаков В.Л.^{1,2,3}
(tiuq@yandex.ru)

Мосина Л.Е.^{2,3}
(the.borsch@yandex.ru)

Макаренко Н.Г.⁴
(ng-makar@mail.ru)

Рыбинцев А.С.⁴
(ribas591@gmail.com)

¹ *Институт перспективных исследований мозга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)*

² *Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия)*

³ *Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева
Департамента здравоохранения города Москвы (Москва, Россия)*

⁴ *Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, Россия)*

Введение. Когнитивные процессы головного мозга человека связаны с динамичным характером интеграции, диссоциации и реорганизации архитектуры функциональных систем/нейросетей. Проводящие пути головного мозга структурного коннектома обеспечивают нейросетевые взаимодействия в процессе онтогенеза и созревания субъективного опыта. Нарушения или изменения структурной связности отражают изменения в функциональных процессах головного мозга, поэтому могут быть одним из объективных показателей в диагностике психиатрических заболеваний [Ушаков, 2021, 2023]. В последние годы для описания структурных и функциональных паттернов коннектома применяют методы нейровизуализации [Tang et al., 2023]. Оказалось, что сети мозга, построенные по ним, обладают важными топологическими свойствами, и многие расстройства мозга связаны с аномалиями в архитектуре таких сетей. Связность графов измеряется кривизной. Недавно было обнаружено, что дискретная кривизна Риччи для сети мозга способна отслеживать даже изменения связности, обусловленные возрастом [Yadav et al., 2023]. В настоящей работе мы используем оценки кривизны Формана-Риччи и Оливье-Риччи для графа мозга, с целью обнаружить различия в кривизне графов по данным нейровизуализации коннектом группы нормы и больных шизофренией.

Методика клиническая. Клиническая выборка состояла из 46 пациентов (22 женщины и 24 мужчины (ср возраст $26,5 \pm 5,3$ лет), из числа госпитализированных в стационарные отделения клиники с диагнозом шизофрения F20.0 (галлюцинаторно-параноидная) в ГБУЗ «ПКБ №1 им. Алексеева ДЗМ» и контрольная группа 41 человек (17 женщин и 24 мужчины) в возрасте от 21 до 35 лет. Критерии включения: соответствие состояния критериям шизофрении по МКБ-10 (F20) и DSM-5, праворукость, критика к состоянию, сохранение памяти о психотических симптомах, информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения: шизоаффективные и аффективные расстройства, органические заболевания головного мозга, тяжелые соматические и/или неврологические состояния, потенциально влияющие на физиологию или структуру мозга, признаки злоупотребления ПАВ и общие противопоказания для проведения МРТ.

Анализ проводящих путей головного мозга проводился с использованием матриц структурных связностей на основе данных трактографии (diffusion tensor image, DTI) в режиме получения данных В0 и по 64-м векторным направлениям (значение b составляло 1500 с/мм^2) с $TE = 101$ мсек и $TR = 13700$ мсек. Данные были получены для двух направлений фазовых кодирующих градиентов: anterior-posterior и posterior-anterior. Толщина среза составляла 2 мм, разрешение в плоскости томографического среза составляло 2 мм, угол отклонения = 90° и поле обзора $FOV = 240 \times 240 \text{ мм}^2$). С помощью модуля торип в программе FSL (<https://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki/FSL>) была проведена коррекция артефактов искажений диффузионных данных. Для каждого из испытуемых с помощью программного пакета DSI Studio (<https://dsi-studio.labsolver.org/download.html>) были получены сведения о 14400 трактах проводящих путей (связи между 120 областями головного мозга, в основе

которых был взят атлас AAL [<https://www.gin.cnrs.fr/en/tools/aal/>]). Минимальная длина реконструированных трактов составляла 10 вокселей (20 мм).

Методика геометрическая. Пространственную сложность коннектом удобно описывать сетями или графами. Наиболее важную информацию содержат дескрипторы, определенные на ребрах графа. Наиболее известными из них являются два варианта: кривизна Формана-Риччи (FR), основанная на дискретной теории Морса, и кривизна Оливье-Риччи (OR), основанная на транспорте меры [Samal A. et al. 2018]. Эти кривизны описывают архитектуру связи каждого ребра с его соседями. Для вычислений использовались описанные выше данные нейровизуализации и софт [Ni et al., 2019].

Результаты. Дискриминатором служила разность гистограмм кривизны ребер для графов коннектом. Однако такая разность обременена эффектами, общими и для и больных, и для контрольной группы. Это артефакты, возникающие при измерении (спонтанные движения пациента), случайный разброс параметров пациентов обусловленный физиологией и систематические возрастные тренды в гистограммах кривизны [Yadav et al., 2023]. Для того чтобы уменьшить все эти эффекты использовался комплексный дискриминатор. Для 2-х случайных подвыборок по 20 человек для группы больных и группы контроля находились разности гистограмм по максимальному различию в L_1 норме. Для получения состоятельной статистики использовались бутстреп выборки до 100 вариантов. В итоге были получены значимые различия связности по OR и FR кривизнам для больных и контрольной группы, что показало чувствительность выбранных параметров к изменениям структурного коннектома. Для получения в будущем диагностических методик, основанных на описанных дескрипторах, и использования их в фундаментальных нейрокогнитивных исследованиях желательны дополнительные исследования на выборках большего объема.

Финансирование работы

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 23-78-00010.

URL: <https://rscf.ru/project/23-78-00010/>

Ушаков В.Л. Когнитивные процессы и нейросетевые архитектуры головного мозга // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2023: труды VIII Всероссийской конференции. Нижний Новгород. 2023. С. 160-161.

Tang H. et al. A comprehensive survey of complex brain network representation // Meta-Radiology. 2023 P. 100046.

Yadav Y. et al. Discrete Ricci curvatures capture age-related changes in human brain functional connectivity networks // Frontiers in Aging Neuroscience. 2023. V. 15. P. 1120846.

Samal A. et al. Comparative analysis of two discretizations of Ricci curvature for complex networks // Scientific reports. 2018. V.8. №. 1. P. 8650.

Ni C. et al. Community detection on networks with Ricci flow // Scientific reports. 2019V. 9. P. 9984.

НЕЙРОСЕМАНТИЧЕСКИЕ КАРТЫ РУССКОГО ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ фМРТ-ИССЛЕДОВАНИЯ

Ушаков В.Л.^{1,2,3}

(tiuq@yandex.ru)

Носовец З.А.^{2,4,5}

(nosovets@phystech.edu)

Котов А.А.^{4,5}

(kotov@harpia.ru)

Зайдельман Л.Я.⁴

(laburnum-yz@yandex.ru)

Зинина А.А.^{4,5}

(anna.zinina.22@gmail.com)

Орлов В.А.⁴

(ptica89@bk.ru)

Карташов С.И.⁴

(sikartashov@gmail.com)

¹ *Институт перспективных исследований мозга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)*

² *Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Россия, Москва)*

³ *Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы (Россия, Москва)*

⁴ *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Россия, Москва)*

⁵ *Московский государственный лингвистический университет (Россия, Москва)*

Введение. В процессе онтогенетического развития происходит формирование субъективного опыта, нейрофизиологической основой которого являются множественные комбинации функциональных систем организма, отобранные в поведенческих актах взаимодействия с внешней средой или внутренних реплей процессах. Субъективный опыт состоит из сформированных понятий (квалий), которыми оперирует сознание человека в когнитивных процессах. В работе Александра Хута и его коллег [Huth et al.] с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) была предпринята попытка локализации нейросемантических категорий, которые формируются семантически сходными понятиями/квалиями, и было показано, что нейросемантическая репрезентация английского языка имеет широкую распределённость по коре головного мозга без явных признаков изначально ожидаемой левополушарной асимметрии. На основе теории функциональных систем П.К. Анохина и идей школы Системной психофизиологии можно предположить, что нейросемантические репрезентации должны иметь общемозговой характер распределения. Это было проверено в данной работе на текстах русского языка.

Методика. В экспериментах приняли участие 25 испытуемых (среди них 17 женщин): носители русского языка, студенты филологического факультета Российского государственного гуманитарного университета в возрасте 21-28 лет, правши без известной истории неврологических заболеваний. В качестве стимульного материала было выбрано пять текстов, повествования от первого лица: каждый фрагмент – это небольшая эмоциональная история из личной жизни автора. Тексты были записаны профессиональным диктором и устно представлены испытуемым на фМРТ-экспериментах. Время начала и окончания каждого слова в миллисекундах от начала текста было вручную размечено в программе ELAN. Для семантической разметки были отобраны слова-признаки: 500 наиболее часто встречающихся русских существительных и 497 наиболее часто встречающихся русских глаголов. Для каждого слова исходного текста вычислялась близость с каждым из слов-признаков по косинусной метрике векторов *word2vec* этих пар слов (использовалась готовая модель, полученная на основании текстов Национального корпуса русского языка и русской Википедии). Таким образом, каждое слово из текстов получило репрезентативный семантический вектор как совокупность близостей данного слова к каждому из 997 слов-признаков для

сопоставления с функциональными данными магнито-резонансного томографа (фМРТ).

Испытуемый помещался в МРТ-сканер Magnetom Verio 3Тл (Siemens, Германия) с головной катушкой, имеющей 32 канала и широким зевом сканера (диаметр – 75 см). При функциональной регистрации использовался ультрабыстрый многополосной протокол (Multi-Band Accelerated EPI Pulse Sequence, University of Minnesota Center for Magnetic Resonance Research). Регистрация функциональных данных осуществлялась для условия покоя (первые 8 минут) и при прослушивании стимульных текстов (примерно 20 минут). Данные фМРТ были получены со следующими параметрами: TR = 1010 мс, TE = 33 мс, 56 срезов, MB = 3, iPAT = 2, толщина среза = 2 мм, пространственное разрешение в каждом срезе = 2x2 мм, угол поворота = 90°, FOV = 192x192 мм. Построение семантической карты проводилось с помощью существенно модифицированного метода на основе работы [Huth et al.]. Для оценки матрицы весов, отражающей влияние временных рядов размеченного стимульного материала на временные ряды фМРТ-данных, использовалась регуляризованная линейная регрессия. С помощью метода главных компонент и иерархической кластеризации были выделены нейросемантические кластеры, соотносящие сходные семантические категории со сходными паттернами активности областей мозга. Эти кластеры далее были визуализированы в виде нейросемантических карт.

Результаты. Для текстов на русском языке была выявлена система 12 нейросемантических кластеров, характеризующихся единством семантической информации (внутрикластерное расстояние по *word2vec* не превышает 0.56). Для группы испытуемых были обнаружены как индивидуальные, так и общие паттерны активности (с точностью до 4 мм при перекрытии карт) областей мозга. Несмотря на уникальность субъективного опыта, наблюдаемая общность кластеров на групповом анализе вероятно связана со сходными нейрональными механизмами обеспечения когнитивного процесса понимания смысла текста. Локализация нейросемантических кластеров имела пространственно-распределённый характер по серому веществу коры, внутренних структур, структур мозжечка головного мозга (от 17 до 129 воксельных групп с мощностью от 5 до 43 вокселей в группе). Межполушарная асимметрия в нейросемантических картах отсутствует (разница в картах левого и правого полушария по всем зонам атласа не более 1.2%). Обнаружена фронтально-затылочная асимметрия нейросемантических кластеров – представленность нейросемантических карт в затылочных зонах выражена на 78.3% больше, чем во фронтальных. Широкая пространственная распространенность нейросемантических кластеров по головному мозгу подтверждает гипотезу об общемозговом характере формирования понятий/квалий.

Финансирование работы

*Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 22-11-00213,
<https://rscf.ru/project/22-11-00213/>*

Huth A. G., Heer W. A. de, Griffiths T. L., Theunissen F. E., Gallant J. L. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex // Nature. T. 532. №. 7600. P. 453-458.

Швырков В.Б. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики. М.: Институт психологии РАН, 1995. 162 с.

Александров Ю.И. Введение в системную психофизиологию // Психология XXI века. М.: Персе, 2003. С. 39-85.

Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. 448 с.

ЗАВИСИМОСТЬ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОТ РАЗМЕРОВ ТЕЛА

Федорова М.А.
(fdrv97@gmail.com)

Фарисенков С.Э.
(farisenkov@entomology.bio.msu.ru)

Полилов А.А.
(polilov@gmail.com)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Мозг микронасекомых – это одна из самых миниатюрных систем, способных к обработке и хранению информации. Количество нейронов у имаго мельчайших насекомых варьирует от 8622 у *Megaphragma viggianii* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [Makarova et al., 2022] до 24 572 у *Trichogramma telengai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [Makarova et al., 2021], что значительно меньше, чем у более крупных насекомых, – 960 000 у медоносных пчел [Menzel et al., 2001], не говоря о позвоночных, количество нейронов в мозгу которых не менее 10 000 000, как у взрослой данио-рерио [Hinsch et al., 2007].

Исследования мозга мельчайших насекомых могут привести к более глубокому пониманию принципов работы нейронных систем в условиях ограниченных ресурсов и вдохновить на разработку инновационных технологий в области обработки информации.

Преыдушие наши исследования показали способность к ассоциативному обучению и сохранению памяти у миниатюрных насекомых из разных отрядов – трипсов [Федорова и др., 2022], жуков [Polilov et al., 2019] и перепончатокрылых [Федорова и др., 2023; Fedorova et al., 2013]. Когнитивные способности микронасекомых не уступали таковым у животных с более крупным мозгом в аналогичных экспериментах, что говорит о способности миниатюрного мозга эффективно решать конкретные задачи не хуже более крупного мозга позвоночных.

В данном исследовании перед нами стояла задача пронаблюдать в динамике изменение когнитивных функций при изменении размеров тела.

Объектом исследования был выбран распространенный лабораторный объект – *Trichogramma telengai* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Это паразитические наездники, чьи личинки развиваются в яйцах бабочек. Нами было получено три линии *T. telengai* разного размера – линия среднего размера была получена стандартным способом разведения на зерновой моли *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera, Gelechiidae), типичном хозяине для разведения *T. telengai* в лабораторных условиях. Линия мелкого размера была получена за счет увеличения плотности насекомых, из-за чего происходило многократное перезаражение одного яйца несколькими хозяевами, что увеличивало количество насекомых в одном яйце. Более крупные особи были выведены в течение нескольких поколений на яйцах табачного бражника *Manduca sexta* (Lepidoptera, Sphingidae), чьи яйца значительно крупнее яиц зерновой моли.

Для сравнения скорости формирования ассоциативных связей и длительности сохранения следов памяти была сконструирована специальная термоарена с экраном вокруг, взявшая за основу принцип водного лабиринта Морриса. Ее конструкция и принцип работы были подробно описаны нами в статье Федоровой с соавторами (2022). На периферии арены находились 4 активно охлаждающихся участка с комфортной температурой. В ходе обучения в каждый момент времени охлаждался один участок, и в тестовой группе ему всегда соответствовал рисунок на экране в виде вертикальных полос. В контрольной группе комфортный участок и рисунок на экране переключались случайно. Слишком высокая температура на арене вынуждала насекомое искать комфортный участок. Насекомые тестовой группы учились находить комфортный участок по рисунку на экране, сокращая время случайного поиска.

Наши результаты показывают, что особи крупного размера обучаются не быстрее и сохраняют память не лучше, чем средние. Однако выведенные искусственным отбором мелкие особи показали более низкие когнитивные способности по сравнению с особями естественного размера.

Микронасекомые обладают самыми маленькими абсолютными объемами мозга среди животных, не утрачивая при этом сложности поведения – они способны к полету, поиску пищи и ориентации в трехмерном пространстве. Их способность сохранять полную функциональность мозга при необычайно малом количестве нейронов открывает возможности исследовать пределы

уменьшения мозга, что позволит в будущем применить биомиметический подход при разработке и оптимизации нейросетей.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (проект № 22-74-10008).

Федорова М.А., Фарисенков С.Э., Тимохов А.В., Полилов А.А. Ассоциативное обучение и память трипсов. Зоологический журнал. 2022. Т. 101. № 8. С. 1-12.

*Федорова М.А., Фарисенков С.Э., Тимохов А.В., Полилов А.А. Ассоциативное обучение и память наездников *Trichogramma telengai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Зоологический журнал. 2023. Т. 102. № 3. С. 284-290.*

*Fedorova M.A., Farisenkov S.E., Shcherbakova E.S., Polilov A.A. Long-term memory in the parasitoid *Trichogramma telengai* Sorokina, 1987 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Russian entomological journal. 2023. V. 32. № 4. P. 371-374.*

Hinsch K., Zupanc G.K.H. Generation and long-term persistence of new neurons in the adult zebrafish brain: A quantitative analysis. Neuroscience. 2007. V. 146. № 2. P. 679-696.

*Makarova A.A., Veko E.N., Polilov A.A. Metamorphosis of the central nervous system of *Trichogramma telengai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Arthropod Structure & Development. 2021. V. 60. 101005.*

*Makarova A.A., Veko E.N., Polilov A.A. Metamorphosis and denucleation of the brain in the miniature wasp *Megaphragma viggianii* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Arthropod Structure & Development. 2022.V. 70. 101200.*

Menzel R., Giurfa M. Cognitive architecture of a mini-brain: the honeybee. Trends in Cognitive Sciences. 2001. V. 5. № 2. P. 62-71.

*Polilov A. A., Makarova A. A., Kolesnikova U. K. Cognitive abilities with a tiny brain: Neuronal structures and associative learning in the minute *Nephanes titan* (Coleoptera: Ptiliidae). Arthropod Structure and Development. 2019. V. 48. P. 98-102.*

МАНИПУЛЯТИВНОСТЬ ПОЛИТИЧЕСКОГО ДИСКУРСА Д. ТРАМПА: НЕКОТОРЫЕ РЕЧЕВЫЕ МАРКЕРЫ

Федорова Ю.Г.
(julfedorova84@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Мариупольский государственный университет имени А.И. Куинджи»
(Мариуполь, Донецкая Народная Республика)

Манипуляция и манипулятивность – сложнейшие взаимоскоррелирующие феномены, исследованию которых посвящено множество трудов лингвистов, психологов, философов, социологов и специалистов других отраслей. В рамках психологии термин «манипуляция» в смысловом отношении весьма схож с термином «макиавеллизм»: «Макиавеллизмом западные психологи называют склонность человека манипулировать другими людьми в межличностных отношениях. Речь идет о таких случаях, когда субъект скрывает свои подлинные намерения; вместе с тем с помощью ложных отвлекающих маневров он добивается того, чтобы партнер, сам того не осознавая, изменил свои первоначальные цели» [Знаков]. Иными словами, с психологической точки зрения под манипуляцией целесообразно понимать совокупность интенциональных действий, направленных на то, чтобы объект манипуляции изменил свои исходные цели и/или установки. Специалисты в области когнитивной психологии принятия решений говорят о «фреймовом манипулировании», когда принимаемое субъектом решение и оценка последствий такого решения основываются на том фрейме или фреймах, которые были обозначены при постановке проблемы, т.е. способ постановки проблемы сам по себе обладает высоким манипулятивным потенциалом [Shafir, Tversky, с. 607; см. также: Tversky, Kahneman].

В терминах лингвистики манипуляция описывается как «совокупность речевых действий и языковых средств, с помощью которых адресант оказывает некое воздействие на адресата в своих собственных целях. Причем, <...> это влияние может не иметь мгновенного успеха и проходит незамеченным для объекта воздействия» [Савельева]. Следовательно, манипулирование можно рассматривать как скрытую, интенционально используемую коммуникативную стратегию.

Одним из важнейших условий успешной манипуляции, по мнению специалистов в психологии коммуникативного взаимодействия, является общность когнитивного багажа субъекта и объектов данного процесса. Без общего фонда знаний, в пределах которых, как правило, и происходит манипуляция, этот процесс, по всей видимости, вряд ли возможен: «... if someone tries to manipulate you by controlling your thoughts and ideas, that person will have to know what you know and more» [Dennett, с. 50].

В настоящем исследовании мы рассмотрим некоторые речевые средства, которые, как нам представляется, маркируют использование стратегии манипуляции в речах 45-го президента США Д. Трампа.

Публичные выступления Д. Трампа-политика неоднократно становились объектом лингвистического анализа, в том числе в рамках проведения критического дискурс-анализа его речей. Исследователи его выступлений неоднократно обвиняли его в манипуляциях массовым сознанием [см., в частности: Sosteric], среди прочего – посредством постов в социальной сети «Twitter» [Donzelli]. Дж. Макинтош образно охарактеризовала эпоху публичных политических выступлений Д. Трампа как «лингвистическую чрезвычайную ситуацию» [McIntosh].

Рассмотрим следующий иллюстративный, на наш взгляд, пример:

(1) **The unemployment rate among African Americans is the lowest in the history of our country.** Unemployment among Hispanic Americans, where we're doing really well, you know why? Because ***they want*** a strong ***border***. ***They want*** it because they understand the ***border*** better than anybody.

They want that strong border. They want that wall that's being built right now. ***They want want criminals coming in. They don't want crime coming, they don't want*** to lose their jobs. They like the fact that ***their salaries are going up, their wages are going up***, they understand it better. So Hispanic American, ***the best unemployment numbers in our history***, Asian Americans, ***the best unemployment numbers in our history*** [Donald Trump Speech Transcript at Greenville, North Carolina Rally 'MAGA' Event].

Как отмечает Х. Мадуй, манипулятивность в дискурсе Д. Трампа зачастую строится на популистском посыле, который декларируется без каких-либо серьезных доказательств [Madoui]. Именно с такого популистского посыла начинается и анализируемый отрывок: Д. Трамп постули-

рует рекордное снижение показателей безработицы среди американцев африканского и испанского происхождения. Констатация этого факта (по мнению говорящего) обрамляет приведенный отрывок, фигурируя как в его начале, так и в конце. Единственной же причиной «победы над безработицей» политику видится успешное строительство его детища – стены на границе между США и Мексикой. К настойчивой аргументации необходимости завершения строительства этой стены Д. Трамп переходит сразу же после вербализации посыла. Показательно, что средства аргументации у американского президента достаточно ограничены, но используются частотно для продвижения выгодной ему повестки; это многочисленные анафорические и эпифорические повторы, синтаксический параллелизм, использование синонимичных существительных в синтаксически параллельных конструкциях для усиления смысловой значимости. Повтор исходного посыла в конце отрывка также маркирован использованием повтора по аналогии с аргументативной частью.

Сходное распределение маркеров манипулятивности наблюдается и в следующем отрывке из выступления политика перед офицерами полиции в Нью-Йорке:

(1) So we're going to secure our border against illegal entry, and we will build the **wall**. That I can tell you. In fact, last night, you don't read about this too much, but it was approved, 1.6 billion for the phase one of the **wall**, which is not only design but **the start of construction** over a period of about two years, but **the start of construction** for a **great border wall**. And we're going to build it. The **wall** is **vital**, and **vital** as a tool for ending the humanitarian disaster... <...>

We need a wall. **We** also **need** it though for the drugs, because the drugs aren't going through walls very easily, especially the walls that I build. **I'm a very good builder**. You people know that better than most because you live in the area. That's why I'm here. We'll **build a good wall**. We're going to **build a real wall**. We're going to **build a wall that works**, and it's going to have a huge impact on the inflow of drugs coming across [Donald Trump Speech Transcript on Gang Violence to Law Enforcement Officers].

Популистским посылом, после вербализации которого Д. Трамп вновь прямо переходит к настойчивой аргументации необходимости возведения пограничной стены, в данном случае выступает постулирование огромного ущерба, который наносит благосостоянию и жизни американских граждан деятельность наркокартелей. Приемы аргументации в анализируемом отрывке весьма напоминают приемы, использованные в примере (1): многочисленные повторы существительного *wall* в различных позициях, анафорические и эпифорические повторы, синтаксический параллелизм, подхват.

Таким образом, как демонстрируют приведенные примеры, являющиеся типичными для исследуемого политического дискурса, манипулятивность в публичных выступлениях Д. Трампа представляет собой скрытую, интенционально используемую коммуникативную стратегию, имплементируемую по определенной схеме с использованием определенного реестра речевых средств, которые могут рассматриваться как маркеры имплементации стратегии манипулирования.

Знаков В.В. Методика исследования макиавеллизма личности // Сибирский психологический журнал. 2001. № 14-15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodaka-issledovaniya-makiavellizma-lichnosti>.

Савельева И.В. Манипулятивность в обыденном политическом дискурсе // СибСкринт. 2015. № 4-4 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/manipulyativnost-v-obydennom-politicheskom-diskurse>.

Dennett D.C. *Can Machines Think* // *Foundations of Cognitive Psychology* / Ed. by D.J. Levitin. NY: The MIT Press, 2002. P. 34-54. URL: <https://doi.org/10.7551/mitpress/3080.003.003>.

Donald Trump Speech Transcript at Greenville, North Carolina Rally 'MAGA' Event. URL: <https://www.rev.com/blog/transcripts/donald-trump-maga-event-speech-transcript-north-carolina-rally>.

Donald Trump Speech Transcript on Gang Violence to Law Enforcement Officers. URL: <https://www.rev.com/blog/transcripts/donald-trump-speech-transcript-gang-violence-law-enforcement-police>.

Donzelli A. *On Metapragmatic Gaslighting: Truth and Trump's Epistemic Tactics in a Plague Year* // *Signs and Society*. Vol. 11. № 2. P. 173-200. URL: <https://doi.org/10.1086/724084>.

Madoui Kh. *Presidential Gaslighting and the Assault of the Mind: Rhetoric and Manipulation in the Speech of Trump* // *دکريّة افاق*. 2022. № 10 (2). P. 417-432.

McIntosh J. *The Trump Era as a Linguistic Emergency* // *Language in the Trump Era: Scandals and Emergencies* / Ed. by J. McIntosh & N. Mendoza-Denton. Cambridge: Cambridge University Press, 2020. P. 1-46.

Shafir E., Tversky A. Decision Making // Foundations of Cognitive Psychology / Ed. by D.J. Levitin. NY: The MIT Press, 2002. P. 601-620. URL: <https://doi.org/10.7551/mitpress/3080.003.0039>.

Sosteric M. Trump's Manipulation of Public Consciousness. URL: <https://theconversation.com/trumps-manipulation-of-mass-consciousness-88435>.

Tversky A., Kahneman D. The Framing of Decisions and the Psychology of Choice // Science. 1981. № 211. P. 453-458.

ЖИВОТНЫЕ МОДЕЛИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПАТОЛОГИЙ СЕТЧАТКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОТЕЗИРОВАНИЯ СЕТЧАТКИ

Фирсов М.Л.

(michael.firsov@gmail.com)

*Институт эволюционной физиологии и биохимии
имени И.М. Сеченова РАН (Санкт-Петербург, Россия)*

Животные модели нейродегенеративных патологий сетчатки являются распространенным инструментом для изучения болезней сетчатки и для создания технологий, позволяющих лечить или протезировать сетчатку на определенных стадиях развития патологии. Животные модели могут иметь естественное происхождение или быть искусственно созданы, они достаточно хорошо воспроизводят генетику человеческого заболевания, а также вызывают сходные фенотипические состояния потери зрения. Важность этих моделей включает несколько аспектов. Животные модели дают богатый спектр генов-мишеней тех или иных патологий. Это делает возможным изучение патологии и клеточной биологии мутировавшего гена и его генного продукта. И наконец, модель позволяет тестирование схем лечения на эффективность и безопасность. Рецессивные модели дегенерации сетчатки у млекопитающих известны давно, их архетипами являются мыши rd1, rds и крыса RCS. Известны также природные формы наследственной дегенерации сетчатки у собак (ирландский сеттер) и у абиссинских кошек. Тем не менее репертуар естественных моделей ограничен, поэтому за последние десятилетия создан впечатляющий набор искусственных биоинженерных моделей животных, которые имитируют человеческие заболевания и являются прекрасными объектами для дальнейшего изучения болезни, создания новых технологий лечения и протезирования и проведения доклинических испытаний эффективности и безопасности.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-00264-24-00.

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ С ПОМОЩЬЮ АФФИКСАЛЬНОЙ ГИПЕРАДРЕСАЦИИ

Сулейманов Дж.Ш.
(*dvdt.slt@gmail.com*)

Фридман А.Я.
(*fridman@iimm.ru*)

Гильмуллин Р.А.
(*rinatgilmullin@gmail.com*)

Институт прикладной семиотики Академии наук Республики Татарстан (Казань, Россия)

*Институт информатики и математического моделирования им. В.А. Путилова федерального
исследовательского центра «Кольский Научный Центр РАН» (Апатиты, Россия)*

Основываясь на идеях лингвистической семантики Ю.Д. Апресяна [Апресян] о первостепенной важности задачи семантического анализа информации и необходимости осуществлять её «...на особом «интеллектуальном языке-идентификаторе»...», который строится в основном на базе обычного языка, но может содержать и такие слова..., которые не имеют прямых семантических соответствий в естественном языке», в работе [Сулейманов и др.] предложено строить системы моделирования естественных языков (ЕЯ) на базе технологического инструментария вербализации и распознавания смысла, состоящего из семиотических моделей лексико-грамматических средств ЕЯ. Такой подход представляется особенно перспективным для агглютинативных языков, его предполагается реализовать на примере татарского языка. Математический аппарат подобных систем моделирования целесообразно реализовать на основе строгого теоретико-множественного аппарата, разработанного О.М. Поляковым в серии публикаций о лингвистической модели данных (например, [Поляков]), а программно-алгоритмическое наполнение системы развивать в рамках децентрализованного подхода Г.С. Цейтина [Цейтин] с учётом прагматически-ориентированной структуры лингвистических моделей, предложенной Дж.Ш. Сулеймановым (например, [Сулейманов]).

В настоящей работе рассматриваются возможности повышения эффективности обработки информации в описанной парадигме за счёт уникальной характеристики агглютинативных естественных языков (АЕЯ), которая до сих пор не использовалась в компьютерных приложениях, – лексико-грамматическом потенциале таких языков (и особенно – специфике аффиксальных морфем) при разработке формализмов для описания когнитивного пространства. По мнению авторов, первопричина проблем низкой эффективности решения задач обработки ЕЯ заключается в структуре языков и систем программирования, построенных на информационно-бедных подмножествах флективных ЕЯ, которые не обеспечивают требуемой гибкости при учёте контекстов различных типов. В результате существующие системы обработки ЕЯ ориентированы преимущественно на решение коммуникативных задач, а не когнитивных.

Традиционно структурирование семантических моделей основывается на корневых морфемах, на множествах которых определяются многочисленные отношения и операции, используемые на различных уровнях работы с ЕЯ. Такой подход ещё допустим при построении некоторой базовой модели ЕЯ из-за отсутствия в ней быстро меняющихся параметров, но становится неприемлемым при моделировании коммуникационных актов, где контексты требуют модификации фокуса обработки знаний в реальном времени, что не реализуемо на современных вычислительных мощностях. Для этого не подходят и популярные сегодня нейронные сети, поскольку они не гарантируют полноты и точности выборки релевантных данных и знаний, а также неэффективны для обучения в условиях нечетких и динамически меняющихся данных, описываемых АЕЯ.

На наш взгляд, существенное повышение быстродействия систем моделирования ЕЯ для представленных выше задач достижимо при реализации в них ситуационного подхода [Поспелов] и его конкретизации [Fridman], гарантирующих полноту и минимальность формирования фокуса внимания системы моделирования за счёт структурирования семантического уровня модели ЕЯ с использованием морфологических возможностей аффиксальных морфем АЕЯ в выражении модальностей и других видов контекста. Как показывают исследования [Сулейманов и др., 2021; Сулейманов, 1998], татарский язык максимально соответствует в плане внедрения этой функци-

ональности в систему моделирования за счет таких свойств, как: регулярная, почти автоматная морфология, обеспечивающая кодирование семантически сложной информации; фиксированная позиция аффиксов; компактность именных и глагольных групп; морфологический эллипсис и рекурсия; проактивность аффиксальных морфем; морфологическое выражение неопределенности, нечетких действий и команд, легко восстанавливаемых в контексте, и других особенностей, перспективных при построении гибких (agile) систем моделирования ЕЯ.

Видимо, наиболее общим способом метризации решения различных задач, возникающих при обработке ЕЯ, сегодня являются концептуальные пространства (например, [Gärdenfors]), широко применяемые для построения категорий и таксономий. Этот подход создаёт удобную среду работы с контекстами и модальностями, в частности позволяет «надстраивать» основные структуры семантической модели АЕЯ средствами «гиперадресации»: аппаратом ускоренного доступа к базам данных и знаний с целью оперативного формирования (в реальном времени, по мере развития коммуникационного акта) контекстно-полного массива информации, гарантирующего поиск решения, которое приемлемо для всех участников коммуникации.

Таким образом, выше изложены основные особенности ситуационной системы моделирования АЕЯ, фундаментальное отличие которой от существующих систем состоит в применении аффиксальных морфем как «переключателей» с одного типа концепта на другой или быстрого определения значения концепта в условиях многозначности с целью максимально быстрого сужения массива данных и знаний, требующегося для полного «фокусирования» системы на области реализации текущего процесса общения.

Кроме непосредственного решения сформулированной здесь задачи, представленный подход перспективен для исследований по управляемости искусственного интеллекта человеком и по созданию ИИ, интерпретируемого и интерпретирующего свои решения, а также созданию «общего здравого смысла», «общей ментальности», «общей картины мира» человека и ИИ.

Финансирование работы

Разработка поддержана Фондом научных исследований (проект № 23-21-10083).

Апресян Ю.Д. Избранные труды, том I. Лексическая семантика: 2-е изд., испр. и доп. М.: Школа «Языки русской культуры», Издательская фирма «Восточная литература», 1995.

Сулейманов Дж.Ш., Фридман А.Я., Гильмуллин Р.А., Кулик Б.А. Системный анализ задачи моделирования естественного языка // Труды Кольского научного центра РАН, серия «Информационные технологии». 2021. вып. 5. С. 57-66.

Поляков О.М. Лингвистическая модель данных для естественных языков и искусственного интеллекта. Часть 5. Введение в логику. Дискурс; 2020.6(3). С. 109-117.

Цейтин Г.С. О соотношении естественного языка и формальной модели. Архив АН СССР. Работа в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика». 1980.

Сулейманов Дж.Ш. Обработка ЕЯ-текстов на основе прагматически-ориентированных лингвистических моделей // Сб. под ред. Соловьева В.Д.: Обработка текста и когнитивные технологии. Вып. 3. Труды научного семинара «Когнитивное моделирование». 1998. С. 205-212.

Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М: Наука. 1986.

Fridman A. Situational Modeling: Definitions, Awareness, Simulation. USA: Nova Science Publishers, Inc. 2023.

Gärdenfors P. The Geometry of Meaning: Semantics Based on Conceptual Spaces. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.

УСТНЫЙ ДИСКУРС ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ ПО УДАЛЕНИЮ ОПУХОЛЕЙ МОЗГА: АНАЛИЗ ДИНАМИКИ

Худякова М.В.^{1,2}
(mkhudyakova@hse.ru)

Антонова Н.Ю.¹
(natalie.eskadron@gmail.com)

Нелюбина М.С.²
(marnelyubina@gmail.com)

Сурова А.С.¹
(asurova909@gmail.com)

Гронская Н.Э.¹
(ngronskaya@hse.ru)

Миннигулова А.Ш.²
(alinaminnigulovahouse@gmail.com)

Яшин К.С.³
(jashinmed@gmail.com)

Медяник И.А.³
(med_neuro@inbox.ru)

Зуев А.А.⁴
(mosbrain@gmail.com)

Копачев Д.Н.⁵
(dmkopachev@gmail.com)

Драгой О.В.^{2,6}
(odragoy@hse.ru)

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(Нижний Новгород, Россия)

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

³ Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия)

⁴ Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия)

⁵ Научный центр неврологии (Москва, Россия)

⁶ Институт языкознания РАН (Москва, Россия)

Органические поражения речевых зон мозга вследствие опухоли или ее резекции могут приводить к системному нарушению речи, которое значительно ухудшает качество жизни. В клинической практике для оценивания речевых компетенций пациентов с нарушениями речи, как правило, используют два основных подхода – выполнение речевых тестов и оценка спонтанной речи.

Как правило, по результатам стандартизированного тестирования нарушения речи, возникающие после нейрохирургического удаления опухоли головного мозга часто носят временный характер и исчезают через несколько месяцев после операции [Wilson et al.]. Однако трудности в повседневном общении сохраняются и после операции, что напрямую влияет на качество жизни пациента [Cherney et al.; Rapagno et al.]. Анализ связной речи может быть более чувствительным и всеобъемлющим, чем формальные языковые тесты.

На сегодняшний день недостаточно исследований связной речи людей с опухолями головного мозга до и после операции. В ряде исследований обнаружили ухудшение показателей устного дискурса через 3 и 12 месяцев после операции, в то время как стандартизированное тестирование показывало возвращение показателей на дооперационный уровень у всех пациентов [Satoer et al.] или у некоторых пациентов. Напротив, Rofes и его коллеги [Rofes et al.] обнаружили сопоставимые показатели выявления языковых нарушений с помощью стандартизированных тестов и анализа речи и предполагают, что формальное тестирование является лучшим вариантом.

Мы представляем анализ параметров дискурса разных типов у пациентов до и непосредственно после резекции опухоли мозга, а также в отсроченном послеоперационном периоде в сравнении с дискурсом контрольной группы.

Метод. Для анализа были отобраны образцы устного дискурса из корпуса 3D (Discourse

Diversity Database, [Khudyakova et al.] – 52 пациентов, которым была проведена операция по удалению опухоли мозга (22 женщины, средний возраст – 47,54, SD = 14,76, от 19 до 72 лет) и 86 неврологически здоровых носителей языка (58 женщин, средний возраст – 46,37, SD = 19,22, от 18 до 81 года).

У всех участников были собраны аудиозаписи трех дискурсивных типов: рассказы по серии рисунков, истории о случае из жизни и инструкции по серии рисунков. Образцы дискурса у пациентов были собраны непосредственно до операции, непосредственно после и в отсроченном послеоперационном периоде (3-4 месяца после операции).

Для анализа были извлечены следующие дискурсивные метрики: количество слов, количество ЭДЕ, полный темп речи (слогов в минуту), артикуляторный темп речи (слогов в минуту), медианная длина паузы, количество слов в ЭДЕ, доля ошибок, доля слов значимых частей речи, доля функциональных слов, доля ЭДЕ, относящихся к теме дискурса.

Результаты. Для каждой временной точки и для каждого параметра дискурса был проведен линейный регрессионный анализ с факторами группы (пациент или здоровый рассказчик), типа дискурса (рассказ по рисункам, личная история или инструкция) и их взаимодействия. Для параметров «доля ошибок» и «доля ЭДЕ, относящихся к теме дискурса» было проведено сравнение с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Мы обнаружили значимые различия между группами по всем параметрам в точках до операции и непосредственно после операции, в отсроченном послеоперационном периоде различия между группами не выявлены только по таким параметрам, как количество ЭДЕ и медианная длина незаполненной паузы. Также во всех временных точках было выявлено значимое влияние типа дискурса на все параметры, кроме длины паузы. Взаимодействие между группой и типом дискурса было выявлено в некоторых точках для общего числа слов, общего числа ЭДЕ, общего и артикуляторного темпа речи, количества слов в ЭДЕ и доли функциональных слов.

Таким образом, сравнение характеристик дискурса у групп нормы и пациентов выявило дефицит на всех языковых уровнях у пациентов по сравнению с группой нормы и до, и после операции.

Финансирование работы

Доклад подготовлен в результате исследования в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Cherney L.R., Patterson J.P., Raymer A., Frymark T., Schooling T. Evidence-Based Systematic Review: Effects of Intensity of Treatment and Constraint-Induced Language Therapy for Individuals with Stroke-Induced Aphasia. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2008. 51(5). P. 1282-1299.

Khudyakova M., Antonova N., Nelubina M., Surova A., Vorobyova A., Minnigulova A., Gronskaya N., Yashin K., Medyanik I., Shishkovskaya T., Ryazanskaya G., Zuev A., Dragoy O. Discourse Diversity Database (3D) for Clinical Linguistics Research: Design, Development, and Analysis. Bakhtiniana: Revista de Estudos Do Discurso 18. 2023.

Papagno C., Casarotti A., Comi A., Gallucci M., Riva M., Bello L. Measuring clinical outcomes in neuro-oncology. A battery to evaluate low-grade gliomas (LGG). Journal of Neuro-Oncology, 2012. 108(2). P. 269-275.

Rofes A., Talacchi A., Santini B., Pinna G., Nickels L., Bastiaanse R., Miceli G.. Language in individuals with left hemisphere tumors: Is spontaneous speech analysis comparable to formal testing? Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology . 2018. 40(7). P. 722-732.

Satoer D., Vincent A., Ruhaak L., Smits M., Dirven C., & Visch-Brink E. Spontaneous speech in patients with gliomas in eloquent areas: Evaluation until 1 year after surgery. Clinical Neurology and Neurosurgery. 2018. 167(February). P. 112-116.

Satoer D., Vincent A., Smits M., Dirven C., & Visch-Brink E. Spontaneous speech of patients with gliomas in eloquent areas before and early after surgery. Acta Neurochirurgica. 2013. 155(4). P. 685-692.

Wilson S.M., Lam D., Babiak M.C., Perry D.W., Shih T., Hess C.P., Berger M.S., Chang E.F. Transient aphasias after left hemisphere resective surgery. Journal of Neurosurgery. 2015. 123(3). P. 581-593.

THE COGNITIVE ROLE OF CINEMATIC EPIGRAPHS IN CONSTRUCTING THE DIRECTOR'S CONCEPTUAL FRAMEWORK

Tsybina T.A.
(tsybina@pgu.ru)

Pyatigorsk State University (Pyatigorsk, Russia)

Cinematic epigraphs, as intertextual and paratextual elements, play a crucial role in shaping the conceptual framework of a film and guiding audience perception. These epigraphs function as cognitive anchors, activating cultural, philosophical, and narrative schemas and inviting the viewer into a deeper interpretative engagement with the film's content (Kristeva, 1980; Genette, 1997).

Relevance to Cognitive Science

From a cognitive perspective, cinematic epigraphs contribute to the semiotic landscape of a film by blending visual and textual elements, thereby enabling a layered interpretation of meaning (Chandler, 2007). They align with Bakhtin's (1986) concept of dialogism, creating a dynamic interaction between the director's vision and the audience's cultural and intellectual background.

Methodology

This study examines the cognitive functions of cinematic epigraphs in English-language films through the lens of intertextuality and discourse analysis. Key points of analysis include:

1. **Narrative coherence:** The role of epigraphs in establishing thematic and structural connections within the film (Genette, 1997).
2. **Intertextual engagement:** How epigraphs draw upon and reshape cultural codes, resonating with Barthes' (1977) notion of myth and text.
3. **Cognitive load:** The impact of epigraphs on audience comprehension and memory retention, particularly in complex narrative structures.

Results and Discussion

Preliminary findings reveal that cinematic epigraphs often serve dual functions: providing interpretative guidance and enhancing narrative complexity. For example, epigraphs in films like *American Gods* (Gaiman, 2001) exemplify the intersection of myth and modernity, enriching the viewer's understanding of the narrative's conceptual underpinnings. Such epigraphs function as semiotic markers, linking the film to broader cultural and philosophical discourses (Baudrillard, 1988; Barthes, 1972).

Additionally, the use of epigraphs as cognitive cues aligns with Lakoff and Johnson's (1980) theory of conceptual metaphors, wherein textual references act as bridges between abstract concepts and the audience's lived experiences.

Conclusion

Cinematic epigraphs transcend their decorative purpose, becoming integral to the director's conceptual strategy. By intertwining textual, visual, and cultural elements, they foster a richer cognitive and interpretative experience, making them a vital tool for interdisciplinary research in cognitive science, semiotics, and film studies.

*Bakhtin, M. (1986). *Speech Genres and Other Late Essays*. Austin: University of Texas Press.*

*Barthes, R. (1977). *Image – Music – Text*. London: Fontana.*

*Baudrillard, J., Poster, M. (ed.) (1988). *Selected Writings*. Cambridge: Polity Press.*

*Genette, G. (1997). *Paratexts: Thresholds of Interpretation*. Lincoln NE: University of Nebraska Press.*

*Kristeva, J. (1980). *Desire in Language: A Semiotic Approach to Literature and Art*. New York: Columbia University Press.*

*Lakoff, G., Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.*

СПОСОБНЫ ЛИ СЕРЫЕ ВОРОНЫ ПОНЯТЬ СТРУКТУРУ ПРОТООРУДИЙНОЙ ЗАДАЧИ НА ПОДТЯГИВАНИЕ ПОДНОСА ПРИ ПОМОЩИ ВЫСКАЛЬЗЫВАЮЩЕЙ ВЕРЕВКИ?

Чеплакова М.А.
(mair.biol@gmail.com)

Смирнова А.А.
(annsmirn1@gmail.com)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Москва, Россия)

При сравнительных исследованиях когнитивных способностей животных встает вопрос о механизмах решения тех или иных экспериментальных задач: обусловлено ли их решение простыми ассоциативными механизмами, или же в него вовлечены более сложные когнитивные процессы, приводящие к пониманию структуры экспериментальной задачи и лежащих в ее основе причинно-следственных связей, что позволяет справляться с ее новыми вариантами. В связи с этим важна разработка комплексов экспериментальных задач, позволяющих оценить механизм их решения.

В протоорудийных задачах орудие заранее совмещено или соединено с приманкой. Ранее мы обнаружили, что некоторые серые вороны (*Corvus cornix*) и обыкновенные вороны (*Corvus corax*) способны спонтанно, т.е. без длительного обучения, справиться со сложными вариантами классических протоорудийных задач на подтягивание приманки при помощи веревки, для решения которых не применимы простые ассоциативные механизмы [Багоцкая и др., 2010].

Одну из протоорудийных задач (задачу на подтягивание подноса при помощи выскользывающей веревки) применяют для исследования способности животных к кооперации (например, [Henaneu et al., 2017]). Перед тестом на кооперацию животных обучают ее решению, однако не оценивают, понимают ли они ее структуру. Нам известен лишь один случай использования таких задач для исследования наглядно-действенного мышления животных: в работе С.Л. Новоселовой шимпанзе с такой задачей спонтанно не справились, но смогли обучиться ее решению [Новоселова, 2001].

Целью данного исследования было выяснить, могут ли серые вороны спонтанно справиться с тремя типами задач на подтягивание подноса с приманкой при помощи выскользывающей веревки. Если нет, обучить их ее решению и выяснить, чему именно они обучаются: ассоциативным правилам, применимым только к конкретному варианту задачи, или же они способны понять общую структуру этих задач.

Для этого исследования были отобраны вороны, способные справиться со сложным вариантом классической протоорудийной задачи. С шестью отобранными воронами провели первый тест, в котором к одному из концов пропущенной через петли в подносе веревки был привязан объект (далее – ограничитель), который не давал веревке выскользнуть из петель. Подтянуть поднос можно было только за конец без ограничителя. В каждой из 30 тестовых проб использовали новый ограничитель. Ни у одной из ворон доля правильных решений не превышала случайный уровень ($p > 0,05$; биномиальный тест), поэтому далее всех птиц обучили ее решению. В качестве ограничителя использовали узел. Для достижения критерия обученности (9 правильных выборов в 10 последовательных пробах) птицам потребовалось от 18 до 309 проб.

Далее повторно провели тест с 30 разными ограничителями. Три вороны из шести с ним справились – достоверно чаще выбирали конец веревки без ограничителя. Еще две птицы справились с этим тестом после дополнительного обучения с тремя новыми ограничителями. Для достижения критерия обученности (20 правильных выборов в 24 последовательных пробах) им потребовалось 420 и 453 пробы. Тот факт, что вороны после обучения с одним или тремя типами ограничителей справляются с тестом с 30 новыми ограничителями, свидетельствует либо о том, что птицы усвоили ассоциативное правило: «тяни за конец веревки без ограничителя», либо прослеживали перемещение веревки в петлях и поняли роль ограничителя и структуру этой задачи.

Несмотря на полученный ранее опыт, ни одна из ворон ни разу не подтянула поднос в следующем тесте, в котором ограничителя не было – поднос можно было подтянуть только потянув за два конца веревки одновременно. Это свидетельствует о том, что ранее они не прослеживали перемещение веревки в петлях. Четырех ворон удалось обучить решению этой задачи. Для этого им потребовалось от 105 до 243 проб. Для того чтобы выяснить, поняли ли птицы в результате этого обучения структуру задачи на подтягивание подноса при помощи выскользывающей веревки,

провели заключительный тест с дополнительной короткой веревкой, размещенной параллельно концам длинной, но не соединенной с подносом (ее размещали слева, справа или между концами длинной веревки). В этой ситуации, для того чтобы подтянуть поднос, нужно было тянуть за концы длинной веревки, пропущенной через петли в подносе.

Все вороны нашли неожиданный для нас способ решения этой задачи — в некоторых пробах они подтягивали поднос одновременно за все три конца. Анализ тех проб, в которых птицы подтягивали поднос за два конца, показал, что одна из ворон достоверно чаще (21 из 34, $p=0,0008$) выбирала концы соединенной с подносом веревки, что может свидетельствовать о понимании ей структуры этой задачи. Все четыре вороны достоверно чаще выбирали концы пропущенной через петли в подносе длинной веревки в тех пробах, в которых короткая, не связанная с подносом веревка, была размещена слева или справа от концов длиной (16/25, $p=0.002$; 11/19, $p=0.024$, 14/23, $p=0.007$; 20/33, $p=0.001$).

В целом полученные результаты указывают на то, что ранее полученный опыт, вероятно, позволил некоторым воронам понять структуру задачи на подтягивание подноса при помощи выскальзывающей веревки. Разработанный нами новый комплекс протоорудийных задач дополняет спектр методов, применимых для широких сравнительных исследований наглядно-действенного мышления животных разных видов.

Финансирование работы

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №23-28-00364).

Багоцкая М.С., Смирнова А.А., Зорина З.А. Сравнительное исследование способности врановых птиц к решению задачи на добывание подвешенной приманки // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова. 2010. 60. 3. С. 321-329.

Новоселова С.Л. Развитие интеллектуальной основы деятельности приматов. М.: Моск. психолого-социальный институт, 2001. 288 с.

Heaney M., Gray R., Taylor A. Keas Perform Similarly to Chimpanzees and Elephants when Solving Collaborative Tasks. PloS one. 2017. 12. 2. P. e0169799.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПАРАДИГМ фМРТ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФЕНОМЕНА «СКРЫТОГО СОЗНАНИЯ» У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ СОЗНАНИЯ

Черкасова А.Н.^{1,2}

(cherka.sova@mail.ru)

Яцко К.А.¹

(ksenii.a.ilina@gmail.com)

Ковязина М.С.^{1,2,3}

(kms130766@mail.ru)

Варако Н.А.^{1,2,3}

(nvarako@mail.ru)

Кремнева Е.И.¹

(moomin10j@mail.ru)

Кротенкова М.В.¹

(krotenkova_mrt@mail.ru)

Рябинкина Ю.В.¹

(ryabinkina11@mail.ru)

Супонева Н.А.¹

(nasu2709@mail.ru)

Пирадов М.А.²

(center@neurology.ru)

¹ Научный центр неврологии (Москва, Россия)

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

³ Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований (Москва, Россия)

Введение. Феномен «скрытого сознания» был описан в литературе последних десятилетий у небольшой группы пациентов с хроническими нарушениями сознания (ХНС). Он подразумевает расхождение между данными поведенческой оценки таких пациентов и результатами инструментальных исследований. Одним из методов, применяемых с целью выявления этого феномена, является функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) с парадигмами (заданиями). Большая часть используемых парадигм была предложена для англоязычной популяции пациентов. В России подобные работы единичны. В связи с этим нами было проведено оригинальное исследование, направленное на разработку и применение комплекса парадигм фМРТ для диагностики феномена «скрытого сознания» у пациентов с ХНС.

Методы. Разработка парадигм фМРТ осуществлялась на основе данных нейропсихологии и представленных в литературе исследований. Предложенный комплекс был апробирован на группе из 10 здоровых добровольцев. Затем он предъявлялся 10 пациентам с ХНС, 6 из которых соответствовали вегетативному состоянию / синдрому ареактивного бодрствования (ВС/САБ), 4 – состоянию минимального сознания «минус» (СМС «-»). Исследование проводилось на томографе Siemens MAGNETOM Verio, 3 Тл. Для обработки данных фМРТ использовался статистический пакет SPM12.

Результаты. Предложенный авторами комплекс включает 12 парадигм: 9 пассивных, направленных на восприятие стимулов разных модальностей (соматосенсорной, слуховой неречевой и речевой), в том числе эмоционально насыщенных и персонифицированных, и 3 активных, направленных на побуждение к выполнению определенных инструкций. По итогам его апробации на здоровых добровольцах было выделено 6 парадигм, продемонстрировавших значимую активацию в среднем по группе нормы. Наиболее воспроизводимыми на уровне отдельного субъекта оказались слуховые речевые парадигмы с предъявлением фрагмента из фильма, содержащего оценочную лексику, и имени в рамках эффекта «коктейльной вечеринки». Среди выборки пациентов с ХНС было выявлено 5 человек (1 – в ВС/САБ и 4 – в СМС «-»), имеющих активацию, частично совпадающую со среднегрупповой у здоровых людей, в некоторых пассивных парадигмах.

Заключение. Парадигмы фМРТ, разработанные авторами для отечественной популяции, позволили выявить феномен «скрытого сознания» у 1 пациента в ВС/САБ и подтвердить наличие отдельных проявлений сознания у 4 пациентов в СМС «-».

ПОДХОД К ПОНЯТИЯМ «СОЗНАНИЕ», «МОЗГ» И «РАЗУМ» С ПОЗИЦИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Чернавская О.Д.
(olgadmitcher@gmail.com)

Физический Институт им. П. Н. Лебедева, РАН (Москва, Россия)

1. Единого устоявшегося определения понятия «*Сознание*» нет. Точнее, есть несколько разных пониманий, от медицинского «быть в сознании» до философски-неопределенного «отражение действительности». Причем в англоязычной традиции «Сознание» связывают *только* с человеческим мышлением («*a person's mind and thoughts*» [Britannica]), а в русскоязычной «Со-знание» подразумевает «знание + нечто».

В последнее время вопрос «что есть Сознание» приобрел особую остроту в связи с дискуссией о том, имеется ли оно у Large Language Model (LLM), в частности у Generative Pre-trained Transformer (GPT) (см. [Chalmers], [Lee], [Анохин] и ссылки там же). Могут ли обладать «Сознанием» искусственные системы? Мы предлагаем подойти к этой проблеме с позиций теории Сложных Развивающихся Систем (СРС) [Graeme], [Prigogine, Nicolis] и ее специальной ветви, Динамической Теории Информации (ДТИ) [Haken], [Чернавский, 2009].

2. Выбор определения зависит от области его применения, аппарата и цели исследования. Теория СРС возникла в середине-конце XX века в связи с изучением многопараметрических систем в экологии, биологии, социологии, экономике и т.д., где ключевым словом является **самоорганизация**. Тогда же были разработаны общие принципы эволюции таких систем. Напомним главные.

Для эволюции Природы требуется **выживание и экспансия** любой живой системы в *любых* (особенно, внезапно меняющихся) внешних условиях. Для этого **обязательно**:

– **Шум**, т.е. случайная активация каких-либо элементов системы, что дает основу изменчивости (универсальный инструмент приспособления).

– **Гомеостаз**, т.е. процесс саморегуляции (и самодиагностики), обеспечивающий сохранение внутренней стабильности при любых (изменяющихся) внешних условиях.

– **Механизм гомеостаза** зависит от конкретной системы. В мозге человека [Panksepp, Biven] само-регуляция, эмоции и шум обеспечиваются «игрой» **нейромедиаторов**, вырабатываемых в подкорковых структурах (*amygdala, hippocampus, и др.*). Он эволюционировал как:

Old Brain – Limbic Brain – Neocortex:

Рефлексы – Эмоции – Сознание (*Осознание*).

Таким образом, «Сознание» появляется (и в филогенезе, и в онтогенезе) сначала как способность к авто-диагностике («быть в сознании»), затем – как способность к обработке внутренней и внешней информации. И здесь мы вступаем во владения ДТИ.

3. ДТИ фокусируется на проблеме **возникновения** информации и базируется на общепринятом определении Каствлера «*Информация есть запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноценных*» [Quastler]. Отсюда следует, что есть два пути возникновения информации: **генерация** – свободный **случайный** выбор, акт *создания* новой информации (творчества); **рецепция** – **вынужденный** (навязанный извне) выбор; при рецепции новая информация *не* возникает, а имеющаяся может быть утрачена (не *выбор*, а *отбор*). Подчеркнем, что эти функции **комплементарны**: генерация новой может войти в конфликт с уже имеющейся информацией.

Исходя из того, **кто** делает выбор, информация может быть либо **объективная** – *выбор, сделанный Природой* независимо от системы человека, либо **субъективная** («условная» = «*conventional*») – *выбор, сделанный некоторым коллективом в результате взаимодействия* («*договоренности*») [Чернавский, 2009].

Тогда проблема «**Brain&Mind**» получает естественное решение:

– Мозг (**Brain**)= **Объективная** (экспериментально измеримая) информация, субстрат.

– Разум (**Mind**) = **Субъективная** («условная») информация = *выбор, сделанный «коллективом нейронов», который представляет его индивидуальную информацию.*

4. Понятие «Сознание» в рамках ДТИ не обсуждалось, но рассматривалось понятие «**Мышление**» путем перечисления его функций\свойств. К таковым относились:

генерация информации: обучение, творчество, принятие решений;

обработка новой и уже воспринятой информации: распознавание, прогноз;

защита собственной информации, и физическая (выживание), и интеллектуальная;
логическое и интуитивное; # целеполагание.

– **Глобальная цель** любой когнитивной системы (по той же логике, что и выживание для живых СРС) есть «генерация, защита и пропаганда собственной субъективной информации» [Чернавская, Чернавский, 2016]. Стоит задуматься, для чего такая система может быть создана?

– «**Сознание**» с позиций ДТИ можно трактовать как «эмоциональное мышление».

– Модель *Natural Constructive Cognitive Architecture (NCCA)*, развиваемая нами (см. [Chernavskaya, 2015], [Чернавская, Чернавский, 2016], [Chernavskaya, 2023] и ссылки там же) отвечает всем перечисленным принципам ДТИ и СРС – включает механизмы и мышления (динамика нейронов неокортекса, роль шума), и гомеостаза (влияние эмоций). Здесь «Сознание» может быть, но для этого модель должна быть реализована на сходном по мощности с ChatGPT3 ресурсе. Зачем? Одна из возможностей – создание цифрового двойника некоей конкретной личности [Chernavskaya, 2023].

5. GPT создавались *не* как модель человеческого мышления, а инструмент для переработки текстов (путем глубокого обучения нейронных сетей) [Lee]. Удивительный прорыв произошел после кардинального увеличения числа параметров (связей), что перевело ChatGPT-3 в разряд СРС, имеющих: #сложность; #самоорганизацию; #эмер-джентность; #«галлюцинации»; #шум (инструмент генерации). Что *отсутствует* в ChatGPT? #гомеостаз; #эмоции; #целеполагание. Тогда с позиций ДТИ и СРС можно утверждать, что в ChatGPT (в существующей форме) сознания нет. Однако важно подчеркнуть, что любое *определение* какого-либо понятия есть выбор (договоренность), сделанный в данном сообществе, т. е. является **условной (субъективной)** информацией. Согласно Д.С. Чернавскому, «общепринятое определение появляется в науке, когда она становится классической и перестает развиваться» [Чернавский, 2009].

Анохин К.В. *Инфраструктура открытой науки*. 2023. URL: https://www.youtube.com/watch?v=I9onbbyewbE&ab_channel=

Чернавский Д.С. *Синергетика и Информация. Динамическая теория информации*. Изд. 3-е, доп. М: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2009.

Чернавская О.Д., Чернавский Д.С. *Архитектура когнитивной системы с точки зрения Динамической Теории Информации*. Сборник «Петербургский семинар по когнитивным исследованиям», Т. 2. 2016.

Britannica. URL: <https://www.britannica.com/dictionary/consciousness>.

Chalmers D. *Does thoughts require sensory ground? From pure thinkers to large language models*. Proc. and Addresses of the American Philosophical Association. 2023. 97. P. 22-45.

Chernavskaya O.D. et al. *An architecture of the cognitive system with account for emotional component*. BICA. 2015. 12. P. 144-154.

Chernavskaya O. *To the problem of Digital Immortality*. 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4593718.

Graeme S. *A General Theory of Complex Living Systems: Exploring the Demand Side of Dynamics*. Complexity (Journal of the Santa Fe Institute). 2008. 13. P. 12-20. DOI: 10.1002/cplx./20225.

Haken H. *Information and Self-Organization: A macroscopic approach to complex systems*. Springer, Heidelberg. 2000.

Lee H. *Chat GPT-4: An in-depth look at the most recent GPT-4 features and applications*.

Panksepp J., Biven L. *The Archaeology of Mind: Neuroevolutionary Origins of Human Emotions*. Norton, N.Y. 2012.

Prigogine I., Nicolis G. *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems*. Wiley. 1977.

Quastler H. *The emergence of biological organization*. Yale University Press, NH. 1964.

МЕХАНИЗМЫ СЕЛЕКТИВНОСТИ РЕАКЦИЙ ГНОСТИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ В МОЗГЕ И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЯХ: ВЕКТОРНЫЙ ПОДХОД

Черноризов А.М.
(*amchern53@mail.ru*)

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

Доклад посвящен сравнительному анализу векторного подхода к описанию механизмов кодирования информации в искусственных нейросетях (ИНС) и нейросетях мозга – краткому описанию базовых аксиом самоорганизующихся ИНС Кохонена и основанных на этих аксиомах идей векторной психофизиологии.

Гипотеза Ю. Конорского (1970) о наличии в мозге гностических нейронов (ГН), образующих механизм целостного (образного) восприятия, подтверждается данными современных нейронаук. В экспериментах с участием человека и животных обнаружены нейроны, избирательно реагирующие на лица и части тела, живые и неживые объекты, звуковые гештальты [Kanan, Kravitz et al.]. Имеются данные в пользу гипотезы, согласно которой афферентные входы ГН образованы реакциями детекторов простых признаков выделяемого объекта (элементы формы, цвет, параметры движения), формирующих многоуровневую нейросеть – т.н. «гештальт-пирамиду» (ГП) с «вершиной» в виде ГН [Соколов]. Конвергенция афферентных сигналов от нейронов в основании ГП к нейронам ее следующих уровней, вплоть до ГН, закономерно сопровождается увеличением латентности реакций и размеров рецептивных полей клеток сети.

Каковы механизмы формирования избирательности реакций ГН? В соответствии с широко распространенной «коннекционистской моделью», эти механизмы связывают со специфической настройкой межнейронных синаптических взаимодействий. Перспективной исходной моделью для нейронаучных исследований такой синаптической пластичности является модель самоорганизующихся ИНС Т. Кохонена (2014). Математическими аналогами ГН в этих сетях – искусственными ГН (ИГН) – являются нейроны выходного слоя, избирательно активирующиеся при поступлении на входной слой «образа из своего класса». Вид откликов сети на каждый класс входных образов не известен заранее и представляет собой произвольное сочетание состояний нейронов выходного слоя, задаваемое случайным распределением весов «синаптических» связей между нейронами сети (векторов синаптических связей, ВСС) в начале обучения. Для настройки самоорганизующейся («без учителя») ИНС на выделение входных образов используются «сигнальный» и «дифференциальный» алгоритмы, моделирующие в ИНС процесс перестройки пластичных «синапсов Хебба» в биологических нейросетях за одним исключением: на одном из шагов итерационной процедуры обучения из всего выходного слоя выбирается нейрон, значения компонентов ВСС для которого максимально соответствуют компонентам вектор входных значений для выделяемого образа (вектора возбуждения, ВВ). Далее подстройка весов проводится только для него. Выбор такого нейрона осуществляется, например, расчетом скалярного произведения ВСС и ВВ. Нейрон с максимумом такого произведения является ИГН, представляющим в выходном слое ИНС соответствующий образ. Для повышения эффективности (скорости) обучения по алгоритму Кохонена осуществляют нормализацию входных образов и начальных значений весовых коэффициентов. В этом случае кодирование сигналов в ИНС осуществляется ориентацией равных по модулю векторов – ВСС и ВВ. Это означает, что множество различаемых сетью образов можно представить точками на поверхности геометрической модели, имеющей форму n -мерной сферы. При этом величина различий между соседними образами будет зависеть от различия в направлениях соответствующих векторов.

Сети Кохонена обладают высокой эффективностью в отношении классификации входных образов. Возникает вопрос: а можно ли использовать алгоритмы формирования ИГН в качестве базисной модели для вскрытия механизмов формирования ГН в нейросетях мозга? Экспериментальным поискам ответа на этот вопрос посвящены многолетние поведенческие, психофизические, психофизиологические и нейрофизиологические исследования, выполненные под руководством проф. Е.Н. Соколова на факультете психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. В опытах с участием человека и животных (моллюск, рыбы, лягушка, кролик, обезьяна) подтверждена справедливость принципов векторного кодирования сигналов в сенсорных и исполнительных системах мозга, механизмах ассоциативного обучения. На основе обобщения полученных данных сформулирована новая концепция в современной психофизиологии – векторная психофизиология [Соколов и др.].

Эта концепция объединяет в рамках единой непротиворечивой системы понятий «детекторную» и «ансамблевую» теории кодирования сенсорной информации. Так, например, подтверждением корректности описания механизма реакций ГН в виде гештальт-пирамиды (ансамбля) с вершиной в виде ГН являются данные работы М. Киоля [Curota et al.], где на 1000 испытуемых получены данные о 15 типичных фосфенах в виде зрительных фигур, возникающих при наружном раздражении виска. Это соответствует данным нейрофизиологии о наличии в средней и верхней височных извилинах «детекторов форм». Максимальная выраженность фосфенов наблюдалась при частоте стимуляции в пределах 5-40 Гц, что соответствует диапазону биоритмов мозга. Более того, для каждого испытуемого имелась устойчивая (несколько месяцев) связь между частотой стимуляции и содержанием фосфенов, что свидетельствует о том, что обработка информации производится устойчивыми специализированными нейронными сетями (ансамблями гештальт-пирамид) со своими резонансными частотами.

Данные междисциплинарных исследований, подтверждающих наличие векторного кода в сетях мозга, в целом согласуются с принятой нами за основу векторной моделью кодирования информации в сетях Кохонена. Но тогда возникает ряд критически важных для векторной психофизиологии вопросов. Как осуществляются операции нормирования и скалярного произведения ВСС и ВВ в реальных нейронах? В какой мере свойства реальных синапсов Хебба соответствуют их аналогам в ИНС? Каковы механизмы реализации алгоритмов обучения ИНС «без учителя» в нейронных сетях мозга? Для обсуждения этих проблемных тем привлекаются результаты исследований вклада в синаптическую пластичность посттетанической потенциации (LTP) и депрессии (LTD), непосредственно ранних генов (*Npas4*, *Arc/Arg3.1*, *Homer 1a*), механизмов синаптического прунинга ('synaptic homeostasis hypothesis') и «синаптической метки» ('synaptic tagging hypothesis').

Данные молекулярно-генетических исследований иллюстрируют принципиальную разницу в свойствах ГН и ИГН: если биологический ГН – это активный элемент нейросети со множеством степеней свободы, то ИГН – это, по сути, бихевиоральная конструкция, представленная жестко фиксированной передаточной функцией, трансформирующей сумму входных возбуждений (абсцисса) в выходной сигнал (ордината).

В докладе ставится следующий вопрос: ГН – это механизм восприятия или памяти? Приводятся аргументы в пользу принадлежности ГН к «экрану памяти», который тесно взаимодействует с экранами восприятия и семантического кодирования [Соколов, 2008].

Конорски Ю. Интегративная деятельность мозга. М.: Мир, 1970.

Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. Бинум. Лаборатория знаний. 2014.

Соколов Е.Н. Очерки по психофизиологии сознания. М.: МГУ, 2008.

Соколов Е.Н., Черноризов А.М., Зинченко Ю.П. Векторная психофизиология: от поведения к нейрону. М.: МГУ, 2019.

Curota J., Busignya T., Valtona L., Denuelle M. et al. Memory scrutinized through electrical brain stimulation: A review of 80 years of experiential phenomena. Neuroscience and Biobehavioral Review. 2017. 78. P. 161-177.

Kanan C. Recognizing Sights, Smells, and Sounds with Gnostic Fields. PLoS ONE. 2013. 8(1). e54088.

Kravitz D.J., Saleem K.S., Baker C.I., Ungerleider L.G., Mishkin M. The ventral visual pathway: an expanded neural framework for the processing of object quality. Trends Cogn. Sci. 2013.17 (1). P. 26-49.

НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ВЕРОЯТНОСТНОЙ СРЕДЕ

Чернышев Б.В.
(*b_chernysh@mail.ru*)

Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

Нам часто приходится принимать решения, руководствуясь предполагаемыми вероятностями событий – от выбора времени для прогулки в зависимости от прогноза погоды, и до выбора направления инвестиций в сфере бизнеса и финансов.

Всем живым системам имманентно присуща тенденция к конструированию внутренней модели среды, с которой они взаимодействуют [Parr and Friston, 2017; Smith et al., 2021]. Каждое расхождение наблюдаемого результата с его субъективным прогнозом указывает на неопределенность ситуации. Неопределенность несет в себе потенциальную угрозу для выживания и сохранения целостности организма. Адаптивным ответом на неопределенность является рекуррентная корректировка внутренней модели. Любой исход собственных действий, в том числе и негативная обратная связь на совершенное действие, несет в себе эпистемическую ценность для субъекта, снижая для него уровень внутренней неопределенности [Parr and Friston, 2017].

Внутренняя модель требует непрерывного обновления по нескольким возможным причинам. Во-первых, субъект строит свою внутреннюю модель на основании ограниченного количества отдельных проб, поэтому модель может оказаться ошибочной (например, в силу случайных флуктуаций). Во-вторых, и это главное, вероятности могут изменяться со временем, и «выгодный» выбор может когда-то стать «невыгодным», и наоборот.

Действуя в таких условиях, субъект оказывается перед дилеммой между использованием и исследованием: либо продолжать полностью полагаться на сформированную ранее внутреннюю модель (использование), либо время от времени проверять малознакомые опции (исследование). Если после формирования внутренней модели субъект будет строго следовать ей и всегда выбирать одну и ту же «выгодную» опцию, то он лишит себя возможности исследовать другие опции, и практически потеряет возможность обновления своей субъективной внутренней модели.

Однако выбор малознакомой и потенциально «невыгодной» опции сопряжен с внутренним конфликтом [Daw et al., 2006; Cogliati Dezza et al., 2017]: субъект намеренно обрекает себя на повышенную вероятность проигрыша, так как поступает против своей внутренней модели. Иными словами, ему приходится подавлять преобладающую реакцию выбора «выгодной» опции – исключительно ради получения информации, которая может оказаться полезной когда-нибудь в будущем.

В ранних исследованиях проблемы на обезьянах и на человеке было выявлено, что при стратегии исследования усиливается тоническая активация норадренергической системы голубого пятна [Aston-Jones and Cohen, 2005; Jepma and Nieuwenhuis, 2011]. Однако позже было предложено разделение стратегии исследования на две разные формы – случайное и направленное [Wilson et al., 2014]. Оказалось, что в ранних работах изучали лишь стратегию случайного исследования, и это понимание ставит под сомнение универсальность тонической норадренергической активации. Для направленного исследования была выявлена активация ростральных отделов префронтальной коры [Zajkowski et al., 2017].

Мы провели серию исследований принятия решений в вероятностной среде с регистрацией поведенческих показателей, пупиллометрией и магнитоэнцефалографией. Мы показали, что принятие решения о переходе к стратегии направленного исследования действительно сопряжено с конфликтом, находящим проявление в расширении зрачка и в активации нейросетевых процессов обработки информации, преимущественно в задних отделах коры больших полушарий [Kozupova et al., 2022; Chernyshev et al., 2023]. Также мы выявили неожиданный эффект реакции на обратную связь, сообщаемую участнику эксперимента об исходе его попытки направленного исследования [Chernyshev et al., 2023]. В этом случае отрицательная обратная связь (т.е. отрицательное подкрепление) вызывает такое усиление синхронизации в диапазоне бета-ритма, которое описывается в литературе как характерный ответ на положительное подкрепление. Этим подтверждается то, что исследовательский выбор действительно совершается вопреки имеющейся модели (а не как следствие ее ослабления), а отрицательный исход попытки исследования «невыгодной» опции засчитывается как положительное подкрепление исходной модели.

Также нами исследовано принятие решений в вероятностной среде у взрослых участников с расстройствами аутистического спектра (с нормальным уровнем интеллекта) – такие люди испытывают трудности при принятии решений, что сильно ограничивает их в жизни. На поведенческом уровне участники с расстройствами аутистического спектра проявили поведенческие показатели, не отличимые от соответствующих показателей в нейротипической выборке, и исследовательские выборы у них тоже были связаны с состоянием конфликта. Однако у них было усилено состояние конфликта при выборе «выгодной» опции в сравнении с нейротипической выборкой, и соответствующий пупиллометрический показатель достоверно коррелировал с уровнем нетерпимости к неопределенности. Предположительно, это связано с тем, что они формируют внутреннюю модель с избыточной точностью, не соответствующей вероятностной структуре задачи, и по этой причине даже относительно легкий выбор «выгодного» стимула в вероятностной среде ведет у них к состоянию конфликта и стресса.

Aston-Jones G., and Cohen J.D. An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. 2005. 28. P. 403-450.

Chernyshev B.V., Pultsina K.I., Tretyakova V.D., Miasnikova A.S., Prokofyev A.O., Kozunova G.L. et al. Losses resulting from deliberate exploration trigger beta oscillations in frontal cortex. 2023. 17. 1152926.

Cogliati Dezza I., Yu A.J., Cleeremans A. and Alexander W. Learning the value of information and reward over time when solving exploration-exploitation problems. Sci. Rep. 2017. 7(1). 16919.

Daw N.D., O'Doherty J.P., Dayan P., Seymour B. and Dolan R.J. Cortical substrates for exploratory decisions in humans. Nature. 2006. 441(7095). P. 876-879.

Jepma M. and Nieuwenhuis S. Pupil Diameter Predicts Changes in the Exploration-Exploitation Trade-off: Evidence for the Adaptive Gain Theory. J. Cogn. Neurosci. 2011. 23(7). P. 1587-1596.

Kozunova G.L., Sayfulina K.E., Prokofyev A.O., Medvedev V.A., Rytikova A.M., Stroganova T.A. et al. Pupil dilation and response slowing distinguish deliberate explorative choices in the probabilistic learning task. Cogn. Affect. Behav. Neurosci. 2022. 22(5). P. 1108-1129.

Parr T. and Friston K.J. Uncertainty, epistemics and active inference. J.R. Soc. Interface. 2017. 14(136). 20170376.

Smith R., Badcock P., and Friston K.J. Recent advances in the application of predictive coding and active inference models within clinical neuroscience. 2021. 75(1). P. 3-13.

Wilson R.C., Geana A., White J.M., Ludvig E.A. and Cohen, J.D. Humans Use Directed and Random Exploration to Solve the Explore-Exploit Dilemma. J. Exp. Psychol. Gen. 2014. 143(6). P. 2074-2081.

Zajkowski W.K., Kossut M. and Wilson R.C. A causal role for right frontopolar cortex in directed, but not random, exploration. Elife 6, 2017. e27430.

«ДУРНОЙ КАЛАМБУР» В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТОВ

Шаповал С.А.

(sv.shapoval@gmail.com)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

Каламбур (фр. *calembour*, англ. *pun*) в общем словарном значении – фигура речи, состоящая в юмористическом использовании многозначности слова или звукового сходства различных слов. Статус каламбура неоднозначен: в научной литературе нет единого мнения по поводу соотношения понятий «каламбур», «игра слов», «языковая игра» и под., специфика этого явления также может быть разной (лингвистической, эстетической, психологической и др.) – обзор точек зрения см. в работах [Санников, 2009; Вороничев, 2014; Кносре, 2015; Prnjak et al. 2023 и др.].

Сегодня каламбур активно изучается для целей разработки ИИ – как части общей задачи распознавания/генерирования юмора, совершенствования машинного перевода или как задачи самостоятельной, «поскольку каламбуры часто инкапсулируют культурную, идиоматическую и контекстно-зависимую информацию» [Anjum et al. 2023], см. также [Miller et al., 2017; Prnjak et al., 2023 и др.].

Особое место в обсуждении каламбура занимают дискуссии по поводу приемлемости использования этого приема как такового. С одной стороны, считается, что каламбур «представляет собой самую примитивную форму словесности» [Москвин, 2011, с. 41] и его применение в литературе часто вызывает пренебрежительную оценку, с другой – что каламбур является ведущим принципом организации многих текстов [Рахимкулова, 2004], особенно современных [Зубова, 2010]. Тем не менее в разных областях можно заметить тенденцию «избегания» возможных негативных коннотаций, связанных с употреблением термина «каламбур». В живой речи наблюдаются частые попытки подстраховать риск его использования – извинения говорящего «за каламбур» или «за дурной (плохой) каламбур». По материалам НКРЯ, самые частотные коллокации для «каламбур» – это *пardon, невольный, извинить, прощение*.

Разработка искусственного интеллекта, успехи нейросетей и все более активное участие в коммуникации чатов делает любопытной задачу узнать, что ИИ «думает» по поводу каламбура и как различает «хороший» и «плохой». Это тем более важно, что генерация каламбуров сегодня поставлена на поток (AI Pan Generator, Generate Pans With AI). Ранее мы отмечали, что уже GPT-2 показывал способность играть с многозначностью, внутренней формой и другими языковыми явлениями: «Что происходит на свете? И есть ли на свете что-нибудь более беспросветное?» – думала она, с тяжелым вздохом шагая к палисаднику, за которым стоял московский автобус» (Шаповал 2022). М.Н. Эпштейн свидетельствует, что ИИ склонен к юмору, причем «некоторые юморески выглядят слегка детскими, основаны на игре слов. Например: Почему компьютеры не ходят в кафе? Их там угощали бы одним надоевшим блюдом: COOKIES (игра английских слов – печенье и компьютерные файлы)» [Эпштейн, 2023].

В настоящем исследовании в рамках сравнения «представлений» о каламбуре чату на русском языке [<https://chadgpt.ru/>] было предложено определить, что такое «дурной каламбур», привести примеры «хорошего» и «дурного» каламбуров, а также оценить некоторые шутки из материалов НКРЯ, признанные неудачными самими их авторами. Приведем некоторые результаты.

В материалах НКРЯ прежде всего отметим вариативность самой формулы: «извините за», «простите за», «прошу прощения за», «да простят нам», «pardon за», «pardonьте за», «сорри за», «скузи за», «не считите за» и др. Ответы чата носят гораздо более формальный, чтобы не сказать скучный, характер: «Прошу прощения, это был неудачный каламбур. Я постараюсь быть остроумнее в следующий раз»; «Извините за тот каламбур, он получился неудачным. Я не смог сдержать своей остроты ума» и т.п.

Материалы НКРЯ показывают большое разнообразие автоопределений каламбура, за который извиняются: *банальный, глупый, дешевый, доморощенный, дурацкий, дурной, идиотский, невольный, нелепый, неловкий, несмешной, неудачный, неуместный, нечаянный, пошлый* и мн. др.). Чат также подбирает большое количество синонимов: *провальный, неудачный, нелепый, чудной, неуспешный, бессмысленный, хромой, фальшивый, безвкусный, придурковатый, бесполезный, тупой, неприятный, затянутый, неумный* и др. Не все определения могут использоваться в ситуации

извинения за каламбур, однако частичное совпадение списков и их взаимная дополнительность дают надежду на продуктивное сотрудничество двух интеллектов.

По нашим наблюдениям, в примерах НКРЯ неудачными чаще всего признаются каламбуры, в которых игра слов находится на поверхности, типа: «*книга не совсем, простите за каламбур, о книгах*»; «*не всякий кубинец двигается по-кубински, простите за каламбур!*». При этом каламбур, созданный чатом: «*Вчера ходил на спектакль о театре. Было так скучно, что я наконец понял, почему его называют искусством – потому что художников было аж два!*» – оценивается им как плохой не со стороны его языкового качества («Он играет на сходстве звучания слов «искусство» и «художники»»), а со стороны политкорректности, т.к. «направлен на унижение и саркастическое отношение к театру». Однако в целом прагматические особенности ситуации – «за что» извиняются говорящие (за сам факт языковой игры, за ее несоответствие контексту, за ее качество (в свою очередь, эстетическое или лингвистическое) и т.д. – нуждаются в отдельном исследовании.

Опыт прямого оценивания ИИ каламбуров, за которые люди извиняются как за неудачные, также требует отдельного анализа и осмысления, т.к. оценки естественного и искусственного интеллектов часто не совпадают.

Вороничев О.Е. Каламбур как феномен русской экспрессивной речи. М., 2014.

Зубова Л.В. Языки современной поэзии. М. 2010.

Москвин В.П. Каламбур: приемы создания и языковая основа // Русская речь. 2011. № 3. С. 35-42.

Рахимкулова Г.Ф. Языковая игра в прозе Владимира Набокова: К проблеме игрового стиля: автореф. дис. ... д-ра филол. н. Ростов-на-Дону.

Санников В.З. Русский язык в зеркале языковой игры. М., 2009.

Шаповал С.А. Дискурсивный анализ текстов нейросети Порфирьевич // Язык и искусственный интеллект. Сборник статей по итогам конференции «Лингвистический форум 2020: Язык и искусственный интеллект». 2010. С. 308-326.

Шаповал С.А. К проблеме «дурного каламбура» // XLVIII Международная филологическая научная конференция. СпбГУ, 2019 г. Тезисы докладов. URL: <http://conference-spbu.ru/conference/40/reports/11491/>.

Эпштейн М.Н. 2023. Логика искусственного интеллекта в сравнении с естественным // Семь искусств. № 8(158). URL: <https://7i.7iskusstv.com/y2023/nomer8/mepshtejn/>.

Anjum A., Lieberum N. Exploring humor in natural language processing: a comprehensive review of JOKER tasks at CLEF symposium 2023. // Proceedings of the Working Notes of CLEF 2023: Conference and Labs of the Evaluation Forum. 2023.

Knospe S. A Cognitive Model for Bilingual Puns, In: Wordplay and Metalinguistic / Metadiscursive Reflection. P. 161-193. DOI: [org/10.1515/9783110406719-008](https://doi.org/10.1515/9783110406719-008).

Miller T., Hempelmann C.F., Gurevyc I. SemEval-2017 Task 7: detection and interpretation of English puns // Proceedings of the 11th International Workshop on Semantic Evaluation. P. 58-68. DOI: <https://doi.org/10.18653/v1/S17-2005>.

Prnjak A., Davari D.R., Schmitt K. JOKER task 1, 2, 3: pun detection, pun interpretation, and pun translation // Proceedings of the Working Notes of CLEF 2023: Conference and Labs of the Evaluation Forum. 2023.

УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВЗГЛЯДА НА ОСНОВЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ И КОНТЕКСТА ДЕЙСТВИЙ

Шевцова Ю.Г.¹

(shevtsova.jg@gmail.com),

Яшина А.С.^{1,2}

(yashinart1996@gmail.com),

Васильев А.Н.^{1,2}

(a.vasilyev@anvmail.com),

Шишкин С.Л.¹

(sergshishkin@mail.ru)

¹ Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Введение. При управлении компьютером при помощи взгляда пользователь обычно выбирает объекты с помощью фиксации взгляда определённой длительности. Однако произвольные задержки взгляда происходят и без намерения выбрать объект, и это приводит к ошибочным срабатываниям интерфейса, особенно когда порог срабатывания устанавливается существенно ниже 1 секунды. Мы показали, что распознавать намеренные и спонтанные задержки взгляда можно на основе характеристик микродвижений глаз [Shevtsova et al., 2023]. В новой работе мы реализовали в режиме реального времени высокочувствительное «глазоуправление» без частых ложных срабатываний благодаря улучшению обучения классификатора и учета контекста действий. Мы попытались понять, обеспечивает ли такое улучшение параметров интерфейса качественное улучшение опыта человеко-машинного взаимодействия.

Методика. 15 испытуемых играли в компьютерную игру «EyeLines» [Shishkin et al., 2016], ходы в которой делались выбором объекта («шара») и затем – новой позиции для него. Каждый выбор делался с помощью задержки взгляда 500 мс (взгляд отслеживался айтрекером). В базовом режиме «Б» выбор происходил при любых таких задержках. В усиленном режиме «У» алгоритм оценивал вероятность того, что задержка взгляда была совершена с намерением выбрать объект, и при вероятности ниже индивидуально настраиваемого порога объекты не выбирались. Учитывались предсказания двух моделей SVM RBF: одна из них определяла намеренность совершения задержки взгляда, используя характеристики фиксации и микросаккад, а вторая предсказывала вероятность выбора объекта в контексте сложившейся игровой ситуации. Для обучения моделей задержки взгляда были размечены как намеренные или спонтанные на основе игрового поведения испытуемых (отмена хода и т.п.). Эксперимент проходил в два дня. В первый день использовались групповые модели, обученные на ранее полученных данных. Во второй день использовались индивидуальные модели, обученные на данных испытуемого, полученных в первый день.

Результаты. Точность классификации в режиме «У» составила 0.84 ± 0.04 в первый день и 0.84 ± 0.05 во второй день. На рис. 1 представлены показатели эффективности «глазоуправления». Среди этих показателей значимые различия по Вилкоксоу ($p < 0.05$) были выявлены для частот отменённых ходов и ложных срабатываний.

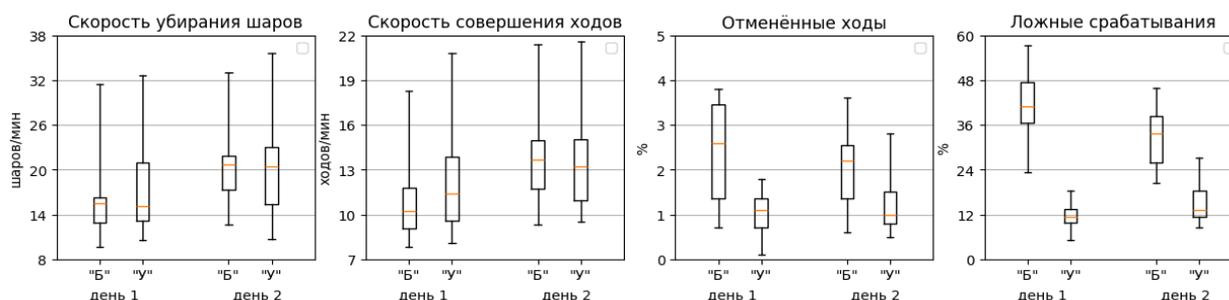


Рисунок 1. Эффективность режимов «глазоуправления». Убирание шаров – ключевое действие в игре EyeLines, его скорость характеризует общую успешность в игре.

Во второй день, когда использовались индивидуальные классификаторы, испытуемые оценили режим «У» как менее утомительный, чем режим «Б» (соответственно 22.53 ± 20.96 и 38.8 ± 30.21 по VAS шкале, где 0 соответствовал отсутствию утомления и 100 крайнему утомлению; $p=0.02$ по тесту Вилкоксона). Опросы показали, что субъективное восприятие частоты ложных срабатываний не зависело от их реального количества, в отличие от восприятия испытуемыми частоты ошибочных перемещений, которая коррелирует с частотой отменённых ходов. Оценка испытуемыми комфорта коррелировала как с частотой отменённых ходов, так и с оценкой частоты ошибочных перемещений. Утомительность игр коррелировала с оценкой испытуемыми частоты ложных срабатываний. В оба дня испытуемые отмечали, что скорость ввода команд в режиме «Б» выше, чем в режиме «У».

Обсуждение. Как и ожидалось, испытуемые оценили как менее утомительный режим «глазоуправления» с улучшенными характеристиками. Однако по результативности и скорости совершения ходов режимы не различались. Одной из возможных причин отсутствия роста технической эффективности взаимодействия могли быть ошибки классификации типа пропуска цели – часть задержек взгляда ошибочно относилась классификатором к спонтанным, и испытуемые отмечали это в качестве основного недостатка усиленного «глазоуправления». По-видимому, число таких ошибок может быть снижено при дальнейшей доработке технологии.

Определение намеренных задержек взгляда при «глазоуправлении» с помощью машинного обучения, применяемого к айтрекерным данным, уже использовалось ранее [Isomoto et al., 2022]. Однако в их исследовании испытуемые должны были выбирать заданные цели, а не находились в ситуации полностью свободного выбора, как в нашем исследовании. При нахождении цели мог, в частности, значительно изменяться размер зрачка, используемый этими авторами как один из признаков, поэтому точность определения намеренного выбора могла быть значительно завышена. Высокоэффективное «глазоуправление» в этом году было представлено в коммерческой AR/VR системе Apple Vision Pro, выпуск которой подтвердил значимость технологии не только для инвалидов, но и для здоровых пользователей, особенно в виртуальной и дополненной реальности [O’Callaghan, 2024]. Однако в нем для определения намерения пользователя используется отслеживание жестов, что не всегда удобно для здоровых пользователей и недоступно для многих парализованных людей.

Заключение. Определение намерения с использованием данных микродвижений глаз и учета контекста действий позволило снизить число ложных срабатываний и утомление пользователя при использовании высокочувствительного интерфейса человеко-машинного взаимодействия с помощью взгляда («глазоуправления»). Однако в текущей реализации алгоритмов машинного обучения и других компонентов интерфейса улучшение пользовательского опыта имело скорее количественный, а не качественный характер, и не сопровождалось ростом эффективности решения решаемых задач. Мы планируем повторить исследование после доработки методики.

O’Callaghan J. *Apple Vision Pro: what does it mean for scientists?* *Nature*, 12 February 2024. URL: <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00387-z>.

Isomoto T., Yamanaka S., Shizuki B. *Dwell selection with ML-based intent prediction using only gaze data.* *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 6:120. URL: <https://doi.org/10.1145/3550301>.

Shevtsova Y.G., Vasilyev A.N., Shishkin S.L. *Machine learning for gaze-based selection: performance assessment without explicit labeling.* *HCI International 2023. Late Breaking Papers.* Cham: Springer. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48038-6_19.

Shishkin S.L., Nuzhdin Y.O., Svirin E.P., Trofimov A.G., Fedorova A.A., Kozyrskiy B.L., Velichkovsky B.M. *EEG negativity in fixations used for gaze-based control: Toward converting intentions into actions with an eye-brain-computer interface.* *Frontiers in Neuroscience*, 10:528. URL: <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00528>.

РОЛЬ МОЗЖЕЧКА В ПРОЦЕССАХ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ПРОГОВАРИВАНИЯ

Шевченко А.О.¹

(andreyshevchenkomsu@gmail.com)

Вартанов А.В.²

(a_v_vartanov@mail.ru)

¹ Федеральный научный центр психологических
и междисциплинарных исследований (Москва, Россия)

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

В настоящее время проведено множество исследований, посвященных роли мозжечка в процессах речепроизводства, а также его влиянию на речевые функции при поражениях [Starowicz-Filip et al., 2021; Ackermann et al., 2007; Wildgruber et al., 2001]. Исследование А. Старович-Филип с соавт. [Starowicz-Filip et al.] обнаружило, что у пациентов с поражением левого полушария мозжечка наблюдается снижение внимания и визуально-пространственных функций, а у пациентов с правосторонним поражением – более серьезные когнитивные нарушения, включая нарушение вербальных способностей. В мета-анализе Х. Аккерман с соавт. [Ackermann et al., 2007] предположено, что правое полушарие мозжечка участвует в процессах временной организации последовательности слогов в привычном темпе внутренней речи, регулирует длину слогов и предвосхищает эффекты коартикуляции (взаимодействие звуков речи друг с другом в речевом потоке). Таким образом, мозжечковые нарушения могут повреждать когнитивные операции, связанные с внутренней речью, или препятствовать лингвистическому кодированию [Ackermann et al., 2007]. Кроме того, ряд исследователей предполагает, что мозжечок является вспомогательным компонентом в модели речепроизводства [Ziegler, 2016; Indefrey, Levelt, 2004]. В работе И.К. Кристоффельса и соавт. [Christoffels et al., 2007] указывается на участие мозжечка и ряда других подкорковых структур (таламус, базальные ганглии) в сети слуховой обратной связи при внешней речи, а также на роль мозжечка как моторного посредника. В связи с этим актуальным становится исследование роли мозжечка в процессах внутреннего проговаривания, так как данная область в меньшей степени освещена в исследованиях.

Нами было проведено серии исследований фМРТ-локализации и сравнение процессов внутреннего и внешнего проговаривания [Шевченко, Вартанов, 2022; Shevchenko et al., 2022]. В исследовании приняли участие 30 респондентов (9 мужского пола и 21 женского пола в возрасте от 20 до 30 лет, средний возраст – 24 года). Участникам предлагалось 4 серии продолжительностью 2 минуты (всего 8 минут): (1) прослушивание стимульного материала (восприятие), (2 и 3) серии с последующим повторением (внутреннее проговаривание и внешнее проговаривание), а также (4) фоновая серия, во время которой испытуемый спокойно лежал в томографе. В качестве стимульного материала были выбраны 7 фонем и 10 слогов. Предъявление производилось через специальные наушники, в течение всего эксперимента глаза испытуемых были закрыты.

В ходе исследования внешнего и внутреннего проговаривания была замечена активность мозжечковых структур (билатерально). Мы предполагаем, что мозжечок – одна из основных структур в системе контроля во внутреннем плане. Проведенные исследования демонстрируют, что при сравнении внутреннего проговаривания с их внешним проговариванием наблюдается билатеральная активация мозжечка. Однако, при анализе серии сравнения внешнего проговаривания слогов с их внутренним проговариванием, активность была более выражена в левом мозжечке. В настоящее время известно, что левый мозжечок участвует в речевых операциях, однако наше исследование подчеркивает, что в процессах внутреннего проговаривания в разной степени участвуют билатеральные структуры мозжечка.

Кроме того, участие мозжечка можно объяснить необходимостью контролировать и подавлять внешнюю речь, однако в этих процессах могут участвовать и другие области мозга, такие как лобная кора и подкорковые ядра (хвостатое ядро) [Ford et al., 2013]. Исследователи Ч.Л. Марвел и Дж.Э. Десмонд [Marvel, Desmond, 2010] связывали активацию мозжечка с поддержкой вербальной рабочей памяти через его связь с моторной корой. Однако также можно предположить, что мозжечок участвует в обеспечении эмуляции звукового образа внутренней речи. Это особенно важно в отсутствии реального звука для генерации возбуждения в специфической речевой зоне (области

Вернике), а также построения ритмического рисунка речи, что согласуется с исследованием Д. Вильдгрубера с соавт. (Wildgruber et al., 2001). Кроме того, полученные нами данные согласуются с мета-анализом Миронец С.А. (2023), в котором автор предполагает, что роль мозжечка в речевых функциях (а также ряда других процессов) связана с активацией кортико-мозжечковой сети.

Финансирование работы

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект No 20-18-00067-П.

Шевченко А.О., Вартанов А.В. Сравнение механизмов фонематического восприятия и внутреннего проговаривания фонем и слогов. ЭЭГ и фМРТ исследование // Российский психологический журнал. 2022. 19(4). С. 186-210. DOI: 10.21702/rpj.2022.4.13.

Миронец С. Роль мозжечка в становлении и функционировании навыка чтения. Психологические исследования. 2023. 16(6). DOI: 10.54359/ps.v16i87.1352

Ackermann H., Mathiak K., Riecker A. The contribution of the cerebellum to speech production and speech perception: Clinical and functional imaging data // The Cerebellum. 2007. 6(3). P. 202-213. DOI: 10.1080/14734220701266742

Christoffels, I.K., Formisano E., Schiller N.O. Neural correlates of verbal feedback processing: An fMRI study employing overt speech // Human Brain Mapping. 2007. 28. P. 868-879. DOI: 10.1002/hbm.20315.

Ford A.A., Triplett W., Sudhyadhom A., Gullett J., McGregor K., FitzGerald D.B., Crosson B., Mareci T., White K. Broca's area and its striatal and thalamic connections: a diffusion-MRI tractography study // Frontiers in Neuroanatomy. 2013. 7. P. 1-12. DOI: 10.3389/fnana.2013.00008.

Indefrey P., Levelt W.J. The spatial and temporal signatures of word production components // Cognition. 2004. 92(1-2). P. 101-144. DOI: 10.1016/j.cognition.2002.06.001.

Marvel C.L., Desmond J.E. Functional topography of the cerebellum in verbal working memory // Neuropsychology Review. 2010. 20(3). P. 271-279.

Shevchenko A., Suyuncheva A., Vartanov A., Bronov O. Inner speech and external speech: phonemes, syllables and words. fMRI study // Procedia Computer Science. 2022. 2136. P. 36-143. DOI: 10.1016/j.procs.2022.11.048.

Starowicz-Filip A., Prochwicz K., Kłosowska J., Chrobak A.A., Myszk A., Betkowska-Korpala B., Kwinta B. Cerebellar Functional Lateralization From the Perspective of Clinical Neuropsychology // Frontiers in Psychology. 2021. 12. P. 1-12. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.775308.

Wildgruber D., Ackermann H., Grodd W. Differential Contributions of Motor Cortex, Basal Ganglia, and Cerebellum to Speech Motor Control: Effects of Syllable Repetition Rate Evaluated by fMRI // NeuroImage. 2001. 13(1). P. 101-109. DOI: 10.1006/nimg.2000.0672.

Ziegler W. The Phonetic Cerebellum // The Linguistic Cerebellum. 2016. 1-32. DOI: 10.1016/B978-0-12-801608-4.00001-3.

НЕЙРОЭСТЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОСЕЩЕНИЯ МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ И В ЛАБОРАТОРИИ

Шемякина¹ Н.В.

(shemyakina_n@mail.ru)

Нагорнова Ж.В.¹

(nagornova_zh@mail.ru)

Дюан И.²

(duanyan9797@163.com)

Галкин В.А.¹

(30galkin98@gmail.com)

Грохотова А.В.¹

(anya.annie@yandex.ru)

Васенькина В.А.¹

(victorprokof@mail.ru)

Хи К.²

(xianyouhe@163.com)

Бирюкова С.В.³

(visit_vrm@rusmuseum.ru)

Потапов Ю.Г.⁴

(jura.potapov@gmail.com)

¹ *Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова
Российской академии наук (Санкт-Петербург, Россия);*

² *Школа Психологии, Южно-китайский педагогический университе (Гуанчжоу, Китай);*

³ *Русский Музей (Санкт-Петербург, Россия);*

⁴ *Галерея «Мансарда художников» (Санкт-Петербург, Россия)*

Нейроэстетика – междисциплинарное направление когнитивной науки. В рамках нейроэстетических исследований изучаются эволюционные предпосылки (Cela-Conde, Ayala, 2018) особенностей эстетического восприятия; разнообразие эстетических переживаний, связанных с индивидуальным и культурным опытом [Nadal, Chatterjee, 2019] человека, влияние контекста на восприятие эстетических объектов [Brieber et al., 2015] и другие аспекты.

Исследования. В докладе планируется представить результаты пилотных исследований в условиях естественного посещения музейных экспозиций и изучения нейрофизиологических характеристик: восприятия и эмоционально-эстетической оценки произведений живописи профессиональными художниками и испытуемыми без художественного образования на моновыставке М. Врубеля (совместно с Русским Музеем, Санкт-Петербург, далее – исследование #1); восприятия и оценки произведений живописи разных (примитивный/авторский, абстрактный и реальный) стилей (совместно с КЦ19, Новосибирск, «Мансарда Художников», Санкт-Петербург, далее – исследование #2). Также планируется представить пилотные результаты кросс-культурного исследования восприятия и эмоционально-эстетической оценки пейзажной и портретной живописи российских и китайских живописцев (далее – исследование #3).

Оборудование. Во всех исследованиях было использовано мобильное электроэнцефалографическое оборудование SmartBCI24, ЧД 250 Гц (ООО «Мицар», Санкт-Петербург). ЭЭГ регистрировали монополярно от 19 отведений по системе 10-20%, использовали объединенный ушной электрод, электрод «земля» располагался в передне-лобной позиции.

Испытуемые. В исследованиях № 1 и № 2 в естественных условиях посещения художественных экспозиций приняли участие 30 испытуемых (30-70 лет), художники и не-художники; а также 32 испытуемых до 63 лет, соответственно. В исследовании ВП в условиях лаборатории (№3) участвовали 30 подростков (14-18 лет). Все исследования проводились с соблюдением требований Хельсинской декларации и последующих дополнений, все испытуемые участвовали в исследовании добровольно.

Процедуры. Исследования №1, 2 проводились по единому плану. Испытуемые свободно перемещались по экспозиции (проводили на выставке от 60-90 минут) в носимом электроэнцефалографическом оборудовании. Задача испытуемых состояла в субъективной оценке эмоционально-эстетической привлекательности произведений живописи по шкале «привлекательности» от одного до десяти. Согласно инструкции участники подходили к картине на комфортное расстояние и одинарным нажатием на кнопку отметчика обозначали начало временного интервала просмотра картины (30 сек-3 минуты), затем серией нажатий (1-10) на кнопку отметчика оценивали произведение живописи и переходили к следующей картине.

Исследование №3 изучение восприятия и оценки произведений русской и китайской традиционной живописи (портретов и пейзажей) проводилось в парадигме ВП. Испытуемым предъявлялось по 60 русских и китайских портретов и пейзажей с инструкцией оценить субъективную привлекательность картины серией нажатий (1 – не понравилось; 3 – очень понравилось). Предъявление картины на мониторе компьютера длилось 2000 мс. Методом кластерного анализа с перемешиванием (Maris, Oostenveld, 2007, Pernet et al. 2015) оценивали амплитуды ВП при предъявлении русских и китайских картин.

Результаты. Были проанализированы спектральная мощность ЭЭГ в узких частотных диапазонах в полосе от 5 до 15 Гц при сравнении восприятия картин в различных стилях (исследование 2) и спектральная мощность в альфа-1 (8-10 Гц), альфа-2 (10-13 Гц), бета-1 (13-18 Гц), бета-2 (13-30 Гц) диапазонах частот при сравнении групп художников и не-художников (исследование 3) и связанная с событиями синхронизация/десинхронизация ЭЭГ при сравнении высокой и низкой субъективной эмоционально-эстетической оценки (исследование 2) и сравнении групп художников и не-художников (исследование 3).

Согласно пилотным данным: уруппа художников (иссл.#1) при восприятии и эстетической оценке картин характеризовалась меньшими значениями мощности ЭЭГ в альфа-1 (8-10 Гц) и альфа-2 (10-13 Гц) диапазонах частот по сравнению с не-художниками. Принятие решения о высокой эмоционально-эстетической привлекательности полотен у художников по сравнению с не-художниками сопровождалось увеличением связанной с событием синхронизации ЭЭГ в частотном диапазоне 11.5-27 Гц в лобных и центральных областях коры за 580-360 мс до обозначения ответа, тогда как низкая эмоционально-эстетическая оценка характеризовалась десинхронизацией ЭЭГ 9-27 Гц, начинавшейся за 60 мс до начала обозначения ответа и длящейся до 440 мс после него – в задневисочных и теменных областях. Различия в лобных зонах коры могут предполагать большее вовлечение системы награды при восприятии эстетически приятных полотен, а различия в теменных и задневисочных зонах – продолжающийся зрительный синтез (более длительное зрительное внимание) при восприятии субъективно менее привлекательных картин у художников по сравнению с не-художниками.

Восприятие авторского (наивного) и реалистичного стилей живописи (иссл. 2) отличалось более высокой спектральной мощностью ЭЭГ на частотах 5-6 Гц, 6-7 Гц, 7-8 Гц в теменной и затылочной областях по сравнению с абстрактным стилем. Восприятие картин примитивного/наивного стиля характеризовалось более распространенной синхронизацией в тета-диапазоне частот по сравнению с абстрактными, чем восприятие реалистичных картин, что вероятно, связано с пониманием символов и зрительных метафор авторского стиля. Реальный стиль характеризовался более высокой спектральной мощностью 8-9 Гц в теменных областях по сравнению с абстрактным, свидетельствуя об активации системы пассивного режима работы мозга и субъективных воспоминаний. При восприятии живописных произведений своей/другой культуры выявлены различия амплитуды поздних волн ВП как для портретов (амплитуда выше для русских картин на интервале 1264-1332 мс), так и для пейзажей (амплитуда выше на интервалах 420-496 мс, 1212-1338 мс), что может свидетельствовать о влиянии культурных особенностей изображения на поздние этапы обработки. Специфические особенности изображения пейзажей (в первую очередь, различия перспективы в русской и китайской живописи) оцениваются раньше, чем особенности портретной живописи.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках гос. задания ИЭФБ РАН.

Cela-Conde C.J., Ayala F.J. Art and brain coevolution. Prog Brain Res. 2018. 237. P. 41-60.

Nadal M., Chatterjee A. Neuroaesthetics and art's diversity and universality. Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci. 2019. 10. e1487.

Brieber D., Nadal M., Leder H. In the white cube: museum context enhances the valuation and memory of art. Acta Psychol (Amst). 2015. 154. P. 36-42.

Pernet C.R., Latinus M., Nichols T.E., Rousselet G.A. Cluster-based computational methods for mass univariate analyses of event-related brain potentials/fields: A simulation study. J. Neurosci. Methods 2015. 250. P. 85-93.

Maris E., Oostenveld R. Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. J Neurosci Methods. 2007. 164. P. 177-190.

ИНФОРМАЦИОННО-БАЙЕСОВСКАЯ МОДЕЛЬ ЯЗЫКА ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Шендяпин В.М.
(valshend@yandex.ru)

Скотникова И.Г.
(iris236@yandex.ru)

Институт психологии РАН (Россия, Москва)

Идея о мозге как многоуровневом механизме прогнозирования ключевая в теории предсказательного кодирования. Нейронная обработка включает восходящий поток чувственных данных и нисходящий поток предсказаний о них, которые взаимодействуют на каждом когнитивном уровне обработки входной информации, сравнивая и корректируя друг друга [Clark, 2016; Marino, 2019]. Каждый уровень получает предсказания от вышележащего уровня и чувственные данные от нижележащего, а затем для оптимального объединения этих двух источников вероятностной информации использует активно применяемую в настоящее время в когнитивной науке схему Байеса [Bogacz, 2007]. Экспериментально выявлены мозговые механизмы восходящих и нисходящих процессов в сенсорных системах человека и животных, проявления байесовских решений в восприятии и поведении животных – т.е. универсальность этого принципа решений, обоснованного исходно для человека [см. Скотникова, 2021].

Наша модель принятия решения и уверенности в сенсорном различении и обнаружении основана на байесовской парадигме. Впервые получена формула для информационного свидетельства $\Psi(x)$ в пользу восприятия одного из сравниваемых объектов А и В, например, в пользу А [Шендяпин, Скотникова, 2015]:

$$\Psi_A(x) = \ln[P(A|x)/P(B|x)] = \ln\{[P(A)f(x|A)]/[P(B)f(x|B)]\}.$$

Свидетельство – найденная аналитически формальная переменная: информация, получаемая субъектом при наблюдении и используемая в пользу выбора одной из альтернатив ответа о том, какой объект предъявлен. Путем перехода от прямого вычисления апостериорных вероятностей, по схеме Байеса, к их косвенной оценке с помощью обновленного понятия свидетельства, авторская модель сенсорного различения двух одномерных объектов модифицирована для многомерных объектов и для различения нескольких объектов [Шендяпин, Скотникова, 2019]. Для принятия решения и оценки уверенности в нем необходимы лишь две независимые величины: свидетельство $\Psi(x)$, определяемое величинами сигналов, поступающих на вход сенсорных систем и получаемое с нижнего когнитивного уровня, и критерий принятия решения $\Psi_{ст}$, определяемый параметрами задачи, в частности премиями за верные решения и штрафами за ошибки.

В научной школе «векторной психофизиологии» Е.Н. Соколова выдвинута гипотеза о механизме «зрительного языка» восприятия. Мозг – не вычислительная машина, а языковая система, информация в нем измеряется не в битах за секунду, а в семантических единицах [Измайлов, Черноризов, 2018]. Многоуровневая структура восприятия обеспечивает описание объекта с помощью «зрительного информационного языка» как иерархическую структуру признаков, состоящую из сложных признаков высокого уровня («фраз»), которые состоят из менее сложных признаков среднего уровня («слов»), а те из простых признаков нижнего уровня («букв»). Т.е. в структуре перцептивного образа верхние уровни отражают крупномасштабные отношения между частями объекта и имеют большее содержательное наполнение, чем нижние, отражающие мелкомасштабные отношения.

В нашей модели каждый когнитивный уровень путем принятия решения о выборе ответа и оценки степени уверенности в нем генерирует свою информацию о признаках воспринимаемого объекта с помощью собственной решающей переменной – свидетельства в пользу определенного признака этого объекта. А все уровни вместе позволяют моделировать уровень целостного восприятия, выраженный на языке мозга, и потому этот уровень – информационный и более удобный для мозга, чем элементарный сенсорный уровень. Априорная информация для принятия решения вероятности появления сравниваемых альтернативных объектов: А, В, С, ... и распределения плотностей вероятностей наблюдения отдельных их признаков на каждом уровне: $f(x|A)$, $f(x|B)$, $f(x|C)$, ... поступают с верхних уровней либо накапливаются при обучении. В модели компоненты (x_1, x_2, \dots, x_n) вектора X описывают на входе нижнего когнитивного уровня локальный участок поля первич-

ных характеристик образа (напр., его темные или светлые участки). Если ответы *a* и *b*, полученные в результате принятия решения о восприятии объектов *A* и *B*, можно кодировать близкими числами u_a и u_b (ведь *A* и *B* сходны), то из одного вектора *X*, описывающего первичные характеристики образа на входе нижнего когнитивного уровня, получаем на входе следующего уровня значение компоненты $y_1 = u_a$ либо $y_1 = u_b$ нового вектора *Y*, который кодирует более сложные признаки образа объекта – линейные сегменты (скажем, линии того или иного наклона – «буквы»). Остальные значения компонент y_2, \dots, y_n вектора *Y* получаются из соседних элементов восходящего потока чувственных данных, описываемых остальными $m - 1$ векторами *X*. На ещё более высоком когнитивном уровне компоненты следующего вектора *Z* представляют образы нескольких линейных сегментов, объединяющихся в сложные формы, напр., нос, губы («слова»). А на выходе верхнего уровня возникает ответ, кодирующий уже не часть, а целостный многокомпонентный объект: например, лицо («фраза»). Т.е. каждый уровень имеет свой набор признаков объекта, и работает универсальный «языковой механизм восприятия»: сжатие входных данных при переходе от нижнего когнитивного уровня к верхнему. И для описания целостных образов неограниченного числа объектов достаточно иметь ограниченное число нейронов, детектирующих простые и универсальные для всех объектов признаки. В этом преимущество описания объектов на «зрительном языке мозга: буквы, слова, фразы» [см. исходное обоснование этого: Шендяпин, 2020].

Финансирование работы
Госзадание № 0138-2024-0012.

Измайлов Ч.А., Черноризов А.М. Векторная психофизиология и нейрофизиологический конструктивизм: зрительное восприятие как специфическая форма «языков мозга» // Векторная психофизиология: от поведения к нейрону. М.: Изд-во МГУ, 2018. С. 619-648.

Скотникова И.Г. Принятие решения – ключевое звено психической деятельности // Разработка понятий в современной психологии», т. 3 / Под ред. А.Л. Журавлева, Е.А. Сергиенко, Н.Е. Харламенковой, Г.А. Виленской. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2021. С. 162-200.

Шендяпин В.М. Разработка информационно-байесовской модели языка зрительного восприятия сложных объектов // Способности и ментальные ресурсы человека в мире глобальных перемен / Отв. Ред. А. Л. Журавлев, М. А. Холодная, П. А. Сабатош. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2020. С. 1784-1794.

Шендяпин В.М., Скотникова И.Г. Моделирование принятия решения и уверенности в сенсорных задачах. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015.

Шендяпин В.М., Скотникова И.Г. Расширение модели принятия решения и уверенности в сенсорных задачах на восприятие многопризнаковых перцептивных объектов // Лицо человека: познание, общение, деятельность / Под. ред. К.И. Ананьевой, В.А. Барабанищикова, А. А. Демидова. М.: Когито-Центр–Московский институт психоанализа, 2019. С. 151-164.

Bogacz R. Optimal decision-making theories: linking neurobiology with behavior // Trends in Cognitive Sciences. 2007. № 11. P. 118-125.

Clark A. Surfing Uncertainty: Prediction, Action, and the Embodied Mind. New York: Oxford University Press, 2016.

Marino J. Predictive Coding, Variational Autoencoders, and Biological Connections // Real Neurons & Hidden Units Workshop. 2019. @ NeurIPS.

ПОПЫТКА СДЕЛАТЬ ДВИЖЕНИЕ БЕЗ ДВИЖЕНИЯ: «ВНУТРЕННЕЕ» ИЛИ «ВНЕШНЕЕ» ДЕЙСТВИЕ?

Шишкин С.Л.¹
(sergshishkin@mail.ru)

Яшин А.С.^{1,2}
(yashinart1996@gmail.com)

Шевцова Ю.Г.¹
(shevtsova.jg@gmail.com)

Васильев А.Н.^{1,2}
(a.vasilyev@anvmail.com)

¹ *Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)*

² *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)*

В настоящее время в неинвазивных интерфейсах мозг-компьютер (ИМК) для подачи команды чаще всего используется представление (воображение) движений. Парализованные люди могут не только представлять, но и пытаться делать движение, и по некоторым данным этот способ взаимодействия с ИМК более эффективен, в частности в постинсультной реабилитации на основе ИМК [Bai et al., 2020]. В качестве модели таких попыток для здоровых людей были предложены квазидвижения – попытки совершения движения, уменьшаемые по специальной методике до исчезновения и движения, и активации мышц [Nikulin et al., 2008].

Мы показали, что испытуемые чаще воспринимают квазидвижения, в отличие от представления движений, именно как попытки совершения реальных движений, а не как попытки вообразить нечто, не происходящее в реальном мире [Yashin et al., 2023]. То, что мысленное представление движений, даже кинестетическое, связано с «уходом в себя», могло бы объяснить сравнительно невысокую эффективность ИМК на основе представления движений: пользователь ИМК должен отслеживать обратную связь при срабатывании интерфейса, однако известно, что выполнение «внутренних действий» мешает восприятию внешней информации (см. обзор в статье [Walcher et al., 2023]). Если при попытках совершения движений, в том числе при выполнении квазидвижений, внимание в большей мере направляется в реальный мир, эти виды действий могут лучше сочетаться с необходимостью отслеживать обратную связь.

Но не является ли и выполнение квазидвижений такой же «внутренней задачей», неблагоприятной для восприятия внешней информации? В данном исследовании мы решили проверить гипотезу о том, что квазидвижения меньше, чем представление движений, мешают глазодвигательной активности, на примере просаккадной задачи. Эта задача была выбрана в связи с тем, что одним из возможных применений ИМК является определение намерения при «глазоуправлении» (управлении с помощью намеренных движений глаз), однако сочетание с ним ИМК на основе представления движений пока что оказывалось особенно малоэффективным; в просаккадной задаче испытуемый также выполняет намеренные движения глаз. Такие задачи, возможно, пригодны и для моделирования движений глаз при восприятии обратной связи от ИМК.

Мы взяли за основу эксперимент [Walcher et al., 2023], в котором во время выполнения «внутренних задач» (арифметической и зрительно-пространственной) испытуемые должны были делать саккаду на целевой стимул, игнорируя дистрактор. В нашем случае роль «внутренней задачи» выполняют (в разных условиях) кинестетическое представление движений и квазидвижения, которым испытуемых обучают в первый день (по методике [Nikulin et al., 2008; Vasilyev et al., 2023]). Эксперимент с совмещением задач проводится во второй день. Качество выполнения квазидвижений и представления движений контролируется опросом, а также по электромиограмме (ЭМГ, где не должно быть существенного роста) и электроэнцефалограмме (ЭЭГ, где должно наблюдаться подавление сенсомоторных ритмов). Если квазидвижения, в сравнении с представлением движений, меньше затрудняют выполнение просаккадной задачи, это должно проявляться в более высокой точности ее выполнения (по айтрекерным данным), а также в субъективно меньших усилиях, прилагаемых испытуемыми для выполнения совмещенной задачи.

К настоящему времени эксперимент полностью (1+2 дни) прошли 5 испытуемых. Лишь один из них (недостаточно освоивший квазидвижения) оценил сложность выполнения совмещен-

ного задания как более низкую при представлении движения (34 по визуальной аналоговой шкале; 0 соответствовал большей сложности для совмещения саккад с квазидвижениями, 100 – с представлением движений). Остальные четверо испытуемых указали на значительно более высокую сложность представления движений (значения лежали в диапазоне от 83 до 94). Похожая картина наблюдалась при сравнении утомительности действий, совмещаемых с просаккадной задачей (0 – утомительность больше при квазидвижениях, 100 – при представлении движений): об утомительности квазидвижений сообщил испытуемый, недоосвоивший квазидвижения (оценка 2), еще у одного оценка сложности была приблизительно равна для обеих задач (0,48), остальных сообщили об утомительности представления движений – 0,72, 0,88, 1.

Таким образом, первые результаты подтверждают наши предположения о меньшей «интернализированности» квазидвижений в сравнении с мысленным представлением движений. Однако экспериментальные данные приводятся здесь лишь для иллюстрации методик – разумеется, делать выводы в отношении гипотез исследования можно будет только после набора достаточной выборки (запланировано участие 25 человек) и полного анализа данных.

Мы также разработали и реализовали методику эксперимента, в котором в реальном времени моделируется использование ИМК для усиления «глазоуправления»: испытуемые играют в игру, выбирая объекты на экране с помощью фиксаций взгляда, отслеживаемого айтрекером, и подтверждая выбор с помощью ИМК; сравнивается удобство использования интерфейса и результативность в игре при подтверждении выбора квазидвижением и представлением движения, которые распознаются классификатором ИМК по ЭЭГ.

Эксперименты и анализ данных предполагается полностью завершить ко времени проведения конференции. Если наши исследования подтвердят, что квазидвижения меньше отвлекают от глагодвигательных задач, чем мысленное представление движений, это создаст основу для принятия попыток выполнения движений как перспективного способа взаимодействия с неинвазивными ИМК.

Bai Z., Fong K. N.K., Zhang J.J., Chan J., Ting K.H. Immediate and long-term effects of BCI-based rehabilitation of the upper extremity after stroke: a systematic review and meta-analysis. J. Neuroeng. Rehabil. 2020. 17, 57. URL: <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00686-2>.

Nikulin V.V., Hohlefeld F.U., Jacobs A.M., Curio G. Quasi-movements: a novel motor-cognitive phenomenon. Neuropsychologia. 2008. 46. P. 727-742. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.008>

Yashin A.S., Shishkin S.L., Vasilyev A.N. Is there a continuum of agentive awareness across physical and mental actions? The case of quasi-movements. Consciousness and Cognition. 2023. 112. 103531. URL: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2023.103531>

Vasilyev A.N., Yashin A.S., Shishkin S.L. Quasi-movements and “quasi-quasi-movements”: does residual muscle activation matter? Life. 2023. 13, 303. URL: <https://doi.org/10.3390/life13020303>

Walcher S., Korda Ž., Körner C., Benedek M. The effects of type and workload of internal tasks on voluntary saccades in a target-distractor saccade task. PLoS ONE. 2023. 18. e0290322. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290322>.

МОДЕЛЬ ВОРОТ ВНИМАНИЯ, ИЛИ МНОГОЛЕТНИЙ ГАЗЛАЙТИНГ

Шишунова А.Н.¹
(shishunova-an@ranepa.ru)

Кулиева А.К.²
(almara.kulieva@gmail.com)

¹ *Российская академия народного хозяйства и государственной службы (Москва, Россия)*

² *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)*

Способность к выстраиванию субъективного времени играет ключевую роль во взаимодействии с окружающим миром и выполнении повседневных действий: от поддержания цикла сон-бодрствование до способности вовремя переходить дорогу и играть на музыкальных инструментах. Большая доля исследований в области проспективной оценки времени в качестве объяснительной модели использует модель ворот внимания (attentional gate model, AGM) [Zakay, Block, 1996].

AGM выстраивает объяснение проспективной оценки коротких временных интервалов через систему из нескольких блоков:

1. пейсмейкер, выдающий серию ритмичных импульсов;
2. ворота, регулируемые количеством внимания, направленного на течение времени;
3. хранилище, в котором импульсы накапливаются;
4. блок вынесения суждения.

Чем больше импульсов доходит до хранилища, тем субъективно длиннее становится временной интервал. Скорость работы пейсмейкера увеличивается при повышении уровня общей активации. Таким образом, количество накопленных в хранилище импульсов зависит от двух факторов: внимания, направленного на время, и уровня активации субъекта.

В поле эмпирических исследований восприятия времени существует множество работ, показывающих расширение субъективного времени при введении дополнительной когнитивной задачи [Politi et. al., 2018] или при повышении уровня активации различными механизмами [Tian et. al., 2019; Mella et. al., 2011]. В том числе проводилось ограниченное количество исследований, в которых изучалось взаимодействие моторики, когнитивной нагрузки и восприятия времени [D'Agostin et. al., 2023]. В настоящей работе мы хотели бы осветить некоторые недостатки как теоретической модели, так и ее эмпирических проверок. Во-первых, AGM в актуальном виде не оставляет возможности для попыток ее фальсификации и своим устройством может объяснить любые эмпирические данные. Так, замедление субъективного времени при выполнении моторной задачи можно объяснить повышением уровня активации, а ускорение времени – закрытием ворот вследствие переключения внимания на выполнение моторной задачи. Мы считаем, что AGM требует серьезного пересмотра и добавления дополнительных блоков для возможности не только объяснять, но и предсказывать человеческое поведение. Во-вторых, многие работы в качестве стимульного материала используют временные интервалы, длительность которых выходит за пределы теории AGM [Molet et. al., 2011].

Результаты нашей предыдущей работы показали, что более интенсивная моторная нагрузка в виде движений ногами приводит к «расширению», иначе говоря замедлению субъективного времени вне зависимости от направленности внимания (на моторную задачу или на задачу оценки времени). Исходя из полученных данных, мы выдвигаем следующую гипотезу: в условии высокого уровня общей активации изменения в направленности внимания не оказывают влияния на субъективное время.

В предыдущем дизайне мы контролировали распределение ресурсов внимания с помощью инструкции. В актуальной работе мы используем более «чистую» процедуру и операционализируем направление внимания сложностью дополнительной когнитивной задачи. В ходе планируемого эксперимента каждый испытуемый получит уникальный шанс почувствовать себя человеком-оркестром, который одновременно жонглирует апельсинами и едет на уницикле. В настоящий момент исследование находится на этапе сбора данных. Планируемый размер выборки – 30 человек.

В качестве моторной нагрузки мы используем ходьбу на беговой дорожке. Для проверки поставленной гипотезы необходима автоматизированная моторная задача, не привлекающая ат-

тенционные ресурсы. Скорость ходьбы подбирается индивидуально под каждого испытуемого так, чтобы она была максимально быстрой, но комфортной. Моторная задача выполняется в ходе всего эксперимента. Дополнительной задачей для переключения ресурсов внимания с течения времени выступает задача обратного отсчета с тремя уровнями сложности: – 1, – 2 и – 3. Для контроля выполнения задачи отсчет производится вслух.

С целью измерения оценки коротких временных интервалов до 3 секунд используется метод бисекции. Испытуемым предъявляются визуальные стимулы длительностью 0.4 секунды (короткий эталон) и 1.6 секунд (длинный эталон) по 5 раз в рандомизированном порядке для заучивания продолжительностей. После чего на экране показывают 7 различных длительностей: 0.4 с, 0.6 с, 0.8 с, 1 с, 1.2 с, 1.4 с и 1.6 с. Каждый стимул предъявляется по 10 раз, между пробами – крест-маска длительностью 0.5 секунд. Задача испытуемого – после предъявления каждого стимула классифицировать время его предъявления как более близкое к короткому или длинному эталонному интервалу нажатием кнопки геймпада. Эксперимент состоит из 9 блоков, между которыми повторяются эталонные интервалы. Таким образом, на каждого участника эксперимента приходится 630 проб. Такое количество испытаний необходимо для дальнейшего анализа полученных данных.

Ответы испытуемых «длинный» и «короткий» будут переведены в вероятность ответа «длинный» для каждого оцениваемого интервала по каждому испытуемому. Далее производится расчет точки субъективного равенства (point of subjective equality, PSE) для каждого испытуемого. Точкой бисекции является такое значение временного интервала, для которого вероятность ответа «длинный» равняется 0.5. Чем меньше значение PSE, т. е. чем раньше респондент начинает оценивать интервал как длинный, тем больше расширение его субъективного времени. Для проверки статистических гипотез будет использован дисперсионный анализ с повторными измерениями.

Полученные результаты позволят продвинуться в уточнении и переосмыслении модели вооружения, которая является ведущей в области проспективного восприятия времени и на данный момент обладает низкой предсказательной способностью.

D'Agostino O., Castellotti S., & Del Viva M.M. Time estimation during motor activity. Frontiers in human neuroscience. 2023. 17, 1134027.

Mella N., Conty L., & Pouthas V. The role of physiological arousal in time perception: psychophysiological evidence from an emotion regulation paradigm. Brain and cognition. 2011. 75(2). P. 182-187.

Molet M., Alessandri J., & Zentall T.R. Subjective time: cognitive and physical secondary tasks affect timing differently. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2011. 64(7). P. 1344-1353.

Polti I., Martin B., & van Wassenhove V. The effect of attention and working memory on the estimation of elapsed time. Scientific reports. 2018. 8(1). 6690.

Tian Y., Li L., Yin H., & Huang, X. Gender differences in the effect of facial attractiveness on perception of time. Frontiers in Psychology. 2019. 10. 1292.

Zakay D., & Block, R.A. The role of attention in time estimation processes. In Advances in psychology North-Holland. 1996. Vol. 115. P. 143-164.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКУЛЯРНОГО МИКРОТРЕМОРА ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Шошина И.И.¹

(i.shoshina@spbu.ru)

Косикова А.В.¹

(alisa_kosikov@mail.ru)

Карлова А.¹

(lessik_2002@mail.ru)

Федорова А.С.¹

(fedorovaa160@gmail.com)

Моритц А.А.¹

(moritzar@mail.ru)

Ляпунов И.С.²

(dc.cetsil@gmail.com)

*1 Санкт-Петербургский государственный университет,
Институт когнитивных исследований (Россия, Санкт-Петербург)*

2 Институт общей физики им. А.М. Прохорова, РАН (Москва, Россия)

Введение. Окулярный микротремор (ОМТ) – наименьшее из трех произвольных фиксационных микродвижений глаз в ряду: окулярный микротремор, дрейф, микросаккады. Треморные колебания глаз имеют среднюю частоту 87 Гц и амплитуду в 20-40′′. Результаты нескольких исследований, выполненных еще в 60-е годы XX века, демонстрировали взаимосвязь окулярного микротремора и остроты зрения, падающей при стабилизации изображения относительно сетчатки [Pritchard, 1961; Evans, 1965; Heckenmueller, 1965]. Согласно сформулированной в недавнем времени С.И. Ляпуновым [Ляпунов, 2018] модели треморного модуляционного сигнала (ТМС), треморные колебания глаз (ОМТ) при фиксации на деталях объекта обеспечивают суммацию возбуждения в пределах рецептивных полей. Во-вторых, треморный сигнал может существовать бесконечно долго на границе перепада яркости. Управление ОМТ осуществляется на уровне ствола головного мозга нейронами глазодвигательных ядер, ядра блокового, а также отводящего нервов. ОМТ, наряду с дрейфом, не поддается произвольному контролю, т.е. является произвольной окуломоторной активностью [Кубарко и др., 2009; Барабанщиков, Жегалло, 2014]. В настоящее время регистрация ОМТ находит применение в медицине как метод оценки глубины анестезии, прогнозирования выхода из комы [Bolger et al., 1999; 2000; Graham et al., 2023]. По данным литературы сниженная частота ОМТ, по сравнению со здоровым контролем, наблюдается у пациентов с рассеянным склерозом и болезнью Паркинсона. Ствол мозга и ретикулярная формация рассматриваются как один из возможных очагов патогенетического процесса у пациентов с шизофренией. Graham et al. [Graham et al., 2023] в своем обзоре акцентируют внимание на необходимости разработки методов регистрации ОМТ, оценке его особенностей при неврологических и психических расстройствах. Цель исследования – изучение особенностей окулярного микротремора при шизофрении.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 13 человек условно здорового контроля (31±10.4 лет), 13 пациентов (33.5±9.6 лет) с диагнозом параноидная шизофрения. Исследование одобрено этическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева. ОМТ фиксировали методом высокоскоростной видеорегистрации с помощью оригинальной оптической установки [Shoshina et al., 2023]. Оптическая установка является частью системы, включающей в себя лобно-подбородную подставку, осветитель, видеорегистратор и персональный компьютер с программным обеспечением, разработанным на основе языка Python.3, и публично доступными библиотеками обработки изображений и OpenCV анализа данных scipy. Видеозапись выполняли с наружной стороны глаза, объектом фиксации служили микрососуды склеры глаза. Продолжительность видеозаписи составляла 1.5 с. Информация записывалась в XY координатах матрицы видеокамеры регистратора с дискретностью, равной пикселю матрицы монитора компьютера. Погрешность измерений составляла 2%. Программно рассчитывали средние значения частоты и амплитуды ОМТ, спектр частоты и амплитуду в каждом спектральном диапазоне. Условно спектр ОМТ был разделен на диапазоны 0-40, 40-50,

50-60, 60-70, 70-100 и 100-110 Гц. Статистический анализ данных осуществляли с использованием многомерного дисперсионного анализа (MANOVA) и U-критерия Манна-Уитни пакета IBM SPSS Statistics 26.

Результаты статистического анализа свидетельствуют о значимом снижении частоты ($Z = -2.403$, $p = 0.016$; $F=9.191$, $p=0.008$) и повышении амплитуды ОМТ ($Z = -10.494$, $p<0.0001$; $F=129.382$, $p<0.0005$) при шизофрении, по сравнению с группой здорового контроля. Детальный анализ частотного спектра микротремора глаз показал, что у пациентов более выражена частота ОМТ в диапазоне 60-70 Гц ($Z = -2.466$, $p = 0.014$; $F=8.664$, $p=0.004$), по сравнению с контрольной группой. Также пациенты имели более высокие значения амплитуды ОМТ в диапазонах частоты 40-50 Гц ($Z = -4.265$, $p < 0.0001$; $F=28.195$, $p<0.0005$), 50-60 Гц ($Z = -7.371$, $p < 0.0001$; $F=50.691$, $p<0.0005$), 60-70 Гц ($Z = -9.995$, $p < 0.0001$; $F=96.805$, $p<0.0005$), 70-100 Гц ($Z = -10.342$, $p < 0.0001$; $F=120.53$, $p<0.0005$) и 100-110 Гц ($Z = -10.219$, $p < 0.0001$; $F=127,913$; $p<0.0005$).

Таким образом, у пациентов средняя частота ОМТ была ниже, чем у группы условно здорового контроля. При этом в спектре частоты ОМТ превалировал диапазон 60-70 Гц. Также у пациентов были зарегистрированы более высокие значения амплитуды в диапазоне частоты микротремора от 40 до 110 Гц, по сравнению с контрольной группой. Наблюдаемые отличия могут быть связаны с изменением тонуса моторных единиц и изменением активности α -мотонейронов ствола головного мозга, которые регулируют работу ядер глазодвигательного комплекса.

Заключение. Наблюдаемые характеристики ОМТ могут рассматриваться как свидетельства повышения уровня активности ретикулярной формации ствола головного мозга при шизофрении, как потенциальные маркеры патологического процесса. В связи с этим представляют интерес дальнейшие исследования по регистрации этих параметров на разных стадиях заболевания, в условиях различной антипсихотической терапии, длительности заболевания и выраженности симптоматики.

Финансирование работы

Исследование выполнено при поддержке РНФ (проект № 24-25-00494).

Pritchard R.M. Stabilized images on the retina. Scientific American 204(6). P. 72-79.

Evans C.R. 1965. Some studies of pattern perception using a stabilized retinal image. British Journal of Psychology. 1961. 56(2-3). P. 121-133.

Heckenmueller E.G. Stabilization of the retinal image: A review of method, effects, and theory. Psychological bulletin. 1965. 63(3). P. 157-166.

Ляпунов С.И. Реакция зрительной системы на синусоидальную волну для различных внешних условий. Оптический журнал. 2018. 85(2). P. 48-54.

Кубарко А.И., Лихачев С.А., Кубарко Н.П. Зрение (нейрофизиологические и нейроофтальмологические аспекты). Минск: БГМУ, 2009. Т. 2. 352 с.

Барабаничиков В.А., Жегалло А.В. Айтрекинг: Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. М.: Когито-Центр, 2014. 128 с.

Bolger C., Bojanic S., Sheahan N.F., Coakley D., Malone J.F. Ocular microtremor in patients with idiopathic Parkinson's disease. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1999. 66(4). P. 528-531.

Bolger C., Bojanic S., Sheahan N., Malone J., Hutchinson M., Coakley D. Ocular microtremor (OMT): a new neurophysiological approach to multiple sclerosis. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2000. 68(5). P. 639-642.

Graham L., Das J., Vitorio R. et al. Ocular microtremor: a structured review. Exp Brain Res. 2023. 241. 2191-2203.

Shoshina I., Kosikova A., Karlova A., Lyapunov I., Guseinova Z., Ivanov M., Lyapunov S. Optical registration of eye microtremor: results and potential use. Procedia Computer Science. 2023. 225C. 3832-3838.

МЕЖПОЛУШАРНАЯ АСИММЕТРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РИТМОВ ЭЭГ ПРИ КОГНИТИВНОМ И ПОВЕДЕНЧЕСКОМ ПРОБУЖДЕНИИ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПСИХОМОТОРНОГО ТЕСТА

Яковенко И.А.
(irinayakovenko@mail.ru)

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия)

Проблема межполушарной асимметрии остается актуальной в настоящее время. Результаты клинических наблюдений и психологических исследований свидетельствуют о том, что в обеспечении любой психической функции принимает участие весь мозг (как корковые, так и подкорковые образования), при этом полушария или их отделы вносят свой специфический вклад в осуществление данной функции. В основном проблему латерализации полушарий рассматривали в приложении к высшим психическим функциям в бодрствующем состоянии. Тем не менее в настоящее время проводятся исследования межполушарной асимметрии во сне по различным показателям, как на животных, так и на людях. В работе [Voss, 2010, с. 23-56] процесс пробуждения разделен на два временных эпизода. Первый – человек реагирует на внешние раздражители, но не отвечает двигательной реакцией, второй – человек может совершать движение в ответ на приходящий стимул.

Цель исследования – изучение межполушарной асимметрии ЭЭГ здорового человека при когнитивном и поведенческом пробуждении из II стадии дневного сна при выполнении психомоторного теста. Задача – исследование амплитудно-амплитудного взаимодействия (cross-frequency coupling) ритмов ЭЭГ в этих же условиях.

Регистрировалась многоканальная ЭЭГ во время выполнения испытуемыми психомоторного теста. Испытуемые должны были нажимать на кнопки по 10 раз поочередно то правой, то левой рукой. Нажатия длились до момента засыпания. В инструкции специально оговаривалось дальнейшее продолжение нажатий после пробуждения. Полученные отрезки ЭЭГ обрабатывали с помощью непрерывного вейвлет-преобразования на основе «материнского» комплексного Morlet-вейвлета. По всем выделенным отрезкам ЭЭГ строили карты распределения значений мощности коэффициента вейвлет-преобразования (КВП) в полосе 0.5-40 Гц с шагом 0.5 Гц и разрешением по времени 1 мс. Для каждого испытуемого КВП усредняли по числу его пробуждений в эксперименте. Далее проводили усреднение КВП в частотных диапазонах дельта (0.5-3.5 Гц), тета (4-7.5 Гц), альфа (8-13.5 Гц), бета (14-19.5 Гц) и гамма (20-40 Гц). Полученные величины усредняли посекундно для каждого из выбранных десятисекундных интервалов. Для оценки амплитудно-амплитудного взаимодействия ритмов ЭЭГ использовали коэффициент корреляции Кендалла. Для выявления регионарных особенностей взаимодействия ритмов ЭЭГ использовались матрицы (5 × 5 – по числу ритмов) коэффициентов корреляции между основными частотными диапазонами колебаний ЭЭГ.

Было показано, что пятисекундный отрезок, характеризующий когнитивное пробуждение, продемонстрировал 10 связей ритмов ЭЭГ в левом полушарии и 9 связей в правом по интегральному показателю. В основном все связи ритмов наблюдались симметрично (в обоих полушариях). Выявлена одна асимметричная связь тета-бета ритмов в левом полушарии.

Изучение связей ритмов в отдельных областях коры больших полушарий выявило наибольшее различие во взаимодействии ритмов в отведениях С3-С4, Р3-Р4 и О1-О2: в правом полушарии в соответствующих отведениях связей существенно больше. Различие достигается за счет уменьшения числа связей дельта-ритма с бета и гамма ритмами в левом полушарии.

При поведенческом пробуждении выявлена межполушарная асимметрия по интегральному показателю, которая формируется за счет связей дельта-тета, дельта-гамма и альфа-гамма в правом полушарии мозга.

Исследование числа связей ритмов ЭЭГ в отдельных областях мозга несколько дополнило полученную картину межполушарной асимметрии. Ожидаемо мы наблюдали количественное преобладание связей в правом полушарии в отведениях F4, С4, Р4, Т6, О2. Но при этом обнаружилась левосторонняя асимметрия в отведениях FР1 и Т3. Асимметрия формировалась большим разнообразием связей ритмов в обоих полушариях.

Итак, когнитивное пробуждение на общем фоне большого числа связей ритмов ЭЭГ в обоих полушариях сопровождалось наличием связи тета-бета ритмов в левом полушарии. Поскольку мы анализировали только случаи выхода из второй стадии сна, сопровождающиеся нажатием на

кнопку правой рукой, возможно, здесь еще раз запускается инструкция. А поскольку нажатие производится правой рукой, то соответственно, активируется левое полушарие.

Поведенческое пробуждение протекало на фоне преобладания числа связей ритмов по интегральному показателю в правом полушарии. Это связи дельта-тета, дельта-гамма и альфа-гамма, которые не наблюдались в левом полушарии. Отталкиваясь от положения о том, что дельта и альфа ритмы отражают функционирование таламо-кортикальной корково-подкорковой системы, а тета – кортико-гиппокампальной, можно сделать предположение о совместной работе двух вышеупомянутых систем в случае наличия связи дельта-тета. Объединение дельта и альфа ритмов с гамма, вероятно, свидетельствует о большей активации таламо-кортикальной системы в отношении правого полушария по сравнению с левым. В работе (Chen et al., 2022:82) говорится о том, что гамма-ритмы свидетельствуют о повышенной активности при аффективных и когнитивных функциях, в частности сенсорном восприятии, внимании, принятии решений и формировании памяти.

Выявлена асимметрия как интегральных, так и единичных показателей взаимодействия амплитудно-амплитудных связей ритмов ЭЭГ как при когнитивном, так и при поведенческом пробуждении во время выполнения психомоторного теста.

Voss U. Change in EEG pre and post awakening. International review of neurobiology. 2010. 93. P. 23-56.

Chen B., Ciria L.F., Hu C., Ivanov P.C. Ensemble of coupling forms and networks among brain rhythms as function of states and cognition. Communications Biology. 2022. 5. Article number: 82.

ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ И РОБОТЫ: СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ

Яхно В.Г.¹

(yakhno@ipfran.ru)

Станкевич Л.А.²

(stankevich_lev@inbox.ru)

¹ *Институт прикладной физики имени А. В. Гапонова-Грехова РАН (Нижний Новгород, Россия)*

² *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)*

Живую систему можно рассматривать как механизм, состоящий из связанных, квазинеzáвисимых и перенастраиваемых модулей, который выполняет необходимые для рассматриваемой системы операции распознавания на пути преодоления «препятствий» для достижения поставленных целей. Такие системы имеют иерархическое строение из составляющих её подсистем. При этом, как исходная система в целом, так и элементы её иерархии, выполняют обработку внешних и внутренних сенсорных сигналов, операции принятия решений. Использование физической методологии при описании живых систем связано с введением различных версий «базовых моделей», решения которых адекватно описывают динамические режимы поведения экспериментальных прототипов. Схема П.К. Анохина позволяет продемонстрировать существование важнейшего признака живой системы – опережающее отражение входного сигнала. В работах А.М. Иваницкого [Иваницкий] такое отражение реализуется в возвратных циклах входного сенсорного сигнала (или re-entry по Дж.М. Эдельману). В.Я. Сергин [Сергин, 1998; Сергин, 2020] ввел циклы самоотождествления. Ряд исследователей [ВП СССР; Яхно, 2000; Yakhno, 2021] переводят различные исходно сложные схемы в упрощенные модельные версии. Например, анализ экспериментальных данных проводится через понятия об «уровнях значимости обобщенных средств управления» [ВП СССР] или через «ресурсные диаграммы» [Яхно, 2000; Yakhno, 2021]. Удастся ввести формализованные определения для основополагающих режимов поведения живых систем [Иваницкий; Сергин, 1998; Сергин, 2020; ВП СССР; Яхно, 2000; Yakhno, 2021]: а) бессознательное восприятие основано на прошлом опыте успешного выполнения необходимых системе функциональных операций и запускается малой величиной ошибки; б) элементарный процесс «сознания» (или «осознания») связан с внутренней имитацией образа входного сенсорного сигнала при ошибках в заданном для настроек диапазоне. Такие настройки ориентированы на процессы оптимизации (через циклы настройки) и повышение точности работы распознающего модуля; в) интуитивное восприятие обеспечивается обучающими сигналами из «внешней» для обучающейся системы среды, в том числе и через стрессовые состояния [Yakhno, 2021]. На основе базовых моделей приведены примеры языка описания динамических режимов, адекватные изучаемой жизненной ситуации. Такой язык снимает «туман загадочности» с широкого круга экспериментальных данных (например, [Вартанов; Природа сознания; Анохин, 2021; Анохин, 2023; Беседа Александра Сергеева с Константином Анохиным]). При этом, несомненно, остается возможность уточнения полученного описания, как через коррекцию методики эксперимента, так и через коррекцию выбираемых базовых моделей и множества их решений. Разработка и анализ базовых моделей для изучения механизмов функционирования живых систем и структур их коллективной активности в популяциях имеет, по мнению авторов, широкие перспективы для развития.

Роботы, по существу, являются физическими моделями живых существ. В плане поиска сходства и различий с живыми системами интересны не простые роботы-манипуляторы или тележки с программным или адаптивным управлением, а сложные роботы с интеллектуальным управлением. Поскольку самой сложной живой системой является человек, его физической моделью можно считать гуманоидного робота, поскольку он похож на человека не только по форме, но и по закладываемым в него, схожим с живым прототипом, способностям и режимам поведения. Разум человека позволил ему иначе воспринимать мир, чем другим высокоразвитым живым системам или искусственным системам, таким как роботы, и действовать в нем. По аналогии с мозгом и разумом человека имеет смысл говорить об искусственном мозге и разуме гуманоидного робота. При этом можно считать, что искусственный мозг является носителем искусственного разума. Понятие искусственного мозга было использовано в ряде работ, например, в работе [Taylor], где описан проект искусственного мозга COGMOS. Понятие искусственного разума было введено в

работе [Станкевич, 2012], где предлагалось рассматривать искусственный разум как техническую имитацию (воспроизведение) разумного поведения человека. Такая имитация наиболее перспективна для будущей гуманоидной робототехники. Оснащение гуманоидного робота искусственным разумом с когнитивными и креативными способностями позволит обеспечить ему действительно человекоподобное поведение, благодаря чему он может стать не только помощником, но и другом человека [Станкевич, 2019]. Наряду с искусственным разумом, было введено понятие искусственной психики [Шумский], которая, по мнению автора, является единой системой, объединяющей освоенные машинами когнитивные навыки. Предполагается, что искусственная психика, как архитектура, может быть новой операционной системой роботов, способной обучаться множеству профессий, подобно тому, как это делают люди. В определенной степени, это соответствует концепции искусственного разума. Искусственный мозг – техническая реконструкция мозга человека, которую пытаются создать специалисты по искусственному интеллекту и робототехнике в сотрудничестве с нейробиологами. В идеале он должен быть действующей моделью мозга человека. По аналогии с главной единицей клеточных структур мозга – нейроном, искусственный мозг должен быть реализован на искусственных нейроноподобных элементах. Искусственный разум основан на технической имитации разумного поведения человека, включая режимы мышления и сознания. При этом искусственный разум проявляется как результат работы искусственного мозга.

В плане сходства и отличия человека и робота очень важно определить, что такое мышление и сознание в технической модели и найти соответствия им в живом прототипе. Сознание можно определить, как элементарные акты (режимы) настроек в многоэтапной процедуре достижения тех целей, которые воспринимаются разумом. При этом мышление можно определить, как реализацию психических процессов целенаправленной обработки информации для достижения исходно поставленных различных задач. Если возможно моделировать мышление (как цепочки этапов достижения промежуточных целей), то можно моделировать и сознание (как элементарные акты настроек или контроля). Конечно, эти определения могут вызвать критику, как психологов и физиологов, так и специалистов по искусственному интеллекту, но они могут быть отправной точкой для сопоставления модельных схем функционирования живого в системах искусственного разума. Пока тело человека является более совершенным, чем тело гуманоидного робота. Но уже созданы и постоянно совершенствуются роботы с человекоподобным скелетом и искусственными мышцами, что позволит им иметь гибкость и реактивность движений сравнимую с человеческими. Искусственный мозг и разум неизбежно будут созданы сотрудничеством ученых, инженеров и программистов. Сначала будут моделироваться некоторые изученные когнитивные функции и процессы восприятия информации и формирования поведения искусственных существ (роботов, например). Затем, вероятно, настанет черед моделирования мышления и сознания, как основы искусственного разума. И, наконец, будет создана система искусственного разума для гуманоидных роботов, которая получит способности креативности и автономного саморазвития, которые могут обеспечить каждому из них собственное «Я». Важно только, чтобы искусственные, технические системы под управлением людей сохраняли человеческое понимание о безопасных условиях жизни для всего разнообразия уже существующих Земных цивилизаций.

Анохин К.В., Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания. // Журн. высш. нерв. деят. 2021. Т. 71. № 1. С. 39-71

Анохин К.В. Мозг для искусственного интеллекта, искусственный интеллект для мозга. 22 дек. 2023 г. // I Всероссийская школа-семинар Национального центра физики и математики для студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов по искусственному интеллекту и большим данным в технических, промышленных, природных и социальных системах. Саров, 2023 г. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PFRRRiY3MIE>.

Вартанов А.В. Механизмы семантики: сознание – мозг. М.: Акрополь, 2023. 399 с.

ВП СССР, Основы социологии, Санкт-Петербург, 2010. URL: <http://kob.su/kobbooks/osnovy-sotsiologii>.

Иваницкий А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов / Главная загадка природы: как на основе работы мозга возникают субъективные переживания // Психологический журнал. 1999. Т. 20. № 3. С. 93-104.

Природа сознания. Беседы Далай-ламы с российскими учеными // Материалы Первой международной конференции «Фундаментальное знание: диалог российских и буддийских ученых». Ав-

густ 2017 г. М.: Фонд «Сохраним Тибет», 2023. 400 с.

Сергин В.Я. Психофизиологические механизмы осознания: гипотеза само-отождествления // Журн. выш. нерв. деят. 1998. 48 (3). С. 558-571.

Сергин В.Я. Автоотождествление и сенсорно-моторное повторение как физиологические механизмы сознания // Журн. выш. нерв. деят. 2020. 66 (2). С. 1-20.

Станкевич Л.А., Юревич Е.И. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике. 2012. 166 с.

Станкевич Л.А. Когнитивные системы и роботы: монография. Издательство Политехнического университета. 2019. 630 с.

Шумский С.А. Машинный интеллект. Очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта. М.: РИОР, 2019. 340 с.

Яхно В.Г., Нуйдель И.В., Тельных А.А., Бондаренко Б.Н., Сборщиков А.В., Хилько А.И. «Способ адаптивного распознавания информационных образов и система для его осуществления». Российский патент на изобретение №2160467 от 10.12.2000г.; United States Patent № US 6,751,353 B1 Jun/ 15, 2004.

Yakhno, S. Parin, S. Poleyaya, I. Nuidel and O. Shemagina, *Who Says Formalized Models are Appropriate for Describing Living Systems?* // *Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research IV*. 2021. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-60577-3>.

Taylor J.G. *On artificial brains / Neurocomputing*. 2010. 74. P. 50-56.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ячная В.О.^{1,2}

(yachnaya_valeria@infran.ru),

Михалькова М.А.¹

(mikhalkova_maria@infran.ru),

Малашин Р.О.¹

(malashinroman@infran.ru)

¹ Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН (Санкт-Петербург, Россия)

² Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (Санкт-Петербург, Россия)

Болезнь Альцгеймера является одной из основных причин когнитивных нарушений у пожилых людей. До возникновения проблем с памятью происходят микроскопические изменения, связанные с гибелью клеток, что может быть видно на снимках магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга. Поэтому модели машинного обучения и компьютерного зрения предоставляют большой потенциал для выявления даже незначительных изменений тканей.

Данная работа посвящена анализу эффективности системы автоматического выявления признаков когнитивных нарушений на примере этой болезни. Исследуется работа системы, основанной на трехмерной свёрточной нейронной сети. Для достижения обобщаемости мы уделяем особое внимание составу используемых для обучения и тестирования модели баз данных (БД), поскольку разрабатываемая система должна быть универсальна и применима к широкому спектру возможных анализируемых данных вне зависимости от антропометрии субъекта.

Были выбраны широко используемые международные базы данных, составленные для исследования болезни Альцгеймера: ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative), OASIS (Open Access Series of Imaging Studies). Для тестирования системы дополнительно используются данные, независимо собранные в российских медицинских исследовательских учреждениях.

В данном исследовании система обучается распознавать три когнитивных состояния: когнитивно нормальный, умеренные когнитивные нарушения, болезнь Альцгеймера. Обучающие выборки были составлены таким образом, чтобы для каждого из трех когнитивных состояний было равное соотношение количества пациентов по полу, а также был равен их средний возраст (77 лет).

За основу для работы была выбрана модель, представленная у Liu S. 2019. Она основана на свёрточной нейронной сети, адаптированной для работы с трехмерными данными.

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты: при тестировании системы на различных тестовых выборках точность определения когнитивного состояния варьируется в диапазоне от 69,1% (на международных БД) до 95% (на российских БД). Широкий диапазон точности может быть связан с несбалансированностью тестовых выборок с точки зрения среднего возраста пациентов.

Стоит отметить, что при определении промежуточного состояния (умеренные когнитивные нарушения) эффективность системы ниже, чем при определении граничных состояний (когнитивно нормальный и болезнь Альцгеймера). Так, на международных БД умеренные когнитивные нарушения определяются с точностью в среднем 60%, а когнитивно нормальное состояние и болезнь Альцгеймера – в диапазонах 70-73% и 74-78% соответственно.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2020-921 от 13.11.2020 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Павловский центр "Интегративная физиология – медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям стрессоустойчивости"».

Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. URL: <https://adni.loni.usc.edu/>.
Open Access Series of Imaging Studies. URL: <https://www.oasis-brains.org/>.
Liu S., Yadav C., Fernandez-Granda C., Razavian N. On the design of convolutional neural networks for automatic detection of Alzheimer's disease. ML4H@NeurIPS. 2019. URL: https://arxiv.org/pdf/1911.03740.pdf.

ПЛОХОЕ ГЛАЗОУПРАВЛЕНИЕ УКАЗЫВАЕТ НА ГРАНИЦУ МЕЖДУ ВОСПРИЯТИЕМ И ДЕЙСТВИЕМ

Яшин А.С.

(yashinart1996@gmail.com)

Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия)

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Москва, Россия)

В когнитивной науке возможно разделить три домена: восприятие, познание и действие. Каждому домену соответствует набор феноменов и свой ментальный словарь, содержащий названия состояний с определенной функциональной ролью. Воспринимая, агент видит, замечает или различает объекты; познавая, он думает, понимает или вспоминает; действуя, он движется, принимает решения или считает в уме. Нейронные реализации доменов тесно связаны [Gottlieb, 2007], но физиологическое рассмотрение недостаточно для создания общей теории разума. Исследователям необходимо понять, где проходят границы между доменами на уровне сознательной жизни агента, или показать, что ментальный словарь непригоден для общей теории.

В литературе имеет место дискуссия о существовании границы между восприятием и познанием. Одна из новейших попыток проведения этой границы была предпринята Н. Блоком, который заявил о раздельности доменов на основании массива экспериментальных данных [Block, 2023]. Признавая редкое влияние познания на восприятие, Блок подмечает, что восприятие иконично и не включает пропозиций и понятий. Аналогичная задача по поиску границы может быть поставлена для восприятия и действия. Странники сильной теории воплощенного познания полагают (см. [Shapiro and Spaulding, 2021]), что восприятие – это часть взаимоотношений организма со средой, и поэтому оно должно пониматься как проявление способности действовать. Теоретики вычислительной теории разума ищут промежуточные прагматические репрезентации, которые связывают восприятие и действие через аффордансы [Nanay, 2013]. Впрочем, эти подходы не стремятся объяснить специфику субъективного опыта: для нас существует четкая разница между простым наблюдением и намеренным деланием чего-либо. На эту разницу не раз указывали исследователи субъективного опыта действия [Bayne, 2008; O’Shaughnessy, 1967]. Когда мы действуем, наше ментальное содержание направлено на изменение мира или нашего собственного состояния, а в случае восприятия в ментальном содержании представлено актуальное состояние мира.

Далее мы покажем, что моделью для исследования границы между восприятием и действием может стать глазоуправление. Для начала определим место движений глаз в когнитивной архитектуре агента. С одной стороны, через поведение глаз осуществляется восприятие. Такое поведение отлично от действий: большая часть движений происходит без контроля агента. Его глаза совершают саккады и задержки, формируя часть перцептивного ментального содержания. С другой стороны, агент способен перехватывать управление взглядом. Так он направляет и концентрирует свое внимание, то есть производит изменения в восприятии. Иногда контроль конкурирует с поведением взгляда: примером такой ситуации служит антисаккадическая задача [Munoz and Everling, 2004]. В этой парадигме агент должен отводить взгляд от нового стимула, на который взгляд склонен переводиться автоматически. Намеренно отводя или задерживая взгляд на объекте, агент прилагает усилие. Тем не менее это действие направлено на изменение его внутреннего состояния, а не мира: оно совершается для контроля над вниманием, метакогнитивного контроля. В особых случаях движения глаз все же оказываются направлены на изменение мира. Агент может использовать взгляд, чтобы привлечь внимание другого существа к некоторой вещи или подавать иные социальные сигналы – например, демонстрировать негодование, закатывая глаза.

Однако именно технологии глазоуправления используют взгляд как полноценное средство влияния на мир. Допустим, агент имеет возможность выбирать объекты на экране с помощью взгляда. Рассмотрим два способа глазоуправления: пусть в одном случае для выбора объектов используется классификатор, отличающий намеренные задержки взгляда от ненамеренных, а в другом случае выбор объекта осуществляется с помощью задержки взгляда определенной длины. Хороший классификатор позволит агенту напрямую выбирать объект. Ему не придется думать о том, что осматривание экрана и намеренный выбор объекта реализуются аналогичным образом, и поэтому могли бы смешаться – действие и восприятие остаются раздельными. Напротив, без классификатора появляется возможность их смешения. Длинная задержка взгляда может быть ложно

распознаваема как команда к выбору. В литературе этот феномен получил название «проблемы прикосновения Мидаса» [Jacob, 1995], по аналогии с мифическим царем, превращавшим в золото все, чего он касался. Отдельные случаи того же вида возникают и при социальном взаимодействии, когда задумчивый агент случайно привлекает внимание собеседников к вещи, на которую он случайно засмотрелся. Для устранения ошибок агенту придется учитывать, что при осмотре экрана его глаза движутся и имеют некое положение: он будет вынужден «ощупывать» экран глазами так, как ощупывает поверхности рукой. Заметим, что речь идет не об избегании определенной области в поле зрения, а о том, *каким образом* агент управляет взглядом.

В рамках глазоуправления описанное положение дел нежелательно: усилия разработчиков направлены на решение проблемы прикосновения Мидаса. Тем не менее «сломанный» контроль может быть использован для других исследований: он позволяет агенту осознать глазные движения как подлинные телесные действия. Ментальные процессы, которые ранее относились к восприятию, внезапно примыкают к контролю над телом. Контрастирование такого вида внешнего контроля с глазоуправлением, лишенным ненамеренных активаций, позволило бы изучить различия между опытом действующего и воспринимающего агента. Для этого могли бы подойти опросники или психофизические методы вроде ментальной хронометрии, которые недавно были опробованы на саккадах [Gutzeit et al., 2024]. Следует ожидать, что движения глаз при плохом глазоуправлении будут проявлять характеристики намеренных телесных движений, в то время как обычные саккады не будут вызывать хронометрических эффектов сближения между действием и его последствием, как у Гутцайт и коллег.

Затрудненное глазоуправление стоит полагать бессмысленным с практической точкой зрения, но оно могло бы дать сведения о том, как аналогичное ментальное содержание переходит из домена восприятия в домен действия – а быть может, и обратно, если агенту удастся автоматизировать длину задержек взгляда. Такие переходы позволили бы получить новые данные о границе между восприятием и действием.

Финансирование работы

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант №22-19-00528.

Bayne T. The Phenomenology of Agency. Philos. Compass 3(1). P 182-202.

Block N. The border between seeing and thinking. New York: Oxford University Press.

Gottlieb J. From Thought to Action: The Parietal Cortex as a Bridge between Perception, Action, and Cognition. Neuron 53(1). P. 9-16.

Gutzeit J., Weller L., Muth F., Kürten J., Huestegge L. Eye did this! Sense of agency in eye movements. Acta Psychol. (Amst). P. 243.

Jacob R.J.K. Eye Tracking in Advanced Interface Design. In: W. Barfield, T. Fumess (eds.) Virtual Environments and Advanced Interface Design. New York: Oxford University Press. P. 258-288.

Munoz D. P., Everling S. Look away: The anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. Nat. Rev. Neurosci. 5(3). P. 218-228.

Nanay B. Between Perception and Action. Oxford: Oxford University Press. 2013.

O'Shaughnessy B. Observation and the Will. J. Philos. 60(14). P. 367-392.

Shapiro L., Spaulding S. Embodied Cognition. In: E. N. Zalta (ed.) Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/embodied-cognition/>.

O'Shaughnessy B. 1967. Observation and the Will. J. Philos. 60(14). P. 367-392.

Shapiro L., Spaulding S. 2021. Embodied Cognition. In: E. N. Zalta (ed.) Stanford Encyclopedia of Philosophy. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/embodied-cognition/>.

СОДЕРЖАНИЕ

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ / SPOKEN PAPERS

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Abutalebi J.</i> Preventing Dementia through Bilingualism.....	6
<i>Kitayama S.</i> Beyond East and West: Does Culture Matter in Understanding Human Behavior?.....	7
<i>Mazzoni G.</i> Remembering (Almost) Every Day of Life: the Knowns and Unknowns of Highly Superior Autobiographical Memory.....	8
<i>Valdes-Sosa M.</i> Title of the talk: Experimental and Neurocomputational Studies of the Hemispheric Lateralization of Visual Functions	9
<i>Куреев М.В.</i> Механизмы торможения в обеспечении деятельности человека.....	10
<i>Абрамова В.Д.</i> Динамическое изменение нейроваскулярной связи у пациентов с хроническим нарушением мозгового кровообращения в анамнезе: исследование фМРТ в покое и мозговой перфузии.....	11

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Агеев Н.Я., Дубовик И.А., Аракелова Д.А.</i> Влияние особенностей темперамента и эмоциональных переживаний на предпочтение видеоигр разных жанров.....	13
<i>Александров Ю.И.</i> Процессы индивидуального и эволюционного развития: системная комплементарность и разнообразие	15
<i>Аллахвердов В.М.</i> Законы работы сознания. От теории к проверяемым следствиям	17
<i>Ананьева К.И.</i> Индивидуальный характер эффекта гомогенности аутгруппы	19
<i>Андреева И.Г., Тимофеева О.П.</i> Особенности восприятия звуковых эмоционально-негативных сигналов в группах испытуемых разного пола и возраста.....	21
<i>Антонец В.А.</i> О влиянии физических факторов на топологию, локомоции и познавательные способности многоклеточных животных	23
<i>Антонец В.А., Антонец М.А.</i> Измеримая оценка релевантности экспертов и включаемых ими объектов в базы обучающих данных для искусственного интеллекта	25
<i>Апанович В.В.</i> Факторы различия структур индивидуального опыта у индивидов с различными типами ментальности.....	26
<i>Атакуев М.Н.</i> Социально-культурные аспекты концептуализации внутрителесных ощущений	28
<i>Бабанова К.Ю., Анисимов В.Н., Латанов А.В.</i> Длительность фиксации при чтении и когнитивный компонент интереса.....	30
<i>Балцат К.И., Горелик С.Л.</i> Разработка интеллектуальной системы с возможностью генерации и персонализации под пользователя вопросов на основе учебных материалов	31
<i>Барышников П.Н.</i> Языковое «архэ» в терминах структурно-функционального редукционизма	33
<i>Баулина М.Е., Косоногов В.В.</i> Особенности распознавания эмоциональных выражений лиц детьми с дискалькулией	35
<i>Безруких М.М., Комкова Ю.Н., Бабанова К.Ю., Рябкова Т.С.</i> Окуломоторная активность и вегетативное обеспечение когнитивной деятельности при цифровом чтении у подростков 15 лет.....	37
<i>Bergelson M., Kibrik A.</i> Cognitive Interpretation of Variation in a Moribund Language: the Case of Alaskan Russian.....	39

<i>Берлин Хенис А.А., Пучкова А.Н., Кащенко Е.С., Лебедева М.Ю.</i> Метакогнитивные читательские стратегии: анализ данных самоотчета и глазодвигательного поведения российских школьников	41
<i>Бессонова Ю.В.</i> Индекс соотношения фокальных и амбьентных фиксаций при оценке распределения внимания	43
<i>Блинов Д.А., Плескачева М.Г., Малыгин В.М.</i> Модель для оценки исследовательской активности и быстрого однодневного обучения грызунов разных видов в среде, неоднородной по освещенности и наличию корма	45
<i>Блинова О.В., Панкратьева А.А.</i> Специальные знания и их применение в эксперименте по выявлению неопределенных контекстов русскоязычными юристами	47
<i>Бондарь А.Т.</i> Фактор времени в процессах обучения и памяти	49
<i>Борисова В.А., Колесникова А.Б., Омельченко М.А., Федорова О.В.</i> Интонационные особенности речи пациентов с расстройствами шизофренического спектра	51
<i>Бородин Н.С., Кузнецов С.О., Громов В.А., Данг К.Н., Коган А.С.</i> Широкомасштабная структура естественного языка	53
<i>Борщевский И.С.</i> История становления тифлокомментирования (аудиоописания) как вида интерсемиотического перевода	55
<i>Букинич А.М.</i> Связь результатов нейропсихологического обследования с нахождением общего в последовательно предъявляемых стимулах у младших школьников	57
<i>Булава А.И., Александров Ю.И.</i> Формирование индивидуального опыта как способ комплексного нефармакологического воздействия на состояние организма	59
<i>Валуева Е.А.</i> Инкубационный период при решении дивергентных задач: проверка предсказаний модели осознания	61
<i>Варламов А.В.</i> Искажения ментальной репрезентации тела после серии погружений в VR	63
<i>Васюкова Е.Е.</i> Эвристическая функция вопроса в мышлении	65
<i>Введенский В.Л., Верхлютов В.М., Гуртовой К.Г.</i> Процесс распознавания слов сопряжен с переключениями режима колебаний на значительной части коры мозга	67
<i>Велис Л.А.</i> Цветовая лексика в описании запаха	69
<i>Витяев Е.Е.</i> Формализация сознания как механизма разрешения противоречий	71
<i>Гаврилов В.В.</i> Связанные с поведением потенциалы мозга и ультразвуковая вокализация у крыс при реализации одного и того же инструментального пищедобывательного поведения индивидуально и совместно (при наблюдении, кооперации и альтруизме)	73
<i>Гальперина Е.И., Кручинина О.В.</i> Изменения ССП у детей 4-6 лет при определении тематических ролей в предложениях с прямым и обратным порядком слов	75
<i>Герасименко Н.Ю., Кушнир А.Б., Михайлова Е.С.</i> Сравнительный анализ влияния предшествующих дистракторов – изображений животных и предметов – на базовую и суперординатную категоризацию зрительных стимулов	77
<i>Герасимов Е.И., Пчицкая Е.И., Власова О.Л., Безпрозванный И.Б.</i> Анализ активности гиппокампальных нейронных ансамблей in vivo у мышей с генетической моделью болезни Альцгеймера	79
<i>Герасимов К.А., Добрякова Ю.В., Короткова Т.А., Корягина А.А., Маркевич В.А., Большаков А.П.</i> Активация WNT каскада приводит к частичной компенсации нарушений, вызванных холинергической дисфункцией у крыс	81
<i>Гершкович В.А., Морошкина Н.В., Замковая М.Е., Гулькин А.В., Князева И.С., Киреев М.В., Аллахвердов В.М., Черниговская Т.В.</i> ИмPLICITная конкуренция ответов в задаче на дополнение слов с двойственной достройкой и ее последствие	83
<i>Глебкин В.В., Кузнецова В.А., Ивлева Е.А., Боханов Н.Д.</i> Исследование зависимости языковой компетенции от лингвистических и экстралингвистических факторов	86

<i>Глебов В.В., Шевцов В.В.</i> Нейрокогнитивная оценка индивидуального и группового поведения школьного населения, проживающего в разных условиях эко-социальной среды столичного мегаполиса.....	88
<i>Головачева И.В.</i> Двусмысленность и когнитивное литературоведение	90
<i>Головина А.А., Александрова Н.Ш., Яхно В.Г.</i> Двухуровневое описание процесса освоения языка.....	92
<i>Горбунова Н.Н.</i> Имплицитные терминологические оппозиции как когнитивный параметр характеристики специальной предметной области	94
<i>Горкин А.Г., Михайлова Н.П., Рождествен А.В.</i> Отношения элементов опыта из разных его доменов, выявленные по нейронной активности	96
<i>Давыдова Е.Ю., Салимова К.Р., Давыдов Д.В., Переверзева Д.С., Мамохина У.А., Данилина К.К., Тюшкевич С.А., Горбачевская Н.Л.</i> Особенности экспрессивной речи у младших школьников с РАС и их связь с характеристиками ЭЭГ	98
<i>Дегтярева А.С., Смирнова А.А.</i> Оценка наличия у лошадей представления о «неисчезаемости» объектов	100
<i>Дорохов В.Б., Ткаченко О.Н.</i> Эпизодическая память во время дневного сна вызывает медленные осцилляции, пробуждение и восстановление сознательной деятельности	102
<i>Духновский С.В., Заикин А.В.</i> Взаимосвязь мнемических способностей с особенностями психического состояния лиц юношеского возраста	104
<i>Дьяконова В.Е.</i> Повреждения ДНК нейронов: молекулярный механизм обучения или плата за пластичность?.....	106
<i>Евстафьева Е.В., Губин Ю.Л., Дудченко Л.Ш.</i> Роль исследования когнитивной сферы в повышении эффективности реабилитации и оздоровления на санаторно-курортном этапе ..	108
<i>Еремина Е.В., Краснорядцева О.М.</i> Диагностический прием экспериментальной реконструкции психологических средств решения сенсомоторной задачи.....	110
<i>Eschenko O.</i> The Noradrenergic Nucleus Locus Coeruleus is a Key Node within the Neural Network Processing Salient Information.....	112
<i>Жилякова Л.Ю.</i> Моделирование нейроноподобных агентов и их взаимодействий	113
<i>Журавлев М.Е.</i> Преодолевая зазор между когнитивистикой и литературоведением.....	115
<i>Zhuravleva A.A., Stupina E.A., Malyutin S.A.</i> The Modulation of Novel Word Acquisition with Theta-band Transcranial Alternating Current Stimulation.....	117
<i>Заботкина В.И.</i> Когнитивная динамика манипулятивного пространства в дискурсе.....	119
<i>Зайцев А.В., Постникова Т.Ю., Зубарева О.Е., Демина А.В., Грифлюк А.В., Диеспиров Г.П.</i> Нарушения долговременной синаптической пластичности после судорожных состояний как причина когнитивных нарушений при эпилепсии	121
<i>Захарова М.Н., Агрис А.Р.</i> Нейропсихологическое исследование динамики развития процессов избирательной регуляции и контроля у дошкольников 3-7 лет	123
<i>Зинина А.А., Котов А.А., Аринкин Н.А.</i> Влияние психологических характеристик пользователя на восприятие социального робота.....	125
<i>Зоркина Я.А.</i> Нейробиологические аспекты когнитивных нарушений при психических расстройствах и способы их коррекции	127
<i>Зубарева О.Е., Синяк Д.С., Субханкулов М.Р., Демина А.В., Зайцев А.В.</i> Нарушение когнитивных функций при височной эпилепсии и поиск новых методов их коррекции	129
<i>Иванов В.А., Чилигина Ю.А., Кручинина О.В., Гальперина Е.И.</i> Характер вызванного ответа мозга на стимулы из категории «съедобное-несъедобное» изменяется в зависимости от уровня глюкозы в крови человека.....	131
<i>Изнак Е.В., Береснева А.Ф., Изнак А.Ф.</i> ЭЭГ-корреляты эффективности принятия решений в игровой задаче Айова у больных депрессией	133

Истомина Н.А., Таможников С.С., Сапрыгин А.Е., Бочаров А.В., Савостьянов А.Н. Вызванные потенциалы головного мозга в условиях распознавания эмоциональных предложений про себя и других у людей, практикующих медитацию осознанности	135
Казаковская В.В. Персональность и язык ToM.....	137
Карлюкова А.В., Малышевская А.С., Штыров Ю.Ю., Мячиков А.В. Сенсомоторное картирование эмоционально окрашенных слов у билингвов	139
Карпинская В.Ю. Рассогласование восприятия и действия с иллюзорными объектами в условиях «сухой иммерсии»	141
Кибрик А.А. Презумпции в лингвистике.....	143
Kiose M.I. Foregrounding in Multimodal Stimuli and its Effect onto Pupil Dilation of Adults with Different Verbal Automaticity Index.....	145
Ковальчук С.В., Иредди А.Т.Ш. Моделирование индивидуальных когнитивных состояний оператора в рамках взаимодействия человек – искусственный интеллект при работе с системами поддержки принятия решений в сложных предметных областях	147
Кожевникова Е.А., Карпинская В.Ю., Подвигина Д.Н., Ляховецкий В.А. Движения глаз при оценке горизонтальных отрезков иллюзии Мюллер-Лайера и Понзо	150
Козлова Е.Д. Нейролингвистическое исследование локальной структуры устного дискурса ..	152
Корнев А.Н., Балчюниене И. Мультимодальная модель формирования навыков порождения речи у детей с типичным и нарушенным речевым развитием	154
Корнеев А.А., Ахутина Т.В., Матеева Е.Ю. Структурный анализ управляющих функций у детей 6-9 лет по данным нейропсихологического обследования.....	156
Коровкин С.Ю., Морозова Е.Н., Никифорова О.С. Когнитивные механизмы юмора облегчают выход из тупика	158
Костянян Д.Г., Сысоева О.В. Возрастная динамика восприятия букв родного языка: исследование с использованием метода зрительной частотной разметки	160
Котов А.А., Носовец З.А., Филатов А.А. Система сценариев для представления знаний и понимания текстов роботом-компаньоном Ф-2	162
Кох Д.А. Влияние признака в зрительной рабочей памяти на быструю зрительную категоризацию множества объектов.....	164
Краснов А.А., Разин В.В. Глубокое обучение для классификации болезней сердца на наборе данных РТВ-XL	166
Кружилина Т.В., Звягинцева В.В. Понимание текста человеком и нейронной сетью: анализ встречных текстов-результатов понимания человеком и текстов-результатов сжатия исходного текста на естественном языке нейронной сетью	168
Кружкова О.В. Стратегии прочтения вандальных текстов с элементами языковой игры: результаты окулографического исследования	170
Кручинина О.В., Лундина Д.В., Просвирнина Т.А., Гальперина Е.И. Характеристика глазодвигательного поведения взрослых и детей 6–9 лет при выборе изображений, соответствующих предъявляемым на слух предложениям в активном и пассивном залоге.....	172
Krylova M.A., Herrmann L., Mayer K., Nanni-Zepeda M., Alizadeh S., Chand T., Izyurov I.V., Li M., Danyeli L., Jamalabadi H., Boden C., Fan Y., Kasties V., van der Meer J., Vester J.C., Engert V., Seilheimer B., Schultz M., Naschold B., Duller S., Walter M. Neurexan Reduces Stress-induced Hyperactivation in the Brain and Body – Results from a Placebo-controlled, Crossover Trial in Mildly to Moderately Stressed, Healthy Individuals	174
Кузнецов О.П. Распространение сигналов в линейных и циклических сетях из пороговых элементов	176
Кулинич А.А. Модель ментального пространства в процессах поддержки принятия решений	178
Ларионова Е.В., Гарах Ж.В. Поведенческие и нейрофизиологические корреляты усвоения псевдослов и псевдоомофонов.....	180

<i>Леднева Т.С., Штыров Ю.Ю., Мячиков А.В.</i> Нейроэстетика повседневности: опрятность поверхности как новый подход к операционализации параметра эстетичности в экспериментальных исследованиях	182
<i>Леонова Е.И., Ахмаров И.И., Кириллов О.А., Чиринская А.В., Сопова Ю.В.</i> Моделирование когнитивных нарушений человека на мышинной модели с генетически инактивированной субъединицей NMDA-рецепторов.....	184
<i>Leonteva A.V., Kiose M.I., Agafonova O.V., Petrov A.A.</i> Vague Reference in Non-interactive and Interactive Expository Discourse: a Multimodal Account	186
<i>Лобанова И.А., Савилов В.Б., Сюняков Т.С., Курмышев М.В., Курмышева Е.Н., Осипова Н.Г., Карпенко О.А., Андрющенко А.В., Малютина С.А.</i> Связь между вербальной рабочей памятью и параметрами дискурса у пожилых людей с синдромом мягкого когнитивного снижения.....	188
<i>Логинов Н.И., Амалайнен А.В., Спиридонов В.Ф.</i> Роль процесса решения в распространении семантической активации в задаче на отдаленные ассоциации.....	190
<i>Lubashevsky I., Lubashevskiy V.</i> Towards Mathematical Phenomenology: Formalism of Space-time Clouds and Power Law of Visual Working Memory.....	192
<i>Maksarova L.B., Kornilova T.V.</i> In the Dim Light: Relationship between Tolerance of Ambiguity, Malevolent Creativity, and the Dark Triad	195
<i>Малкина М.П., Котов А.А., Аринкин Н.А., Зинина А.А.</i> Использование хеджей роботом-компаньоном: экспериментальная оценка и когнитивная архитектура	197
<i>Малышевская А.С., Энет С., Мячиков А.В.</i> Взаимодействие между физической величиной и пространством в моторной задаче на свободное порождение чисел.....	199
<i>Manaenkov A.E., Chernorizov A.M., Dorokhov V.B.</i> Behavioral Measurement of Interhemispheric Interactions during Multiple Episodes of Falling Asleep	200
<i>Маринина К.С., Безпрозванный И.Б.</i> Когнитивные и аффективные нарушения у мышей трансгенных линий SCA2-58Q и SCA3-84Q	202
<i>Мачинская Р.И., Корнеев А.А., Курганский А.В., Ломакин Д.И.</i> Мозговая организация РП в задачах на удержание вербальных и зрительно-пространственных последовательностей у детей 10-12 лет. Анализ ССП на императивный сигнал	204
<i>Машарипов Р.С., Князева И.С., Коротков А.Д., Киреев М.В.</i> Сравнение методов анализа контекстно-зависимых функциональных связей по данным фМРТ	206
<i>Мельник О.В., Саблина В.А., Черненко А.Д., Никифоров М.Б., Яковлев Н.В.</i> Видеокомпьютерные технологии для объективной оценки скрытых эмоциональных реакций на основе анализа микровыражений лица.....	208
<i>Миров Ю.А., Митина О.В.</i> Сравнительный анализ представлений о причинах онкологического заболевания у онкологических больных и условно здоровых респондентов	210
<i>Митина О.В., Петренко В.Ф.</i> Психосемантические показатели индивидуальных особенностей организации когнитивной сферы	212
<i>Милетова Е.В.</i> Номинация субъекта в англоязычной христианской проповеди: когнитивно-прагматический анализ.....	214
<i>Митюрева Д.Г., Терличенко Е.О., Зубко В.М., Кабанова П.И., Абросимова В.Д., Скрипкина С.М., Кривченкова Е.В., Верховлаз Д.М., Бородкина А.С., Комарова А.В., Кисельников А.А.</i> Исследование мозговых механизмов альтруизма: сетевой подход.....	217
<i>Михайлова Е.В.</i> Особенности когнитивных функций при употреблении психоактивных веществ.....	219
<i>Михеенкова М.А.</i> Об одном подходе к рациональности интеллектуального агента	221
<i>Морошкина Н.В.</i> Инсайт в контексте метакогнитивной регуляции	223
<i>Мурашова И.Ю.</i> Роль психорегуляции полимодального восприятия в укреплении когнитивного здоровья обучающихся	225

<i>Мухина Е.А., Волкова Д.А., Полевая С.А., Циркова М.М.</i> Особенности сенсомоторной активности у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК)	227
<i>Наумова К.А., Аксиотис В.А., Тумялис А.В.</i> Точность сенсорного принятия решений зависит от частоты предъявления стимула.....	229
<i>Нелюбина М.С.</i> Моделирующая роль языковой дистанции при когнитивных эффектах, связанных с билингвизмом	231
<i>Нефельд Е.Е., Ковалёв А.И.</i> Управление взором при оптокинетическом воздействии в виртуальной реальности как фактор изменения функционального состояния человека.....	233
<i>Нефельд Е.Е., Ковалёв А.И., Якунов Р.Р.</i> Влияние стабилизации взора на функциональное состояние и мозговую активность при сенсорном конфликте в виртуальной реальности.....	235
<i>Никитина Е.А.</i> Восприятие лиц незнакомых людей респондентами старшего возраста с разным уровнем одиночества	237
<i>Нуркова В.В., Взорин Г.Д., Подоровская С.А.</i> Мнемический эффект глубины переработки целевых и фоновых стимулов как индикатор стратегий селективного внимания.....	239
<i>Овакимян А.С.</i> Альфа и тета-ритмы перед ошибочными ответами в задаче на переключение и удержание зрительного внимания	241
<i>Орехова Е.В.</i> Аперiodическая составляющая магнито- и электроэнцефалограммы (МЭГ и ЭЭГ) и ее связь с балансом возбуждение-торможение	243
<i>Орли Ю.Л., Скотникова И.Г., Егорова П.И.</i> Междисциплинарный взгляд на субъективную репрезентацию и переживание неопределенности на примере эпидемии COVID-19.....	245
<i>Парин С.Б.</i> Стресс как антиадаптивный защитный процесс	247
<i>Петрова Т.Е.</i> Психолингвистические методы изучения языка социальной рекламы.....	249
<i>Пилечева А.В., Черноризов А.М., Исайчев С.А., Микадзе Ю.В.</i> Мозговая организация речевой функции в контексте системно-эволюционного подхода	251
<i>Полевая С.А.</i> Сенсорные функции кожи: механизмы генеза первичного сенсорного образа на механорецепторной матрице.....	253
<i>Прохоров А.О.</i> Ментальная регуляция психических состояний: концептуальная модель.....	255
<i>Раздубев А.В.</i> Перспективы автоматического создания аудиодескрипции статических объектов с помощью систем ИИ	257
<i>Razorenova A.M., Pavlova A.A., Nikolayeva A.Y., Prokofyev A.O., Chernyshev B.V., Stroganova T.A.</i> Neural Correlates of the Second Day of Pseudoword-Movement Associative Learning	259
<i>Ратушняк А.С., Проскура А.Л.</i> Принципы моделирования когнитивных систем	261
<i>Разумникова О.М., Давыдов А.В., Бакаев М.А.</i> Индивидуальные особенности изменений эмоционального состояния при восприятии виртуальной природной среды.....	263
<i>Редько В.Г.</i> Модель когнитивного автономного агента, познающего простые свойства природы.....	265
<i>Романова-Африкантова Н.И., Карпинская В.Ю., Ляховецкий В.А.</i> Перцептивная установка у детей дошкольного и младшего школьного возраста на основе иллюзий Понзо и Мюллера-Лайера.....	267
<i>Рыбина Е.П., Ангельгардт А.Н., Березнер Т.А., Расторгуева А.И., Сломинская С.П.</i> Опросник NASA-TLX: адаптация в когнитивном домене на русскоязычной выборке	269
<i>Савельева В.А., Корнилова Т.В.</i> Критическое мышление выступает предиктором черты эмоционального интеллекта	273
<i>Савостьянов А.Н., Бочаров А.В., Сапрыгин А.Е., Кулешов Д.А., Князев Г.Г.</i> Влияние личностных особенностей на показатели спектральной плотности ЭЭГ покоя в интервалах между просмотром видеозаписей самого испытуемого и других людей.....	275

Самсонович А.В., Хабаров Д. Социально-приемлемые виртуальные агенты на основе интеграции когнитивного и статистического подходов	277
Сапронов Ф.А., Рубцова О.С., Горубнова Е.С. Важна ли категория: исследование влияния уровня категории на гибридный поиск с помощью айтрекинга	279
Semenova E., Berlin Khenis A., Streltsova A., Logvinenko T. The Role of Context in Novel Word Meaning Acquisition	281
Semenova E., Norkina M., Logvinenko T., Ryseva K., Chinn L., Crabb K. Operationalization and Measurement of Interactional Contexts in Research on Bilinguals' Executive Functions	283
Сермакшева О.А., Золотоухина А.А., Агафонов А.Ю., Гудзовская А.А. Эффекты контекстно-зависимого узнавания вербальной информации.....	286
Сигнаевская К.В., Горбунова Е.С. Роль рабочей памяти в возникновении эффекта контекстной подсказки	288
Сизова О.Б. Прорыв в реальность: местоимения как средство соединения текста и контекста.....	290
Сизых А.А., Батышева Т.Т., Шапошникова А.Ф., Ребрейкина А.Б. Нейрофизиологические характеристики быстрого картирования новых слов у детей с задержкой речевого развития ..	292
Симонов Н.А. Аппарат пятен для когнитивного моделирования и искусственного интеллекта.....	294
Сиповская Я.И. Влияние фактора половой принадлежности участников исследования на проявления категориальных способностей, измеренных разными методическими инструментами	296
Скрынникова И.В. Инференциальные способности LLM: рассуждения конвенциональными метафорами	298
Скулачева Т.В., Слюсарь Н.А., Костюк А.Э., Липина А.А., Латыпов Э.И., Королева В.М., Рубцова С.В., Зуева М.А., Пыжик О.А. Восприятие стиха и прозы: экспериментальное исследование на 5 языках.....	300
Slioussar N.A. Grammatical Categories and Analogy in the Mental Grammar: Evidence from Russian Gender	302
Смирнова А.А., Булгакова Л.Р. Оценка способности серых ворон изготавливать объекты в соответствии с цветом и размером ранее подкрепляемых стимулов	304
Смолин В.С., Журавлев Д.В. О целенаправленном построении AGI на основе алгоритмов выделения простых свойств сложного мира	306
Sozinov A.A., Bakhchina A.V., Alexandrov Yu.I. Why Interleaved Training May Facilitate Further Performance	308
Соловьева О.А., Михайлова Н.П., Грудень М.А., Шерстнев В.В., Сторожева З.И. Социальное поведение взрослых мышей в модели болезни Паркинсона.....	310
Староверова В.Н., Лопухина А.А. Развитие перцептивного диапазона у детей с 1 по 4 класс	312
Степаничев М.Ю., Мамедова Д.И., Недогреева О.А., Овчинникова В.О., Новикова М.Р., Лазарева Н.А., Онуфриев М.В., Моисеева Ю.В., Манолова А.О., Гуляева Н.В. Социальная изоляция приводит к появлению когнитивных нарушений у стареющих крыс.....	314
Сулим О.С. Типология самоопределяющих автобиографических воспоминаний	316
Суров И.А. Квантовая психосемантика свободных решений	318
Сухов И.Б., Чистякова О.В., Шпаков А.О. Инсулиновая сигнальная система в ЦНС как потенциальная терапевтическая мишень при когнитивных нарушениях.....	320
Сухов С.В., Антонов Д.И. Модель импульсной нейронной сети с предиктивным кодированием.....	322
Сухова Н.В. К вопросу о фазовой структуре русского жеста социального касания «объятие»: есть мах или нет маха?.....	324

Сысоева О.В. Новые парадигмы для изучения мозговых механизмов устной и письменной речи	326
Сысоева Т.А., Люсин Д.В. Нормативные оценки эмоциональной окраски слов русского языка: стратегия развития базы данных ENRuN	328
Талалай И.В., Мачинская Р.И. Мозговая организация зрительного и слухового предвосхищающего внимания: анализ связанных с событием потенциалов при выполнении задачи «Go/NoGo»	330
Тасенко О.А., Унтила К.В., Шишковская Т.И., Худякова М.В. Шизофрения и ее влияние на лексический уровень языка	332
Тищенко А.Г., Варфоломеева А.В., Александров Ю.И. Взаимосогласование системогенезов у совместно решающих задачи индивидов	334
Троицкая Е.М. Философия движения к планетарному единству и солидарности	336
Trofimova A.K., Chernorizov A.M. The Use of Biofeedback in Stroke Patients with Anxiety-Depressive Disorder	337
Урысон Е.В. Некоторые данные языка о мышлении	339
Ушаков В.Л., Мосина Л.Е., Макаренко Н.Г., Рыбинцев А.С. Применение методов дискретной римановой геометрии для анализа структурных коннектомов	340
Ушаков В.Л., Носовец З.А., Котов А.А., Зайдельман Л.Я., Зинина А.А., Орлов В.А., Карташов С.И. Нейросемантические карты русского языка на основе фМРТ-исследования	342
Федорова М.А., Фарисенков С.Э., Полилов А.А. Зависимость когнитивных способностей от размеров тела	344
Федорова Ю.Г. Манипулятивность политического дискурса Д. Трампа: некоторые речевые маркеры	346
Фирсов М.Л. Животные модели нейродегенеративных патологий сетчатки и их использование при создании технологий лечения и протезирования сетчатки	349
Сулейманов Дж.Ш., Фридман А.Я., Гильмуллин Р.А. Семантическая обработка агглютинативных языков с помощью аффиксальной гиперадресации	350
Худякова М.В., Антонова Н.Ю., Нелюбина М.С., Сурова А.С., Гронская Н.Э., Миннигулова А.Ш., Яшин К.С., Медяник И.А., Зуев А.А., Копачев Д.Н., Драгой О.В. Устный дискурс до и после операций по удалению опухолей мозга: анализ динамики	352
Tsybina T.A. The Cognitive Role of Cinematic Epigraphs in Constructing the Director's Conceptual Framework	354
Чеплакова М.А. Способны ли серые вороны понять структуру протоорудийной задачи на подтягивание подноса при помощи выскальзывающей веревки?	355
Черкасова А.Н., Яцко К.А., Ковязина М.С., Варако Н.А., Кремнева Е.И., Кротенкова М.В., Рябинкина Ю.В., Супонева Н.А., Пирадов М.А. Разработка и применение комплекса парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания» у пациентов с хроническими нарушениями сознания	357
Чернавская О.Д. Подход к понятиям «Сознание», «Мозг» и «Разум» с позиций динамической теории информации	358
Черноризов А.М. Механизмы селективности реакций гностических нейронов в мозге и искусственных нейросетях: векторный подход	360
Чернышев Б.В. Нейрокогнитивные механизмы принятия решений в вероятностной среде	362
Шаповал С.А. «Дурной каламбур» в представлении естественного и искусственного интеллектов	364
Шевцова Ю.Г., Яшин А.С., Васильев А.Н., Шишкин С.Л. Управление с помощью взгляда на основе характеристик микродвижений глаз и контекста действий	366

<i>Шевченко А.О., Вартанов А.В.</i> Роль мозжечка в процессах внутреннего и внешнего проговаривания.....	368
<i>Шемякина Н.В., Нагорнова Ж.В., Дюан И., Галкин В.А., Грохотова А.В., Васенькина В.А., Хи К., Бирюкова С.В., Потанов Ю.Г.</i> Нейроэстетические исследования в естественных условиях посещения музейных экспозиций и в лаборатории	370
<i>Шендяпин В.М., Скотникова И.Г.</i> Информационно-байесовская модель языка зрительного восприятия сложных объектов.....	373
<i>Шишкин С.Л., Яшин А.С., Шевцова Ю.Г., Васильев А.Н.</i> Попытка сделать движение без движения: «внутреннее» или «внешнее» действие?	375
<i>Шишунова А.Н., Кулиева А.К.</i> Модель ворот внимания, или многолетний газлайтинг	377
<i>Шошина И.И., Косикова А.В., Карлова А., Федорова А.С., Моритц А.А., Ляпунов И.С.</i> Характеристики окулярного микротремора при шизофрении	379
<i>Яковенко И.А.</i> Межполушарная асимметрия взаимодействия ритмов ЭЭГ при когнитивном и поведенческом пробуждении во время выполнения психомоторного теста.....	381
<i>Яхно В.Г., Станкевич Л.А.</i> Живые системы и роботы: сходства и различия	383
<i>Ячная В.О., Михалькова М.А., Малашин Р.О.</i> Исследование когнитивных нарушений методами машинного обучения	386
<i>Яшин А.С.</i> Плохое глазоуправление указывает на границу между восприятием и действием.....	388

Подписано в печать 24.06.2024.
Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 49. Уч.-изд. л. 45,34. Тираж 500 экз. Заказ № 57.

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»
357532, Ставропольский край, г. Пятигорск, пр. Калинина, 9.
Отпечатано в ОПИИД УНР ФГБОУ ВО «ПГУ»