

**I НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНГРЕСС  
ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ,  
ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ  
И НЕЙРОИНФОРМАТИКЕ**

**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ  
IX INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE SCIENCE**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
CONFERENCE PROCEEDINGS**

**10.10.20 – 16.10.20**

**МОСКВА  
РОССИЯ**

**MOSCOW  
RUSSIA**

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

---

**Первый Национальный конгресс  
по когнитивным исследованиям,  
искусственному интеллекту и нейроинформатике**

**ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ**

**Сборник научных трудов**

В двух частях

Часть 2

*10–16 октября 2020 г., Москва, Россия*

**I National Congress on cognitive research,  
artificial intelligence and neuroinformatics**

**THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON COGNITIVE SCIENCE**

**Conference proceedings**

*October 10–16, 2020, Moscow, Russia*

Москва 2021

УДК 159.9  
ББК 88  
С 28

**Первый Национальный конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике. Девятая международная конференция по когнитивной науке:** Сборник научных трудов. В двух частях. Ч. 2. *10–16 октября 2020 г., Москва, Россия* / Отв. ред. В.Л. Ушаков, И.И. Русак, В.В. Климов, П.М. Балабан. М.: НИЯУ МИФИ, 2021. – 848 с.

I Национальный конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике, проходивший в 2020 г. под эгидой Российской академии наук, объединил четыре конференции:

- Восемнадцатую национальную конференцию по искусственному интеллекту с международным участием,
- IX Международную конференцию по когнитивной науке,
- XXII Международную научно-техническую конференцию «Нейроинформатика-2020»,
- Конференцию Российского физиологического общества им. И.П. Павлова.

Национальный конгресс впервые объединил на одной площадке Российскую ассоциацию искусственного интеллекта (РАИИ), Межрегиональную ассоциацию когнитивных исследований (МАКИ), Российскую ассоциацию нейроинформатики (РАСНИ) и Российское физиологическое общество им. И.П. Павлова (РФО). Данный сборник научных трудов содержит материалы докладов, включенных в объединенную программу IX Международной конференции по когнитивной науке и конференции Российского физиологического общества им. И.П. Павлова, проходивших 10–16 октября 2020 г. в онлайн-формате. Темы заседаний были посвящены обсуждению физиологических основ нейрокогнитивных процессов, изучению структуры и особенностей познавательных процессов, их биологической и социальной детерминированности, моделированию когнитивных функций в системах искусственного интеллекта, разработке философских и методологических аспектов когнитивной науки. Программа конференции включала серию специализированных воркшопов и симпозиумов, посвященных таким актуальным темам, как возрастные особенности когнитивного развития, восприятию и порождению речи, психо- и нейролингвистическим исследованиям билингвизма, исследованию когнитивных процессов при разных уровнях сознания, нейроматематике и теоретической физике мозга, перспективным исследованиям в области нейрокогнитивных наук и др. Видеозаписи всех опубликованных в настоящем сборнике докладов можно найти на сайте конгресса <https://caics.ru/>. В электронном виде эти материалы представлены на сайте конгресса, а также на сайте Межрегиональной общественной организации «Ассоциация когнитивных исследований» (МАКИ, [www.cogsci.ru](http://www.cogsci.ru)).

Организаторы конгресса благодарят НИЯУ МИФИ за помощь в издании научных трудов.

Ответственные редакторы: В.Л. Ушаков, И.И. Русак, В.В. Климов, П.М. Балабан

Статьи получены до 15 декабря 2020 г.

Материалы издаются в авторской редакции.

*Все права защищены.*

*Любое использование материалов данной книги полностью или частично без разрешения правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-7262-2838-9

© Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», 2021

Первый Национальный конгресс по когнитивным исследованиям,  
искусственному интеллекту и нейроинформатике и  
Девятая международная конференция по когнитивной науке  
организованы:

РОССИЙСКОЙ АССОЦИАЦИЕЙ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ АССОЦИАЦИЕЙ КОГНИТИВНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

РОССИЙСКОЙ АССОЦИАЦИЕЙ НЕЙРОИНФОРМАТИКИ  
РОССИЙСКИМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ОБЩЕСТВОМ  
ИМ. И.П. ПАВЛОВА

ФГАОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

ФГБУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ» РАН

ФГУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ РАН»

ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМ НАУЧНЫМ ЦЕНТРОМ  
ИМ. Ж.-В. ПОНСЕЛЕ  
ИНСТИТУТОМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЗГА  
МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОSOVA

При поддержке:

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

I National Congress on cognitive research, artificial intelligence and neuroinformatics and IX international conference on cognitive science are organized by:

RUSSIAN ASSOCIATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
INTERREGIONAL ASSOCIATION FOR COGNITIVE STUDIES  
(IACS)

RUSSIAN NEURAL NETWORKS SOCIETY

PAVLOV RUSSIAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY

MOSCOW INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY

FEDERAL RESEARCH CENTER COMPUTER SCIENCE AND  
CONTROL RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE FOR SYSTEM ANALYSIS  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY MEPhI

INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC CENTER J.-V. PONCELET

INSTITUTE FOR ADVANCED BRAIN STUDIES, LOMONOSOV  
MOSCOW STATE UNIVERSITY

With support from:

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE  
RUSSIAN FEDERATION

**Председатель I-го Национального конгресса  
по когнитивным исследованиям,  
искусственному интеллекту и нейроинформатике (ИИКН-2020)**

*Сергеев Александр Михайлович*, президент РАН, академик РАН

**Со-председатели конгресса**

*Анохин Константин Владимирович*, академик РАН

*Соколов Игорь Анатольевич*, академик РАН

*Крыжановский Борис Владимирович*, член-корреспондент РАН

*Островский Михаил Аркадьевич*, академик РАН, президент РФО

**Организационный комитет ИИКН-2020  
Со-председатели Организационного комитета**

*Ушаков Дмитрий Викторович*, академик РАН, директор Института психологии РАН, д.психол.н.

*Балабан Павел Милославович*, член-корреспондент РАН, вице-Президент РФО

*Зинченко Юрий Петрович*, академик РАО, д.психол.н., декан фак. психол. МГУ, президент РАО, президент РПО

*Кузнецов Олег Петрович*, г.н.с. ИПУ РАН, д.т.н., проф.

*Дунин-Барковский Виталий Львович*, рук. отдела нейроинформатики НИИСИ РАН, президент-основатель РАСНИ, д.ф.-м.н., проф.

*Зацаринный Александр Алексеевич*, зам. директора ФИЦ ИУ РАН, д.т.н., проф.

**Члены Организационного комитета**

*Ушаков Вадим Леонидович*, президент МАКИ, в.н.с. Института перспективных исследований мозга МГУ им. М.В. Ломоносова, доцент, к.б.н. (зам. председателя)

*Анохин Константин Владимирович*, директор Института перспективных исследований мозга МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН, проф., д.м.н.

*Величковский Борис Митрофанович*, г.н.с. НИЦ «Курчатовский институт» и РГГУ, член Европейской академии (МАЕ), член-корреспондент РАН, Seniorprofessor (emeritus) TU Dresden, проф. МФТИ, д. психол. н.

*Кибрик Андрей Александрович*, директор Института языкознания РАН, проф. МГУ им. М.В. Ломоносова, д.филол.н.

*Киреев Максим Владимирович*, президент-элект МАКИ, зав. лабораторией, с.н.с. Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой, проф., д.б.н.

*Медведев Святослав Всеволодович*, г.н.с. Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой, академик РАН, д.б.н.

*Соловьев Валерий Дмитриевич*, г.н.с. Казанского федерального университета, проф., д.ф.-м.н.

*Черниговская Татьяна Владимировна*, директор Института когнитивных исследований СПбГУ, г.н.с. Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой, член-корреспондент Российской академии образования, проф., д.б.н., д.филол.н.

*Панов Александр Игоревич*, член научного совета РАИИ, с.н.с. ФИЦ ИУ РАН, к.ф.-м.н., доцент

*Кузнецов Сергей Олегович*, вице-президент РАИИ, руководитель департамента НИУ ВШЭ, д.ф.-м.н., проф.

*Климов Валентин Вячеславович*, зам. директора Института интеллектуальных кибернетических систем НИЯУ МИФИ, доцент, к.т.н.

*Смирнитская Ирина Аркадьевна*, ученый секретарь РАСНИ, с.н.с. НИИСИ РАН, к. ф.-м. н.

*Бесхлебнова Галина Александровна*, ученый секретарь конференции «Нейроинформатика», с.н.с. НИИСИ РАН, к.т.н.

*Трофимов Александр Геннадьевич*, доцент НИЯУ МИФИ, к.т.н.

*Самсонович Алексей Владимирович*, член правления РАСНИ, George Mason University, Fairfax, USA, проф., к.ф.-м.н.

### **Программный комитет ИИKN-2020** **Со-председатели Программного комитета**

*Величковский Борис Митрофанович*, г.н.с. НИЦ «Курчатовский институт» и РГГУ, член Европейской академии (MAE), член-корреспондент РАН, Seniorprofessor (emeritus) TU Dresden, проф. МФТИ, д. психол. н.

*Балабан Павел Милославович*, член-корреспондент РАН, вице-президент РФО

*Александров Юрий Иосифович*, член-корреспондент РАО, зав. лабораторией Института психологии РАН, проф., д.психол.н.

*Осипов Геннадий Семенович*, директор института проблем искусственного интеллекта ФИЦ ИУ РАН, президент РАИИ, д.ф.-м.н., проф.

*Кузнецов Олег Петрович*, г.н.с. ИПУ РАН, д.т.н., проф.

*Дунин-Барковский Виталий Львович*, рук. отдела нейроинформатики НИИСИ РАН, президент-основатель РАСНИ, д.ф.-м.н., проф.

*Шумский Сергей Александрович*, руководитель лаборатории когнитивных архитектур МФТИ, директор научно-координационного совета Центра Национальной технологической инициативы по сквозной технологии «Искусственный интеллект», президент РАСНИ, к.ф.-м.н.

*Ушаков Вадим Леонидович*, президент МАКИ, вице-президент РАСНИ, в.н.с. Института перспективных исследований мозга МГУ им. М.В. Ломоносова, к.б.н.

### **Члены Программного комитета**

*Анохин Константин Владимирович*, директор Института перспективных исследований мозга МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН, проф., д. м. н. (зам. председателя)

*Кибрик Андрей Александрович*, директор Института языкознания РАН, проф. МГУ имени М.В. Ломоносова, д. филол. н. (зам. председателя)

*Киреев Максим Владимирович*, президент-элект МАКИ, зав. лабораторией, с.н.с. Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой, проф., д.б.н. (зам. председателя)

*Соловьев Валерий Дмитриевич*, г.н.с. Казанского федерального университета, проф., д.ф.-м.н. (зам. председателя)

*Черниговская Татьяна Владимировна*, директор Института когнитивных исследований СПбГУ, г.н.с. Института мозга человека им. Н.П. Бехтеревой, член-корреспондент Российской Академии Образования, проф., д.б.н., д.филол. н. (зам. председателя)

*Аллахвердов Виктор Михайлович*, проф. Санкт-Петербургского государственного университета, проф., д.психол.н.

*Ахутина Татьяна Васильевна*, г.н.с. МГУ им. М.В. Ломоносова, проф., д.психол.н.

*Барабанищikov Владимир Александрович*, директор Института экспериментальной психологии МГППУ, член-корреспондент Российской академии образования, проф., д. психол. н.

*Безруких Марьяна Михайловна*, г.н.с. ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», академик Российской академии образования, проф., д.б.н.

*Бернштейн Александр Владимирович*, проф. Сколковского института науки и технологий, проф., д. ф.-м. н

*Бурцев Михаил Сергеевич*, зав. лабораторией нейронных сетей и глубокого обучения МФТИ, к.ф.-м.н

*Войсунский Александр Евгеньевич*, в.н.с. факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, к.психол.н.

*Дорохов Владимир Борисович*, зав. лабораторией нейробиологии сна и бодрствования Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, д.б.н.

*Драгой Ольга Викторовна*, директор Центра языка и мозга НИУ ВШЭ, к.филол.н.

*Дубровский Давид Израилевич*, г.н.с. Института философии РАН, проф., д.филол.н.

*Журавлев Анатолий Лактионович*, научный руководитель Института психологии РАН, академик РАН, проф., д.психол.н.

*Знаков Виктор Владимирович*, г. н. с. Института психологии РАН, проф., д.психол.н.

*Каплан Александр Яковлевич*, зав. лабораторией нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, проф., д.б.н.

*Ключарев Василий Андреевич*, директор Института когнитивных нейронаук НИУ ВШЭ, к.б.н.

*Котов Артемий Александрович*, в.н.с. НИЦ «Курчатовский институт», к.филол.н.

*Крылов Андрей Константинович*, ст.н.с. Института психологии РАН, директор МАКИ, к.психол.н.

*Кузнецов Олег Петрович*, г.н.с. Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, проф., д.т.н.

*Лебедев Михаил Альбертович*, научный руководитель Центра биоэлектрических интерфейсов ВШЭ, г.н.с.(ВШЭ), проф. (1-й мед), PhD

*Леонова Анна Борисовна*, заведующая кафедрой МГУ им. М.В. Ломоносова, проф., д.психол.н.

*Мазурова Юлия Викторовна*, ст.н.с. Института языкознания РАН, к.филол.н.

*Мачинская Регина Ильинична*, зав. лабораторией нейрофизиологии когнитивной деятельности ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», член-корреспондент РАО, проф., д.б.н.

*Никулин Вадим Валерьевич*, в.н.с. Института когнитивных нейронаук ВШЭ, PhD

*Мячиков Андрей Викторович*, директор группы когнитивных и нейронаучных исследований факультета психологии Нортумбрийского университета (Великобритания), проф., PhD

*Осадчий Алексей Евгеньевич*, директор Центра биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ, PhD

*Парин Сергей Борисович*, проф. кафедры психофизиологии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, доцент, д.б.н.

*Печенкова Екатерина Васильевна*, в.н.с. лаборатории когнитивных исследований НИУ ВШЭ, к.психол.н.

*Сварник Ольга Евгеньевна*, ст.н.с. Института психологии РАН, к.психол.н.

*Смирнова Анна Анатольевна*, в.н.с. МГУ им. М.В. Ломоносова, к.б.н.

*Супонева Наталья Александровна*, руководитель отделения нейрореабилитации и физиотерапии ФГБНУ «Научный центр неврологии», проф. кафедры многопрофильной подготовки МГУ им. М.В. Ломоносова, член-корреспондент РАН, д.м.н.

*Фаликман Мария Вячеславовна*, руководитель департамента психологии НИУ ВШЭ, д.психол.н.

*Черноризов Александр Михайлович*, зав. кафедрой психофизиологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова, проф., д.психол.н.

*Чернышев Борис Владимирович*, руководитель Центра нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центр) МГППУ, доцент департамента психологии НИУ ВШЭ, доцент кафедры высшей нервной деятельности МГУ им. М.В. Ломоносова, к.б.н.

*Шестакова Анна Николаевна*, директор Центра нейроэкономики НИУ ВШЭ, PhD

*Штыров Юрий Юрьевич*, директор Центра МЭГ/ЭЭГ Орхусского университета, Дания; ведущий научный сотрудник, академический руководитель Института когнитивных нейронаук ВШЭ; гл.н.с., зав. лабораторией поведенческой нейродинамики СПбГУ, проф., PhD

*Введенский Виктор Львович*, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», в.н.с., к.ф.-м.н.

*Горбань Александр Николаевич*, член правления РАСНИ, University of Leicester, Great Britain; Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, проф., д.ф.-м.н.

*Доленко Сергей Анатольевич*, член правления РАСНИ, зав. лабораторией НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына, МГУ им. М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н.

*Дудкин Александр Арсентьевич*, зав. лабораторией Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси (ОИПИ НАН Беларуси), проф., д.т.н.

*Дунин-Барковский Виталий Львович*, рук. отдела нейроинформатики НИИСИ РАН, президент-основатель РАСНИ, д.ф.-м.н., проф.

*Ежов Александр Александрович*, член правления РАСНИ, Государственный научный центр Российской Федерации «Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (ГНЦ РФ ТРИНИТИ), к.ф.-м.н.

*Каганов Юрий Тихонович*, член правления РАСНИ, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, доцент, к.т.н.

*Казанович Яков Борисович*, член правления РАСНИ, зав. лабораторией нейронных сетей Института математических проблем биологии РАН, филиал Института прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, д.ф.-м.н.

*Крыжановский Борис Владимирович*, председатель координационного совета РАСНИ, НИИСИ РАН, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

*Литинский Леонид Борисович*, в. н. с. НИИСИ РАН, к.ф.-м.н.

*Макаренко Николай Григорьевич*, член правления РАСНИ, зав. сектором Главной астрономической обсерватории РАН (Пулковская), проф., д.ф.-м.н.

*Мишулина Ольга Александровна*, член правления РАСНИ, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», доцент, к.т.н.

*Редько Владимир Георгиевич*, член правления РАСНИ, гл.н.с. НИИСИ РАН, д.ф.-м.н.

*Терехов Сергей Александрович*, член правления РАСНИ, зав. отделом ЗАО «Связной Логистика» Москва, к.ф.-м.н.

*Трофимов Александр Геннадьевич*, НИЯУ МИФИ, доцент, к.т.н.

*Тюменцев Юрий Владимирович*, вице-президент РАСНИ, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), проф., д.т.н.

*Фролов Александр Алексеевич*, член правления РАСНИ, зав. лаб. Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, проф., д.б.н.

*Чижов Антон Вадимович*, в.н.с. Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, д.ф.-м.н.

*Шумский Сергей Александрович*, руководитель лаборатории когнитивных архитектур МФТИ, директор научно-координационного совета Центра Национальной технологической инициативы по сквозной технологии «Искусственный интеллект», президент РАСНИ, к.ф.-м.н.

*Яхно Владимир Григорьевич*, член правления РАСНИ, зав. лаб. автоволновых процессов Института прикладной физики РАН, Нижний Новгород, проф., д.ф.-м.н.

*Яковлев Константин Сергеевич*, член научного совета РАИИ, в.н.с., ФИЦ ИУ РАН, к.ф.-м.н.

### **Ученые секретари ИИKN-2020**

*Панов Александр Игоревич*, ст.н.с. Института проблем искусственного интеллекта ФИЦ ИУ РАН, зав. лаб. когнитивных динамических систем МФТИ, зам. рук. Центра когнитивного моделирования МФТИ, к.ф.-м.н.

*Юдин Дмитрий Александрович*, зав. лаб. интеллектуального транспорта МФТИ - НКБ ВС, Центр когнитивного моделирования МФТИ, к.т.н.

*Русаков Иван Иванович*, м.н.с. лаборатории нейрокогнитивных исследований индивидуального опыта Московского государственного психолого-педагогического университета (МГППУ)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Функциональное состояние учащихся 15-16 лет при напряженных когнитивных нагрузках в зависимости от уровня аэробных возможностей</b> И.А. Криволапчук, С.А. Баранцев, М.М. Герасимов .....	35
<b>Функциональное состояние детей 5-7 и 8-9 лет и с разным уровнем информатизации условий жизнедеятельности</b> И.А. Криволапчук, А.А. Герасимова, М.Б. Чернова .....	38
<b>Интеллектуальное развитие подростков 13-17 лет</b> Е.С. Логинова, Н.Н. Теребова .....	41
<b>Случайный юмор как объект экспериментального исследования</b> А.С. Былина, Э.Г. Новикова .....	44
<b>Эффективность сенсомоторной деятельности при изменении воспринимаемой сложности задачи метод успешных серий</b> А.К. Кулиева, Е.Р. Буряченко .....	47
<b>Влияние занятий физическими упражнениями различной интенсивности на функциональное состояние детей 5-6 лет</b> М.Б. Чернова, А.А. Герасимова .....	50
<b>Psychophysics of a generalized image</b> А.І. Khudyakov .....	53
<b>Типологическая характеристика энергетического обеспечения мышечной деятельности мальчиков 9-10 лет</b> М.Б. Чернова, С.А. Бондарев <sup>2</sup> , Р.М. Васильева .....	55
<b>Экспозиция слабого электромагнитного поля сверхнизкой частоты улучшает качество дневного сна</b> Д.С. Сахаров, О.Н. Ткаченко, Г.Н. Арсеньев, А.О. Таранов, А.М. Нарбут, А.А. Путилов .....	58
<b>Изменения ЭЭГ при пробуждении из третьей стадии сна</b> Ю.В. Украинцева, К.М. Левкович, С.И. Посохов, Г.В. Ковров .....	61
<b>Компоненты принятия решения гекконами – зублефарами в задачах различения формы и размеров геометрических фигур</b> И.Г. Скотникова, Р.В. Желанкин, А.С. Дмитриева .....	62
<b>Компоненты внутренней картины дефекта у взрослых лиц с дефицитным развитием</b> Н.С. Шипова .....	65

<b>Когнитивное развитие детей 6-7 лет</b> М.М. Безруких, Т.А. Филиппова, А.С. Верба, В.В. Иванов, В.Е. Сергеева.....	68
<b>Fear of negative appearance evaluation in participants of an online weight-loss community</b> N.A. Polskaya, A.Yu. Razvaliaeva.....	71
<b>Панды и пандемии «сквозь пенсне» когнитивной теории перспективизации</b> Н.Ю. Петрова.....	74
<b>Алекситимия у матерей, воспитывающих детей с расстройствами аутистического спектра: первичный дефицит или защитный механизм?</b> Е.А. Дорошева.....	77
<b>Кто есть кто, или процесс интерпретации неоднозначных местоимений при чтении связанных текстов</b> В.К. Прокопеня, Е. Саенко.....	80
<b>Восстановление сознания при пробуждении от ортодоксального сна</b> К.М. Левкович, Ю.В. Украинцева.....	83
<b>Обнаружение конфликта как причина Струп-интерференции</b> А.С. Стародубцев.....	86
<b>Развитие эпилептиформенной активности в гиппокампе крысы в модели пренатальной гипергомоцистеинемии</b> Э.Д. Гатаулина, В.И. Шахматова, Е.Д. Курмашева, А.В. Яковлев.....	89
<b>Особенности зрительно-пространственной деятельности разного уровня сложности у детей</b> А.В. Хрянин, М.М. Безруких.....	91
<b>Роль гипоталамуса в механизмах эмпатии</b> Ю.М. Нерозникова, А.В. Варганов.....	93
<b>Феномен «скрытого сознания» при хронических нарушениях сознания</b> М.А. Пирадов, Н.А. Супонева, Ю.В. Рябинкина, А.А. Белкин, К.А. Ильина, М.С. Ковязина, Н.А. Варако, А.Н. Черкасова, М.В. Кротенкова, Е.И. Кремнева, А.Г. Бругян.....	96
<b>Effect of mutant synaptic nmda receptors on the functioning of hippocampus neural networks</b> S.V. AksenoVA, A.S. Batova, A.N. Bugay, E.B. Dushanov.....	100

<b>Структурные типы элементарных дискурсивных единиц в монологической и диалогической устной речи</b> Н.А. Коротяев, Е.А. Неверова .....	101
<b>Когнитивное моделирование концептуальной области «социокультурные угрозы»</b> В.И. Заботкина, Е.М. Позднякова .....	105
<b>Когнитивно-дискурсивные практики в игровой AR среде: через междисциплинарные ресурсы к искусственному интеллекту</b> М.Р. Желтухина, О.А. Шабалина .....	108
<b>Colour Matching Task: Replicability and reliability in primary school children in Moscow</b> А.К. Liashenko, М. Arsalidou .....	111
<b>Причинность и средства ее выражения в нарративах информантов с разной степенью развития языковых навыков</b> С.В. Краснощекова, Е.В. Галкина .....	114
<b>Отставленные эффекты хронического неонатального введения аналого АВП(6-9) –Ac-D-MPRG на когнитивные процессы крыс разных возрастных групп</b> А.А. Стаханова, О.Г. Воскресенская, К.В. Бородина, В.П. Голубович, А.А. Каменский .....	117
<b>The evolutionary prerequisites for the formation of self-awareness</b> I.A. Khvatov, A.N. Kharitonov .....	119
<b>Оценка химерных состояний в ЭЭГ покоя</b> Т.В. Адамович, И.М.Захаров, А.О. Табуева .....	122
<b>Проявление эффекта неосознанного плагиата в зависимости от сформированности семантической иллюзии</b> В.В. Бурлан, В.А. Гершкович .....	125
<b>Исследование особенностей решения математических примеров студентами с музыкальным и биологическим образованием</b> А.С. Фомина, О.В. Куклис .....	129
<b>Особенности запоминания контекстных связей в условиях вербальной многозначности</b> В.А. Гершкович, А.С. Кенсоринова .....	132

<b>Исследование механизмов решения арифметических примеров на умножение и деление при разной успешности деятельности</b> А.С. Фомина, С.Г. Кочетова.....	135
<b>Реконсолидация памяти после обучения разной интенсивности зависит от временного окна, проходящего до начала процесса напоминания</b> И.Б. Дерябина, Л.Н. Муранова, В.В. Андрианов, Т.Х. Богодвид, Х.Л. Гайнутдинов.....	137
<b>Грамматические ошибки при эфферентной моторной аграфии в условиях реализации культурных функций письменной речи</b> Е.Г. Иванова, А.А. Скворцов, Ю.В. Микадзе.....	140
<b>Закономерности восприятия эмоциональных экспрессий лица и цвета</b> Д.А. Виноцкий, А.А. Кисельников, Г.Я. Меньшикова, А.А. Сергеев.....	143
<b>Automated Metaphor Identification in Russian and its Implications for Metaphor Studies</b> Yu.G. Badryzlova .....	145
<b>Сенсорная чувствительность и эмоциональное состояние у крыс с гипергомостеинемией при моделировании мигрени введением нитроглицерина</b> Е.В. Герасимова, Д.Р. Еникеев, Г.Ф. Ситдикова.....	149
<b>Формирование ассоциации между словом и движением связано с усилением бета осцилляций после движения</b> А.А. Павлова, А.Ю. Николаева, В.В. Скавронская, Н.Б. Тюленев, А.О. Прокофьев, Т.А. Строганова, Б.В. Чернышев.....	152
<b>Факторная структура функционального состояния детей 6-7 лет и информативные показатели его диагностики</b> И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова.....	155
<b>Исследование фонологического дефицита у русскоязычных детей с дислексией</b> С.В. Дорофеева, В.А. Решетникова, Е.В. Искра, Д.Н. Горанская, А.С. Зырянов, Е.А. Гордеева, М.Н. Серебрякова, Т.В. Ахутина, О.В. Драгой.....	158
<b>Исследование роли когнитивных функций при помощи вызванной ритмической активности мозга</b> М.А. Павловская, Е.К. Айдаркин.....	161

<b>Нейрофизиологические корреляты особенностей принятия решений у больных депрессией</b> А.Ф. Изнак, Е.В. Изнак, Т.И. Медведева, И.В. Олейчик.....	163
<b>Связь когнитивной гибкости и особенностей устной связной речи у детей 5-6 лет</b> Е.С. Ощепкова, Д.А. Бухаленкова, А.Н. Веракса.....	166
<b>Параметры малоамплитудных движений верхних конечностей здоровых испытуемых во время решения сложной двигательно-когнитивной задачи с биоуправлением</b> Н.Д. Бабанов, Е.А. Бирюкова, Э.Р. Джелдубаева, Е.О. Касьянова, Е.Н. Чуян, О.В. Кубряк.....	169
<b>The role of areas of ventral visual cortex in color and shape information processing</b> S. Kozlovskiy, A. Rogachev .....	172
<b>LexiaD, шрифт для людей, испытывающих сложности при чтении на русском языке: пример применения у оптического дислексика</b> С.В. Алексеева, В.И. Зубов, И.В. Рябова, Е.Ю. Григорьева .....	175
<b>Вклад когнитивного контроля в эффективность намеренного забывания</b> А.А. Гофман .....	178
<b>Особенности когнитивного стиля полезависимость-поленезависимость и пола в младшем подростковом возрасте</b> Е.Г. Будрина .....	181
<b>Статические характеристики основной стойки у профессиональных хоккеистов и новичков</b> И.С. Поликанова, С.В. Леонов, А.П. Кручинина, Г.С. Бургрий, Н.И. Булаева, П.Ю. Сухочев .....	184
<b>Присвоение синтаксических ролей в русском языке у детей 3-7 лет</b> И.Д. Коркина, В.А. Решетникова, Н.С. Ладинская, А.А. Лопухина .....	187
<b>Продуктивность пространственной рабочей памяти у подростков с 10 до 17 лет</b> В.И. Исмагуллина, И.А. Воронин, И.М. Захаров.....	190

<b>Уникальные характеристики липидома мозжечка человека</b> О.И. Гавриленко, Е.П. Попова, О.И. Ефимова, Г.Н. Владимиров, Е.Н. Николаев, Ф.Е. Хайтович .....	193
<b>Функциональное состояние учащихся вторых классов с разной двигательной подготовленностью в условиях интенсивного использования средств информатизации</b> И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, И.И. Криволапчук.....	196
<b>Липидомная карта мозга человека</b> М.С. Осетрова, А.И. Ткачев, Е.А. Стеколыщикова, А.И. Митина, О.И. Ефимова, Е.Е. Храмеева, Ф.Е. Хайтович .....	199
<b>Личностные характеристики женщин с разной мотивацией публикации селфи</b> Е.А. Никитина .....	202
<b>Eye-tracking indices of arithmetic operations</b> V. Bachurina, K. Konopkina, Y. Sudorgina, N. Kudryavtsev, M. Arsalidou .....	205
<b>Studying the magnetoencephalogram in players of a gaze-controlled game for the development of new human-machine interfaces</b> S.L. Shishkin, A.N. Vasilyev, A.V. Butorina, I.A. Dubynin, E.P. Svirin, A.E. Ossadtchi, B.M. Velichkovsky, T.A. Stroganova .....	208
<b>Молекулярная регуляция процессов самоорганизации и функционирования нейрональных «клеточных ансамблей»</b> Т.В. Вьюнова, Л.А. Андреева, Н.Ф. Мясоедов.....	211
<b>Влияние актуализации комплементарных и некомплементарных стереотипов на уровень веры в справедливость у сотрудников некоммерческих благотворительных и коммерческих организаций</b> Е.В. Улыбина, А.А. Антонова .....	214
<b>О механизмах интерпретации поликодовых текстов</b> А.В. Горбачева .....	217
<b>Low-frequency brain oscillations at different levels of decision making</b> D. Kostanyan, S. Kozlovskiy, A. Rogachev.....	220
<b>Характеристики базовых эмоций в оценках восприятия динамических экспрессий сложных эмоций</b> Е.Г. Хозе.....	222

<b>Mental attention and different aspects of inhibitory control</b> V. Bachurina, M. Arsalidou .....	225
<b>fMRI Correlates of Mental-attentional Capacity in Children: Data from Moscow Schools</b> A. Faber, I. Matiulko, M. Arsalidou .....	228
<b>Применение комбинации нейромоделей для исследования физиологических механизмов порождения речи</b> И.А. Горбунов .....	231
<b>Влияние пренатальной гипергомоцистеинемии на развитие кортикальной распространяющейся депрессии у крыс</b> В.И. Шахматова, А.В. Яковлев .....	234
<b>Оценка коротких интервалов времени в норме: поиск детерминант</b> Е.Ю. Балашова .....	236
<b>Параметры движений глаз при профессиональном переводе с листа с английского языка на русский</b> Е.С. Коканова, М.М. Лютянская, А.С. Черкасова .....	239
<b>Кросс-культурные особенности восприятия базовых эмоциональных экспрессий лица</b> Е.Г. Хозе, О.А. Королькова .....	241
<b>Функции гиппокампа в поиске скрытой цели</b> В.И. Майоров .....	244
<b>Нейрофизиологические корреляты поэтапного решения вербальных и невербальных задач</b> О.Л. Кундупьян, Е.К. Айдаркин, Ю.Л. Кундупьян, А.Н. Старостин, М.Ю. Бибов .....	247
<b>Оценка успешности навигации в тексте с помощью анализа параметров движений глаз</b> А.И. Ковалёв, Т.С. Леднева, С.Ю. Егоров .....	249
<b>Глазодвигательные индикаторы протекания естественных рассуждений</b> Д.В. Зайцев, А.И. Ковалёв, А.А. Кисельников, Н.В. Зайцева, К.Г. Сухотина .....	252
<b>Методы оценки динамики контроля в процессе решения задач инсайтного типа с использованием аппаратных методов (ЭЭГ корреляты внимания)</b> А.В. Смирницкая, И.Ю. Владимиров .....	255

<b>Implicit emotional modulation of brain evoked activity in male patients with unipolar and bipolar depression under classical conditioning</b> E.V. Mnatsakanian, V.V. Kryukov, V.N. Krasnov.....	258
<b>Информационная модель психологических черт личности</b> С.Л. Коваль.....	260
<b>Особенности нейрокогнитивного развития подростков с разной цифровой активностью</b> Г.У. Солдатова, Е.И. Рассказова, А.Е. Вишнева.....	263
<b>Особенности развития эмоционального интеллекта у юношей и девушек из полных и неполных семей</b> И.И. Ветрова.....	267
<b>Влияние систематических занятий физическими упражнениями различной продолжительности на функциональное состояние детей 5-6 лет</b> И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, С.А. Кесель.....	270
<b>Влияние краниального облучения высокоэнергетическими протонами на зрительно-моторное поведение обезьян</b> Л.В. Терещенко, Л.А. Васильева, И.Д. Шамсиев, И.В. Бондарь, Е.А. Красавин, А.В. Латанов.....	273
<b>Кросс-культурное сравнение стратегий визуального сканирования и когнитивной обработки в задаче лексического поиска</b> М.Д. Рабесон, А.И. Измалкова, И.В. Блинникова.....	276
<b>The spectrum of refrains of the fundamental sociality problem – from dilemma of the politician included in sociocultural community to the dilemma of the subject of self-isolation in COVID-19 pandemic</b> D.V. Reut.....	279
<b>Влияние слуховой высокочастотной стимуляции на обработку звуковых стимулов в мозге</b> Г.А. Согоян, Д.Ф. Клеева, К.С. Смирнов, А.Б. Ребрёйкина, О.В. Сысоева.....	282
<b>Дефицит процессов переработки информации разной модальности у младших школьников со слабостью произвольной регуляции деятельности</b> Н.В. Полиенко, А.Р. Агрис, М.Н. Захарова.....	285
<b>Viewpoint and reference in kinetic channels of communication</b> А.А. Evdokimova, Yu.V. Nikolaeva, E.V. Budennaya.....	288

<b>Функциональные связи в головном мозге при восприятии речевых сбоев</b> Е.В. Печенкова, А.Д. Румшиская, И.С. Лебедева, Я.Р. Паникратова, К.В. Смирнова, Н.А. Коротаев, О.В. Федорова, В.Е. Сеницын.....	290
<b>Методика оценки читательского опыта: адаптация для русского языка</b> Д.А. Чернова, П.В. Бахтурина, Н.А. Слюсарь.....	293
<b>Нейрокогнитивные механизмы нарушений внимания при социальной тревоге: ай-трекинг эксперимент с фланговой задачей</b> О. Сагалакова, Д. Труевцев, А. Тинекон.....	296
<b>Нейрофизиологические корреляты влияния эфирного масла апельсина на кратковременную слуховую память</b> О.Л. Кундупьян, Е.К. Айдаркин, Ю.Л. Кундупьян, А.Н. Старостин, М.Ю. Бибов.....	299
<b>Информатизация условий жизнедеятельности и функциональное состояние учащихся 8-9 лет с разным уровнем физической активности</b> И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, С.А. Баранцев, И.И. Криволапчук.....	301
<b>Принятие решений и особенности ЭЭГ у больных депрессией девушек с самоповреждающим поведением</b> Е.В. Изнак, Е.В. Дамянович, Т.И. Медведева, И.В. Олейчик, Н.С. Левченко.....	304
<b>Успеваемость по русскому языку в средней школе: структурная модель когнитивных и некогнитивных предикторов</b> И.Н. Бондаренко.....	306
<b>Real-time communication during lucid dreaming as an experimental model for research of consciousness states</b> А.У. Mironov, А.У. Sinin, V.B. Dorokhov.....	309
<b>Эмоциональные маркеры тупика в инсайтном решении. Исследования с использованием видеокорпусов</b> И.Ю. Владимиров, И.Н. Макаров.....	311
<b>Взаимосвязь параметров исполнительных функций у дошкольников в норме и с речевыми нарушениями</b> Е.И. Николаева, Т.Л. Брисберг.....	314
<b>Категории и значения слов: общность и специфика смысловой вариативности</b> В.В. Тур.....	319

<b>Выделение ключевых слов текста детьми младшего и среднего школьного возраста: сходства и различия</b> Е.В. Грудева, А.А. Губушкина, П.М. Эйсмонт .....	322
<b>Пилотное исследование когнитивного развития детей, зачатых с помощью экстракорпорального оплодотворения</b> Н.В. Зверева, М.В. Зверева, С.Е. Строгова, И.Н. Трофимова .....	325
<b>Микродвижения глаз как стохастический процесс: метод анализа</b> В.Е. Дубровский, Е.Г. Лунякова, А.В. Гарусев .....	328
<b>Switching to a familiar task as reorganization of memory: Evidence from the firing of cingulate cortex neurons</b> А.А. Sozinov, А. V. Bakhchina, Yu. V. Grinchenko, L.S. Zhiganov, Yu. I. Alexandrov .....	331
<b>Similarity or Unity? The EEG Coherent Connections During Creating Original and Humorous Phrases via Insight</b> L.A. Dikaya, I.S. Dikiy.....	334
<b>Психологические характеристики носителей иностранных языков</b> И.С. Дикий, Л.А. Дикая, Д.В. Королев.....	337
<b>Гиппокамп грызунов из природных популяций: оценка объема методом магнитно-резонансной томографии</b> В.А. Лукьянова, М.А. Абакумов, О.И. Ефимова, В.М. Малыгин, М.Г. Плещачева.....	340
<b>Идентификация минорной фракции синапсом в гиппокампе, в которой функциональные маркеры дофаминергических и холинергических пресинапсов коррелируют с консолидацией пространственной обстановочной памяти</b> Е.И. Захарова, З.И. Сторожева, А.Т. Прошин, М.Ю. Монаков, А.М. Дудченко .....	343
<b>Принципы эффективного функционирования памяти шахматиста</b> Е.Е. Васюкова.....	346
<b>DNA as a unit of consciousness</b> V.A. Ivashkina .....	349
<b>Cognitive Mechanisms of Ambiguity</b> V.I. Zabotkina, E.L. Boyarskaya .....	354

<b>Временная динамика кругового осмотра трёхмерного объекта</b> В.В. Ткаченко, И.М. Бойко.....	356
<b>Основные типы морфосинтаксической интерференции в речи на втором и третьем языках (экспериментальное исследование)</b> А.Д. Непомнящих.....	358
<b>Wolfram Mathematica software in cognitive study of near-synonyms</b> E. Golubkova, E. Suvorina .....	361
<b>ЭЭГ-корреляты процессов нейровоспаления и нейропластичности у больных с депрессивно-бредовыми состояниями</b> А.Ф. Изнак, Е.В. Изнак, Т.П. Ключник, С.А. Зозуля, И.В. Олейчик.....	363
<b>Экспериментальная модель исследования уровня сознания в парадигме сон-бодрствование</b> В.Б. Дорохов, О.Н. Ткаченко, С.С. Груздева, В.Л. Ушаков, Д.Г. Малахов, А.М. Черноризов.....	366
<b>Влияние перцептивного и концептуального источников беглости обработки информации на применение имплицитных знаний</b> И.В. Зверев, Н.В. Морошкина.....	370
<b>Сравнительное исследование когнитивных способностей нечеловеческих приматов в условиях, близких к естественным, и детей 4-5 лет</b> И.Ю. Голубева, Д.Л. Тихонравов.....	373
<b>Формирование понятий и их синтез при использовании геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у макак резусов и 4-5-летних детей в сравнительном аспекте</b> Д.Л. Тихонравов, И.Ю. Голубева.....	376
<b>Object-specific and non-specific changes of short-term memory in healthy aging: behavioral and high-density ERP study</b> E. V. Mnatsakanian.....	379
<b>Состоятельна ли концепция трёх структурно-функциональных блоков мозга?</b> Н.А. Хохлов.....	381
<b>Моделирование формирования и связи рефлексов: условных, сложных условных, категориальных, импринтинга</b> М.Е. Мазуров.....	384

<b>Spatial-Temporal Measure for Grouping the Eye Tracking Data</b> M.Ye. Zhuravlev, A.A. Kopina.....	387
<b>Многослойная модель восприятия для случая различения двух многомерных объектов</b> В.М. Шендяпин, И.Г. Скотникова.....	390
<b>Двойной механизм вывода метакогнитивных суждений в решении учебных задач</b> А.Е. Фомин.....	393
<b>Дискурсивный анализ текстов нейросети Порфирьевич</b> С.А. Шаповал.....	396
<b>Эмоция, выраженная в герцах</b> С.Е. Мирова.....	399
<b>Культурная эволюция: когнитивные траектории трансляции цивилизационных смыслов</b> Л.А. Шестак.....	401
<b>Особенности саккад у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью</b> Е.В. Дамянович.....	404
<b>Исследование динамики образа тела в экспериментальных условиях компьютерной виртуальной реальности</b> А.В. Варламов, Н.В. Яковлева.....	406
<b>Роль нелокального контраста в обнаружении лиц и идентификации эмоций</b> В.В. Бабенко, Д.В. Явна, П.В. Анохина.....	408
<b>Понимание мышления: от отражения к самоорганизации</b> А.Н. Плющ.....	411
<b>Лептин и синаптическая пластичность в гиппокампе</b> А.Л. Проскура, Т.А. Запара, А.С. Ратушняк.....	413
<b>Eye-movements during Reading in Children with Hearing Loss</b> А. Kaprielova, А. Laurinavichyute, А. Lopukhina.....	416
<b>Особенности взаимосвязи общего интеллекта и математических способностей у молодых людей, ориентированных на разные образовательные профили подготовки</b> Е.В. Бредун, Т.А. Ваулина, О.М. Краснорядцева, Э.А. Щеглова.....	418

<b>Память Других: специфика коллективной и семейной памяти</b> Е.В. Рязцова .....	421
<b>Hierarchical structure of the ensemble activity in the retrosplenial cortex is organized in accordance with the structure of the behaviorally specialized neuronal activity</b> E.A. Kuzina .....	424
<b>К проблеме междисциплинарной трансферизации терминов: когнитивный стиль</b> И.А. Тарасова .....	427
<b>Подходы к моделированию автономного агента, способного самостоятельно познавать законы природы</b> В.Г. Редько .....	430
<b>Lateralization in Neurosemantics: Special Case of a Word Cluster with Mentalist Content?</b> B.M. Velichkovsky, Z.A. Nosovets, A.A. Kotov, V.L. Ushakov, V.I. Zobotkina, L.Y. Zaidelman.....	433
<b>Когнитивные нарушения как негативный предиктор восстановления функции руки после лакунарного инсульта</b> В.Н. Григорьева, Т.Н. Семенова, Е.В. Гузанова.....	436
<b>Long-Range Temporal Correlations in Resting State Beta Oscillations Are Associated With Helping Behavior</b> I. Evdokimova, O. Zinchenko, V. Klucharev .....	439
<b>Особенности когнитивной сферы пациентов, страдающих псориазом</b> И.А. Скиртач .....	441
<b>Частота встречаемости вариантов анозогнозии в остром периоде полушарного ишемического инсульта</b> В.Н. Григорьева, Т.А. Сорокина .....	444
<b>Nature and Nurture in Hierarchical Social Categorization</b> Y. Shkurko.....	447
<b>Комплекс показателей этапного контроля функционального состояния девочек 11-12 лет в процессе обучения в школе</b> Г.А. Зайцева, И.И. Криволапчук .....	451
<b>Физическая работоспособность подростков 13-15 лет с различными стадиями полового созревания</b> Д.А. Раевский, Г.А. Зайцева.....	455

<b>Ассоциативные связи в условном рефлексе</b> В.И. Майоров .....	457
<b>Природные модели для изучения механизмов пространственной когнитивной деятельности животных: проблемы и перспективы исследования гиппокампа</b> М.Г. Плескачева .....	460
<b>Смерчевая концепция движения потока крови в сердце и магистральных сосудах</b> А.В. Агафонов, Л.А. Бокерия, А.Ю. Городков, Ш.Т. Жоржوليани, Г.И. Кикнадзе, Е.А. Талыгин.....	463
<b>Методы диагностики и индукции базовых эмоций у детей младшего и среднего школьного возраста: возможности и ограничения</b> Е.Г. Хозе, Е.А. Лупенко, М.М. Маринова, И.А. Басюл.....	468
<b>New Approach for Cognitive Evaluation in Children with Motor Disorders: Task-free EEG/MEG Oddball Paradigm</b> B. Bermúdez-Margaretto, G.O. Kopytin, M. A. Ulanov, D.V. Kadieva, I. Ntoumanis, S.A. Golosheykin, O.E. Moiseenko, E.D. Blagoveshchensky, M.M. Koryakina, O.E. Agranovich, A.N. Shestakova .....	471
<b>Profiles of laterality of motor and sensory functions among the Nenets and the Slav children in the North of Siberia</b> V.A. Lobova .....	473
<b>Кросскультурное сравнение нейросемантических карт активности мозга для русского и английского языка</b> В.Л. Ушаков, З.А. Носовец, Л.Я. Зайдельман, В.А. Орлов, С.И. Карташов, Д.Г. Малахов, А.А. Котов, В.И. Заботкина, Б.М. Величковский .....	476
<b>Мозг Разума: непостижимая мощь в математике, нравственный закон и свобода воли</b> В.И. Майоров .....	479
<b>Увеличение нейропроизводительности (neuroperformance) в случае непрямого использования метода биологической обратной связи</b> С.А. Евдокимов, А.В. Пахтусова.....	482
<b>Брести или бродить? Нестись или носиться? Глаголы, обозначающие быстрое или медленное движение, в ментальном лексиконе носителя русского языка</b> Е.И. Риехакайнен, А.А. Коновалова, Э.К. Кожевникова, И.С. Лазарева, А.В. Мороз, Т.М. Уколова .....	485

<b>Антропология как когнитивная наука: споры о границах исследовательских программ</b> Е.М. Ананьева .....	488
<b>Особенности влияния направления взгляда и зрительного внимания пользователя на эффективность работы ПЗ00 ИМК</b> А.С. Пронина, А.Я. Каплан .....	491
<b>Приемы мнемотехники в древней Индии (механизмы кодирования информации в лингвистических трактатах Веданги)</b> О.А. Волошина .....	494
<b>Neuronal encoding of object-type and object-place memories in mouse hippocampus and retrosplenial cortex</b> O.I. Ivashkina, K.A. Toropova, A.M. Gruzdeva, O. Rogozhnikova, V.V. Plusnin, V.P. Sotskov, I.V. Fedotov, K.V. Anokhin .....	497
<b>Анонимность оппонента при взаимодействии в виртуальной среде изменяет работу нейрональной системы обеспечения формирования представления о содержании мыслей оппонента</b> А.Д. Коротков, М.В. Киреев, Р.С. Машарипов, А.Д. Мызников, М.А. Желтякова, М.Г. Старченко, Д.В. Чередниченко, М.В. Вотинов, С.В. Медведев .....	499
<b>Оценка функциональных взаимоотношений хвостатых ядер у людей с различным уровнем социального интеллекта</b> А.Д. Мызников, А.Д. Коротков, М.В. Киреев, Р.С. Машарипов, М.Г. Старченко, М.В. Вотинов .....	502
<b>Отражение привлечения внимания к пространственным неоднородностям текстуры в параметрах вызванного компонента N2pc</b> Д.В. Явна, В.В. Бабенко, К.А. Иконописцева .....	504
<b>Subject and personality in the regulation of observer's activity</b> S.A. Emelianova, A.N. Gusev.....	507
<b>Cognitive Architecture for a Companion Robot: Speech Comprehension and Real-World Awareness</b> A. Kotov, N. Arinkin, A. Filatov, K. Kivva, L. Zaydelman, A. Zinina .....	510
<b>Нейронные гиперсети: организующий принцип высших функций мозга</b> К.В. Анохин.....	513
<b>Разработка процедуры анализа нистагмной активности как показателя работы системы пространственного позиционирования</b> О.А. Климова, П.А. Манукян, М.А. Климова, А.М. Мухамедов .....	516

<b>Нейробиоуправление при депрессиях. Что нам известно и что предстоит узнать об основных протоколах</b> М.Е. Мельников .....	519
<b>Functional bilingualism: Contribution of ambiguity tolerance to learning a foreign language</b> I.V. Atamanova .....	522
<b>Research of the influence of meditation on the basic brain mechanisms</b> S.V. Medvedev, Y.A. Boytsova, Y.A. Bubeev, A.Y. Kaplan, E.V. Kokurina, A.E. Smoleevskiy, N.V. Syrov, L.V. Yakovlev, Y.S. Zhironkina, Telo Tulku Rinpoche, Tanzin Chhonden, Yeshe Dorje, Stanzin Lhakpa, Tenzin Lobsang, Kunga Lhundup, Ngawang Norbu, Lobsang Phuntsok, Lodoe Sangpo, Thupten Sherap, Tenzin Wangchuk .....	525
<b>Life, Human and Computer Languages and Paradigms</b> N.E. Shklovskiy-Kordi, L.I. Evelson, L.I. Erlich, O.S. Kremenetskaya .....	528
<b>Searching in «Russian Pear Chats and Stories»: Challenges of multi-party multichannel communication</b> N.A. Korotaev, G.B. Dobrov, A.N. Khitrov .....	531
<b>От окраин до Москвы: региональные модели ментальных расстояний в России (на материале «наивных карт»)</b> Н.Л. Зелянская .....	534
<b>Семантические корреляты профессионального развития специалистов социономической сферы</b> М.М. Абдуллаева .....	537
<b>Не узнавать, но уметь: влияние медикаментозной седации на память о способе решения задачи</b> Г.Д. Взорин, А.М. Букиннич, В.О. Чураков .....	540
<b>Тета-ритм и структурные особенности головного мозга при шизофрении</b> И.С. Лебедева, А.С. Томышев, В.Г. Каледа .....	542
<b>Психологические характеристики виртуального агента в социально-эмоциональной видеоигре</b> Д.В. Тихомирова, А.В. Самсонович .....	544
<b>Влияние различных типов частотности на интерпретацию грамматических омонимов носителями русского языка и изучающими русский язык как иностранный</b> Е.В. Мораш, Е.И. Риехакайнен .....	547

<b>Языковая игра в рекламном поликодовом тексте: психолингвистическое исследование</b> А.А. Коновалова, Т.Е. Петрова .....	550
<b>Нейро- и дифференциально-психологический анализ лингвистической и художественно-изобразительной одаренности подростков</b> Е.В. Арцишевская, М.К. Кабардов, Ю.П. Кошелева.....	553
<b>Подходы к оценке восприятия и обучения в среде виртуальной реальности и гипермедиа</b> О.А. Залата, Ю.А. Еременко .....	556
<b>Анализ показателей выполнения теста Струпа студентами разного пола, различающимися латеральными признаками</b> Е.В. Будыка .....	559
<b>Окуломоторные паттерны лексического поиска у испытуемых с разным уровнем владения иностранным языком</b> А.И. Измалкова, М.Д. Рабесон, И.В. Блиникова.....	562
<b>Подражание, кооперация и эмпатия у крыс</b> В.В. Гаврилов.....	565
<b>Когнитивная архитектура профессионального опыта: Что стоит за превосходством экспертов в решении задач по химии?</b> И.В. Блиникова, Ю.А. Ишмуратова .....	567
<b>Роль оценок в решении мыслительных задач студентами</b> А.К. Белоусова, Е.Е. Белоусова.....	570
<b>Степень рассогласования при научении и уровни генетической активации ретроспленальной коры</b> А.И. Булава, Ю.И. Александров.....	573
<b>Comparing the embodiment of first and second language</b> O.P. Marchenko, N.S. Guryanov.....	576
<b>Вербальные данные в изучении восприятия изображений эмоционально окрашенных сцен</b> В.Н. Носуленко, Т.Ю. Савицкая, Ю.И. Александров .....	578
<b>Кодирование в мозге сигналов номером канала в рамках векторной психофизиологии</b> Г.В. Лосик, А.М. Черноризов, А.В. Варганов.....	581

<b>Data-driven Parametric Statistical Testing of Functional Connectivity Between Brain Sources Characterized by Activity with Close-to-Zero Phase Lags</b> D.F. Kleeва, A.E. Ossadtchi .....	584
<b>Угроза подтверждения стереотипа в условии переключения между задачами</b> M.B. Аллаhverдов .....	587
<b>Полный комплекс Нота как сенсорно-проприоцептивная мозговая модель «звучания» музыкального звука</b> B.I. Пляшкевич.....	590
<b>In vivo two-photon imaging of calcium dynamics in astrocytic network in mouse cortex</b> A. Fedotova, T. Kocsányi, M. Tybeykina, E. Pryazhnikov, A. Brazhe, L. Khiroug, A. Semyanov.....	594
<b>Когнитивно-семантические классификации и определение тематики научно-технических документов</b> И.Н. Сухоручкина .....	595
<b>Performance analysis of a source-space low-density EEG-based motor imagery BCI</b> G.A. Soghoyan, N.M. Smetanin, M.A. Lebedev, A.E. Ossadtchi .....	598
<b>Перенос атрибутов и туннельный переход в когнитивной системе</b> E.D. Казимилова.....	602
<b>The unity of different: complementarity of various cells in the neuronal assembly</b> Yu.I. Alexandrov, A.A. Sozinov, M. Zubtsova .....	605
<b>Роль серотонина и дофамина в эффектах интенсивной локомоции на поведение прудовика в ситуации выбора</b> M.I. Межеричкий, Д.Д. Воронцов, В.Е. Дьяконова.....	607
<b>Взаимосвязь кардиорезервов студентов-иностранцев с психологическим комфортом в новых социально-климатических условиях</b> A.B. Кирьянов, Л.В. Соколова .....	610
<b>Роль когнитивных технологий в повышение адаптационных возможностей человека в современном мире</b> B.K. Сарьян, E.B. Саломатина.....	613
<b>Восприятие женщинами текстов с депрессивным содержанием</b> N.E. Лысенко, Д.М. Давыдов .....	616

<b>Усиление конфликтности мнений в социуме социальными сетями интернета: модельное исследование</b> А.К. Крылов .....	619
<b>Зеркальные нейроны в интерпретации действий и намерений</b> Ю.В. Бушов, В.Л. Ушаков, М.В. Светлик, С.И. Карташов, В.А. Орлов .....	622
<b>Игровые технологии в работе над зрительными агнозиями у пациентов с ОНМК</b> Л.В. Козуб, Д.М. Туйсына .....	625
<b>Использование квантовых технологий в организации банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях перехода к цифровой экономике</b> Н.Н. Корсунова.....	633
<b>Вегетативная и гормональная реактивность мальчиков-подростков при выполнении информационной нагрузки</b> О.Н. Адамовская, И.В. Ермакова .....	636
<b>Влияние билингвизма на восприятие перцептивного компонента семантики имен существительных (на основе психолингвистической базы данных RuWordPerception)</b> З.И. Резанова, А.А. Степаненко .....	639
<b>ЭЭГ и фМРТ корреляты инсайта в тесте отдаленных ассоциаций Медника</b> В.Л. Ушаков, Г.Г. Князев, В.А. Орлов, Д.Г. Малахов, С.И. Карташов, А.Н. Савостьянов, А.В. Бочаров, Б.М. Величковский .....	643
<b>Теологический дискурс исследований сознания</b> К.В. Копейкин .....	646
<b>Декодирование поведения по данным нейронной активности клеток места</b> Н.А. Поспелов, В.П. Сотсков, К.В. Анохин, С.К. Нечаев, А.С. Горский.....	649
<b>Динамика избирательного сенсорного и моторного внимания и активного подавления моторной реакции</b> М.А. Павловская .....	651
<b>Когнитивные составляющие модели компетенций (краткий исторический обзор)</b> А.С. Машкова, В.В. Вильчес-Ногерол .....	653

<b>Применение машинного обучения к разработке методов диагностики нарушений сознания: возможности и проблемы</b> Д.О. Сеницын*, Д.В. Сергеев, А.Н. Сергеева, А.Г. Пойдашева, И.С. Бакулин, Л.А. Легостаева, Е.Г. Язева, Е.И. Кремнева, С.Н. Морозова, К.А. Ильина, Ю.В. Рябинкина, Н.А. Супонева, М.А. Пирадов.....	656
<b>Сравнительный анализ когнитивных и психомоторных способностей (полу)профессиональных игроков в компьютерном спорте и спортсменов в традиционных видах спорта</b> О.А. Морозова, Е.Ю. Коробейникова, М. А. Остапчук, А.И. Грушко.....	659
<b>Особенности когнитивной обработки эмоциональных слов тюркско-русскими билингвами: экспериментальное исследование</b> А.В. Васильева, З.И. Резанова.....	662
<b>Гипотеза когнитивных преимуществ билингвов: экспериментальное исследование с носителями национально-русского двуязычия</b> Ю.Е. Лещенко, Т.И. Доценко, Т.С. Остапенко .....	665
<b>Эквивалентность идиом в психолингвистическом аспекте (на материале русской и монгольской фразеологии)</b> У.М. Трофимова, Е.Б. Трофимова, Алимаа Пурэв.....	668
<b>Релевантная информация как фактор повышения качества интеллектуальной деятельности</b> П.А. Байгужин.....	671
<b>Вандализм в городской среде: кросс-культурный аспект</b> И.В. Воробьева, О.В. Кружкова .....	674
<b>Возрастные изменения управляющих функций мозга у детей дошкольного возраста</b> М.Н. Захарова, Ю.Н. Комкова, Г.А. Сугрובה .....	677
<b>Связь эффективности когнитивного контроля с уровнем владения иностранным языком</b> А.В. Зиберова, Б.Б. Величковский .....	680
<b>Сравнение движений глаз при чтении у глухих и слышащих носителей русского жестового языка</b> А.А. Кромина, А.К. Лауринавичюте.....	683
<b>Учет серыми крысами веса своего тела при взаимодействии с внешними объектами</b> А.Ю. Соколов.....	686

<b>Внимание к лицам и совместное внимание у младенцев</b> А.И. Котюсов, К.И. Кунникова, И.В. Денисова .....	689
<b>Создание виртуальной среды для возможности оценки и тренировки зрительно-моторной реакции спортсменов на примере хоккея</b> В.А. Чертополохов, М.Д. Белоусова, Н.И. Булаева .....	691
<b>Восприятие стресс-факторов реальной и виртуальной городской среды</b> О.В. Кружкова, И.В. Воробьева .....	694
<b>Протекторное действие масляной кислоты против нарушения когнитивных функций у мышей при введении антибиотиков</b> А.С. Тарасова, А.Н. Арсланова, О.В. Яковлева, Г.Ф. Ситдикова .....	697
<b>Когнитивные технологии трансформации смыслов в националистическом экстремистском дискурсе</b> Ю.Р. Тагильцева, М. Н. Лату.....	699
<b>Картирование транскриптома мозга человека, шимпанзе, бонобо и макаки с клеточным разрешением</b> Ф.Е. Хайтович .....	702
<b>Принятие решений о социальном дистанцировании у граждан Китая (после прохождения пика эпидемии COVID-19)</b> Цюци Чжоу.....	704
<b>Сравнительный анализ сетевой теории интеллекта и теории теменно-фронтальной интеграции</b> И. Захаров, Т. Адамович, А. Табуева .....	708
<b>Ослабление перцептивных ограничений в задаче «9 точек»</b> П.Н. Маркина, А.В. Чистопольская .....	711
<b>Когнитивно-стилевые и субъектные характеристики студентов разных направлений профессиональной подготовки</b> О. В. Рудыхина .....	714
<b>Изучение субъективных оценок расстояния при совершении хватательного движения</b> И.А. Дубынин, А.С. Яшин .....	717
<b>Различные способы обработки данных айтрекинга в исследовании механизмов восприятия лица</b> Г.Я. Меньшикова, А.О. Пичугина.....	720

<b>О различии когнитивного и семиотического процессов: экспериментальный аргумент</b>	
А.В. Вдовиченко.....	723
<b>Изменения концептуальной структуры аксиологической категории: эволюция или деволуция</b>	
Е.Л. Боярская, Е.В. Шевченко, И.В. Томашевская .....	726
<b>Изучение хронических посткоматозных состояний: на пути к пониманию феномена сознания</b>	
М.А. Пирадова, Н.А. Супонева, Ю.В. Рябинкина, Д.О. Сеницына, И.С. Бакулина, А.Г. Пойдашева, Д.В. Сергеева, Е.И. Кремнева, С.Н. Морозова, Е.Г. Язева, Л.А. Легостаева, А.Н. Сергеева, К.А. Ильина, М.С. Ковязина, Н.А. Варако, А.С. Черкасова.....	728
<b>Поиск наилучшего когнитивного ракурса осмотра трёхмерного объекта</b>	
Ю.В. Вильчук .....	734
<b>Реконструкция слов, слогов и фонем внутренней речи по ЭЭГ-активности</b>	
А.Р. Суянчева, А.О. Шевченко, Д.Ф. Саада, Ю.Ю. Гавриленко, А.А. Ильюшин, А.В. Варганов.....	737
<b>Особенности когнитивного развития детской популяции в разных средовых условиях (на примере столичного мегаполиса)</b>	
В.В. Глебов.....	739
<b>Имплитная обучаемость, психометрический интеллект и эффект Струпа в динамике формирования безопасного поведения в труде</b>	
И.С. Кострикина.....	742
<b>Значение архаичных языков Тихоокеанской зоны для исследования эволюции человеческого языка</b>	
О.Н. Иконникова, С.С. Калинин .....	745
<b>Типовые русские жесты в представлении учащихся средних классов</b>	
С.И. Переверзева.....	748
<b>Когнитивная картина мира у женщин с онкологическим заболеванием: возрастные особенности</b>	
Д.А. Циринг, И.В. Пономарева, Я.Н. Сизова.....	750
<b>Оценка индекса сложности пертурбаций (PCI) по данным ТМС-ЭЭГ у пациентов с хроническими нарушениями сознания</b>	
М.А. Пирадов, Н.А. Супонева, А.Г. Пойдашева, И.С. Бакулин, Д.О. Сеницын, Ю.В. Рябинкина, Е.И. Кремнева, С.Н. Морозова, Е.Г. Язева, Л.А. Легостаева, Д.В. Сергеев, А.Н. Сергеева, К.А. Ильина .....	752

<b>Влияние альтернативной и дополнительной коммуникации на развитие общения у детей с тяжёлыми и множественными нарушениями развития</b> А.А. Балякова .....	756
<b>Зрачковые ответы как предиктор утомления в ситуации переключения задач</b> И.М. Чистяков, Б.Б. Величковский .....	758
<b>Социализация в детском саду – миф или реальность? Различия в когнитивных, творческих и социальных способностях у детей, посещавших и не посещавших детский сад</b> Е.А. Шепелева, Е.А. Валуева, В.В. Овсянникова, Н.М. Лаптева.....	761
<b>Когнитивная социология науки: теоретико-методологические основания</b> Н.Н. Шевченко .....	764
<b>Гипотеза двухактной структуры сознания</b> А.Б. Хомяков .....	767
<b>Модель психического (theory of mind) как ментальный ресурс благополучного старения женщины</b> А.И. Мелёхин .....	770
<b>Сон и когнитивные процессы</b> В.Б. Дорохов.....	773
<b>Классы информации как основа перехода к синтезу решений в системах искусственного интеллекта</b> М.В. Макаров, А.В. Астафьев, Н.С. Трантина .....	776
<b>Аттитюды подростков в отношении насилия: гендерный аспект</b> В.Е. Купченко.....	778
<b>Развитие слухоречевой памяти у школьников с трудностями становления навыка чтения</b> Ю.А. Майорова .....	781
<b>Диагностические возможности методики «Стратегии решения задачи ментального вращения»</b> Д.Ю. Баланев.....	784
<b>Формирование профессионального менталитета специалистов экстремальных видов деятельности</b> Ю.В. Бессонова, А.А. Обознов.....	787

<b>Исследование кальциевой активности нейронов ретроспленнальной коры и гиппокампа при обследовании пространства и объектов у мышей</b> О.С. Рогожникова, О.И. Ивашкина, К.А. Торопова, М.А. Солотёнков, И.В. Федотов, К.В. Анохин .....	790
<b>Показатели внимания у аборигенов и не-аборигенов Арктики</b> В.А. Лобова .....	792
<b>Специфика тормозных процессов младших школьников с разными типами рукоисти</b> В.С. Меренкова .....	795
<b>Когнитивные основания философии сложности</b> А.В. Думов, В.И. Кудашов .....	798
<b>Письмо под диктовку псевдослов младшими школьниками: особенности фонологической обработки</b> О.А. Величенкова, И.Н. Зорюкова .....	801
<b>Влияние контекста обратной связи на восприятие сенсорной информации в контуре интерфейса мозг-компьютер на волне П300</b> Н.В. Сыров, А.Я. Каплан.....	804
<b>Структура психологического благополучия профессионала</b> Ю.В. Бессонова, А.А. Обознов, И.В. Кожанова .....	807
<b>Влияние функциональной нервно-мышечной стимуляции на десинхронизацию сенсомоторного ритма ЭЭГ при представлении движений</b> Л.В. Яковлев, Н.В. Сыров, А.Я. Каплан.....	810
<b>Влияние эмоциональной окраски слова на саккадическое отклонение</b> Н.А. Мурзякова, М.В. Фаликман .....	812
<b>Категоризация абстрактных и конкретных действий, описанных от первого и третьего лица</b> М.Г. Колбенева, Н.С. Варакина.....	815
<b>Асимметрия экспрессии генов в префронтальной коре человека</b> О.И. Ефимова, К.А. Павлов, М.С. Качановский, А.Ф. Аюпова, Я.А. Зоркина, А.Ю. Морозова, Д.С. Андреюк, Г.П. Костюк .....	818
<b>Р300 как показатель сдвига внимания на связанные с алкоголем стимулы у лиц с зависимостью от алкоголя</b> А.А. Березина, А.Н. Гвоздецкий, С.Г. Климанова, А.В. Трусова .....	821

<b>Когнитивные механизмы семантической деривации в сфере зрительного восприятия</b>	
А.А. Зализняк .....	824
<b>Непрерывность в семантике: лексико-типологические свидетельства</b>	
Т.И. Резникова, Д.А. Рыжова .....	827
<b>Искусственный мозг и искусственный разум гуманоидных роботов</b>	
Л.А. Станкевич .....	830
<b>Воссоздание эффекта присутствия собеседника</b>	
В.В. Егоров, С.И. Чубаров, В.Е. Морозов .....	833
<b>Методика определения звучащего музыкального инструмента на основе его базовых характеристик с использованием нейронной сети</b>	
В.Л. Розалиев, Ю.А. Орлова, С.А. Фоменков, И.А. Беззубцев, Д.В. Корлякова ..	836
<b>Разработка метода для развития мелкой моторики рук с использованием сенсорного контроллера</b>	
В.Л. Розалиев, Ю.А. Орлова, А.Д. Ульев, Д.В. Корлякова, И.А. Беззубцев .....	839
<b>Анализ ЭЭГ-реакций и имплицитных поведенческих показателей при распознавании лексики, описывающей ситуации кооперации и конкуренции</b>	
О.И. Платонова .....	842
<b>Комплексное картирование нейропластичности в мозге мыши</b>	
О.И. Ефимова, И.Н. Курочкин, Е.Е. Храмеева, Г.Н. Владимиров, Е.Н. Николаев, Ф.Е. Хайтович .....	844

## **Функциональное состояние учащихся 15-16 лет при напряженных когнитивных нагрузках в зависимости от уровня аэробных возможностей<sup>1</sup>**

*И.А. Криволапчук, С.А. Баранцев, М.М. Герасимов  
barancev\_sergei@mail.ru*

*Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия*

Ключевые слова: *функциональное состояние, эффективность когнитивной деятельности, аэробные возможности.*

В ряде работ показано, что уровень аэробных возможностей организма и физической работоспособности оказывают выраженное влияние на функциональное состояние (ФС) в условиях напряженной познавательной деятельности и психосоциального стресса (Crews et al. 2004, Forcier et al. 2006, Roemmich et al. 2009, Gálvez Casas et al. 2016). Вместе с тем анализ и обобщение имеющегося научного материала свидетельствуют о слабой разработанности рассматриваемой проблемы. В частности, недостаточно изучено влияние уровня развития аэробных возможностей на ФС учащихся старших классов при напряженных когнитивных нагрузках.

Цель исследования – выявить особенности ФС школьников 15-16 лет, характеризующихся высоким и низким уровнем развития аэробных возможностей.

В исследовании приняли участие практически здоровые школьники ( $n = 155$ ). В качестве модели информационной нагрузки использовали работу с таблицами Анфимова. Обследование осуществлялось в состоянии покоя и в двух режимах работы: 1) автотемп; 2) максимальный темп при наличии «угрозы наказания». Перед выполнением первого задания испытуемым сообщалось, что они должны работать в удобном для себя темпе, а перед реализацией второго – им давалась инструкция, содержащая требование безошибочно работать с максимально возможной скоростью. По результатам выполнения заданий рассчитывали скорость и продуктивность работы. Непосредственно в школе исследовали результативность деятельности и эмоциональное состояние по тесту САН.

Записывали ритм сердца и определяли среднюю продолжительность R-R интервала, моду, амплитуду моды, разброс R-R интервалов, средне-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-013-00134).

квадратическое отклонение, стресс-индекс. Систолическое и диастолическое давление регистрировали в соответствие с рекомендациями ВОЗ. Рассчитывали среднее давление, двойное произведение, индекс Кердо.

Предварительно на основе факторного анализа выделены группы показателей, характеризующих аэробные возможности организма. Для определения уровня работоспособности использовали 4 показателя, имеющие наибольшие весовые коэффициенты. Аэробные возможности организма оценивались по времени удержания «до отказа» нагрузки мощностью 3 Вт/кг ( $t_1$ ), величине мощности нагрузки продолжительностью 900 с ( $W900$ ), показателю аэробной емкости (коэффициент  $b$  уравнения Мюллера) и величине МПК. Осуществлена градация выборки по трем уровням развития аэробных возможностей.

Анализ полученных результатов показал, что в условиях мобилизационной готовности после введения инструкции отмечались существенные изменения ФС по сравнению с состоянием спокойного бодрствования. При выполнении когнитивной нагрузки с комфортной скоростью по сравнению с фоном изменения большинства параметров также носили статистически значимый ( $p < 0,05-0,001$ ) характер, свидетельствуя о выраженном повышении уровня неспецифической активации, сдвиге вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатического отдела ВНС, усилении центральных регуляторных влияний на сердечный ритм и стимуляции системной гемодинамики. Когнитивная нагрузка, реализуемая с максимальной скоростью в условиях дефицита времени и угрозы «наказания», вызывала наиболее значительные изменения изучаемых вегетативных показателей ФС ( $p < 0,01-0,001$ ) на фоне повышения скорости и уменьшения продуктивности деятельности. Установлено, что переход от работы с комфортной скоростью к работе в максимальном темпе сопровождается увеличением вегетативных «затрат» на переработку значимой информации. Психофизиологическая цена деятельности в этих условиях возрастает. Последнее проявляется не только в виде объективных изменений ФС, но и в виде субъективных переживаний тревоги.

В ходе дальнейшей работы было установлено, что ФС школьников 15-16 лет в значительной степени зависит от уровня развития аэробных возможностей организма. Установлено, что мальчики с высокой аэробной работоспособностью, отличаются от нетренированных сверстников сниженной активированностью в состоянии покоя и менее выраженными изменениями вегетативных показателей ФС при напряженной когнитивной нагрузке. Они характеризуются повышенной эффективностью деятельности в сочетании с низким уровнем тревожности и высокими оценками показателей самочувствия и настроения в динамике учебного процесса в школе.

Полученные нами результаты согласуются с имеющимися научными данными (Crews et al. 2004, Forcier et al. 2006, Roemmich et al. 2009, Gálvez

Casas et al. 2016, Chaddock-Heuman et al. 2016). Существует теоретическое представление, что систематическая физическая нагрузка преимущественно аэробного характера может трансформировать пластичность нейронных сетей, управляющих активностью симпатического отдела ВНС. Предполагается, что тренировочные эффекты рационально дозированных занятий физическими упражнениями способствуют ограничению избыточного симпатического возбуждения, ограничивая активность нейронов в областях мозга, ответственных за регуляцию вегетативных функций. Имеется также информация, подтверждающая положительное влияние физических упражнений аэробного характера на функционирование ЦНС, продуктивность когнитивной деятельности, эмоциональную сферу, совершенствование характеристик психосоциального развития детей и подростков. Отдельно следует отметить, что уровень аэробных возможностей влияет на эффективность психофизиологических реакций. У лиц с хорошо развитой системой аэробного энергообеспечения мышечной деятельности, отмечается более совершенное функционирование механизмов регуляции ФС организма, проявляющееся на уровне стресс-реализующих и стресс-ограничивающих систем в повышении мощности и экономичности реагирования на действие самых разнообразных факторов среды.

**Заключение.** Сравнение ФС школьников 15-16 лет с разным уровнем аэробных возможностей организма выявило различия в отношении ряда физиологических, поведенческих и субъективных показателей. Установлено, что мальчики-подростки с высокой обобщенной оценкой аэробной работоспособности, характеризуются сниженной фоновой активированностью и менее выраженными сдвигами ряда показателей ФС при когнитивных нагрузках, выполняемых с комфортной и максимальной скоростью. Они отличаются повышенными оценками результативности познавательной деятельности, физиологической сопротивляемости стрессу и настроению.

#### *Список литературы*

1. Crews D.J., Lochbaum M.R., Landers D.M. 2004. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children. *Percept Mot Skills*. 98, № 1, 319–324.
2. Forcier K., Stroud L.R., Papandonatos G.D., Hitsman B. 2006. Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A metaanalysis. *Health Psychol*. 25, № 6, 723–739.
3. Roemmich J.N., Lambiase M., Salvy S.J., Horvath P.J. 2009. Protective effect of interval exercise on psychophysiological stress reactivity in children. *Psychophysiology* 46, № 4, 852.

4. Gálvez Casas A., Rodríguez García P.L., Rosa Guillamón A., García-Cantó E. 2016. Aerobic capacity, weight status and self-concept in schoolchildren. *Clin Investig Arterioscler* 28, №1, 1-8.

5. Chaddock-Heyman L., Erickson K.I., Chappell M.A., Johnson C.L. 2016. Aerobic fitness is associated with greater hippocampal cerebral blood flow in children. *Dev Cogn Neurosci*. 2016, 20, 52-58.

## **Функциональное состояние детей 5-7 и 8-9 лет и с разным уровнем информатизации условий жизнедеятельности<sup>1</sup>**

*И.А. Криволапчук<sup>1</sup>, А.А. Герасимова<sup>2</sup>, М.Б. Чернова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Государственный университет управления», Москва, Россия  
i.krivolapchuk@mail.ru*

*Ключевые слова: функциональное состояние, информатизация, компьютерная нагрузка, вегетативная активация.*

В настоящее время в большом количестве исследований установлено, что в условиях всеобщей информатизации может возникать несоответствие между объемом и интенсивностью применения компьютерных средств и цифровых технологий, с одной стороны, и особенностями функционального состояния (ФС) организма детей на различных этапах возрастного развития, с другой (Arango et al. 2014, Кучма и Ткачук, 2015, Straker et al. 2018, Guerrero et al. 2019, Hinterlong et al. 2019).

В этой связи возникает острая необходимость дальнейшего изучения влияния нерационального использования компьютерных средств и цифровых технологий в повседневной жизни на ФС организма детей.

Цель исследования – выявить особенности ФС детей 5-7 и 8-9 лет с разным уровнем информатизации условий жизнедеятельности.

В популяционном исследовании приняли участие дети старшего дошкольного и младшего школьного возраста ( $n > 5000$ ). В экспериментальном исследовании также принимали участие дошкольники 5-7 лет ( $n = 203$ ) и школьники 8-9 лет ( $n = 120$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

---

<sup>1</sup> Экспериментальные данные о ФС детей дошкольного возраста с разным уровнем информатизации условий жизнедеятельности получены при финансовой поддержке РФФИ грант № 20-013-00119.

Анализ использования информационных технологий и компьютерных средств в режиме дня детей проводился на основе анкетного опроса и хронометража разных видов деятельности в течение недели. Анкета включала следующие основные вопросы: с какого возраста и какими электронными устройствами пользуется дома, в дошкольном учреждении или в школе; имеется ли у ребенка доступ в Интернет; для чего пользуется электронными устройствами и сколько раз в неделю; сколько времени проводит за электронными устройствами в течение дня; делает ли перерывы при использовании электронных устройств, какой деятельностью заполняет эти перерывы; использует электронные устройства для самоподготовки, игр и развлечений, во время еды и перед сном; контролируют ли родители контент и общее время использования электронных устройств; как ребенок реагирует на ограничение времени использования электронных устройств и др. Отдельно учитывалось время использования цифровых технологий в процессе обучения.

Уровень информатизации условий жизнедеятельности определяли посредством расчета модифицированного индекса информатизации (Imod). Этот индекс характеризуется отношением количества часов использования электронных устройств в течение суток к общему времени бодрствования, выраженному в процентах (определяются среднесуточные значения показателей за неделю). Для оценки сна утром в течение недели дети совместно с родителями заполняли специальный дневник.

Степень напряженности регуляторных систем определяли на основе математического анализа сердечного ритма. Регистрация сердечного ритма осуществлялась в состоянии покоя в положении сидя во II стандартном отведении в течение 5 мин.

Анализировались такие переменные как средняя продолжительность R-R интервала (RRNN), разброс кардиоинтервалов (MxDm), амплитуда моды (AMo50), среднее квадратическое отклонение (SDNN), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50), стресс-индекс (SI).

В процессе исследования регистрировали также частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление крови по Короткову в соответствии с рекомендациями ВОЗ. На основании этих измерений определяли среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ИК), индекс Мызникова (ИМ) и показатель адаптационного потенциала (АП). Измеряли рост и массу тела. Полученные результаты использовали для расчета индекса массы тела (ИМТ).

Методы математической статистики: определение основных статистических характеристик ряда измерений; проверка статистических гипотез на основе использования параметрических и непараметрических критериев.

В исследовании на основе показателя Imod определены уровни информатизации условий жизнедеятельности детей 5-7 и 8-9 лет. Для детей рассматриваемых возрастных групп были выделены 5 функциональных классов этого показателя: низкий ( $< M-1,0\sigma$ ), ниже среднего (от  $M-1,0\sigma$  до  $M-0,5\sigma$ ), средний ( $M\pm 0,5\sigma$ ) выше среднего (от  $M+0,5\sigma$  до  $M+1,0\sigma$ ) и высокий ( $> M+1,0\sigma$ ). Эти шкалы могут быть использованы для установления количественной зависимости между уровнем информатизации условий жизнедеятельности, с одной стороны, и функциональным состоянием организма и физическим развитием детей, с другой.

Установлено, что уровень информатизации условий жизнедеятельности у мальчиков и девочек 8-9 лет существенно выше ( $p < 0,05-0,01$ ), чем у детей 5-7 лет. Оказалось, что мальчики применяют цифровые технологии в режиме дня дольше, чем девочки, при этом они чаще пользуются электронными устройствами для игр и развлечений. Анализ полученных результатов показал, что в домашних условиях школьники в 5-6 раз больше времени затрачивают на использование цифровых устройств в целях общения с друзьями в социальных сетях, просмотра видео и развлечений, чем для подготовки домашних заданий. В целом у них доля экранного времени, затрачиваемого на использование цифровых технологий при подготовке домашних заданий на порядок ниже, чем доля экранного времени, выделенного для других целей.

В процессе исследования обнаружены значимые различия между детьми рассматриваемых возрастных групп по ряду показателей ФС и физического развития, обусловленные уровнем информатизации условий их жизнедеятельности. В частности, у детей 5-7 лет эти различия ( $p < 0,05-0,001$ ) касались RRNN, MxDMn, ВИК, ИМ, ДП, САД, АП, ИМТ, а 8-9 лет – MxDMn, ВИК, ИМ, ДП, СД, ДД, САД, АП, ИМТ ( $p < 0,05-0,001$ ). Анализ материалов исследования показал, что дети с высоким уровнем информатизации характеризуются избыточной вегетативной активацией в состоянии покоя на фоне повышенных показателей физического развития, что может указывать на неоптимальное ФС их организма. Полученные нами данные согласуются с результатами других исследователей, свидетельствующими о негативном влиянии чрезмерно интенсивного и длительного применения электронных устройств и цифровых технологий в режиме дня на ФС детей и многие другие аспекты здоровья.

#### *Список литературы*

1. Arango C.M., Para D.C., Gómez L.F., Lema L., Lobelo F., Ekelund U. 2014. Screen time, cardiorespiratory fitness and adiposity among school-age children from Monteria, Colombia. J Sci Med Sport. 17, № 5, 491-495.

2. Кучма В.Р., Ткачук Е.А. 2015. Гигиеническая оценка информатизации обучения и воспитания. Гигиена и санитария 4, № 7, 16-20.
3. Straker L, Zabatiere J., Danby S., Thorpe K. 2018. Conflicting Guidelines on Young Children's Screen Time and Use of Digital Technology Create Policy and Practice Dilemmas. J Pediatr. 202, 300-303.
4. Guerrero M.D., Barnes J.D., Chaput J.P, Tremblay M.S. 2019. Screen time and problem behaviors in children: exploring the mediating role of sleep duration. Int J Behav Nutr Phys Act. 16, 105–109.
5. Hinterlong J.E., Holton V.L., Chiang C.C., Tsai C.Y., Liou Y.M. 2019. Association of multimedia teaching with myopia: A national study of schoolchildren. J Adv Nurs. 75(12), 3643-3653.

## Интеллектуальное развитие подростков 13-17 лет

*Е.С. Логинова, Н.Н. Теребова*  
*ФГБНУ «ИВФ РАО», г. Москва, Россия*  
*caterina1967@yandex.ru*

Ключевые слова: *подростки, интеллект, рабочая память, речь, математика.*

Подростковый возраст представляет собой особый этап когнитивного развития, в течение которого происходит окончательное преобразование собственно детских интеллектуальных механизмов и становление интеллекта «взрослого типа», совершенствуются мыслительные процессы – умозаключение, размышление и рассуждение, достигая более высокого уровня, формируются структуры саморегуляции и самосознания (Выготский 1984).

Интеллектуальное развитие подростков 13-17 лет исследовалось с помощью теста Р. Амтхауэра в модификации К.М. Гуревича с соавт. (1993). Было протестировано 248 подростка 13-17 лет, из них мальчиков – 150, и 98 девочек.

Сравнительный анализ структуры интеллекта внутри возрастной группы подростков 13-17 лет у мальчиков и девочек выявил, в целом по группе низкие значения всех показателей интеллекта, при этом значимые различия были обнаружены при выполнении арифметического задания (субтест 5 «Арифметика») у подростков 13-15 лет ( $F(1, 205) = 4,93$ ;  $p = 0,001$ ) и пространственного задания (субтест 7 «Сложение фигур») у подростков 15-17 лет ( $F(1, 43) = 2,20$ ;  $p = 0,007$ ). У девочек 13-15 лет качество выполнения субтеста 5 («Арифметика») ниже, чем у мальчиков. Этот показатель выше у мальчиков ( $7,84 \pm 0,58$ ), по сравнению с девочками ( $5,41 \pm 0,46$ ) ( $p = 0,001$ ), что подтверждается ранними исследованиями

(Githua and Mwangi 2003). Вместе с тем ряд исследователей (Susac et.al. 2014), которые пришли к выводу, что гендерные различия при выполнении математических операций несущественны. В 15-17 лет девочки справились с пространственным субтестом 7 («Сложение фигур») значительно лучше, чем мальчики, что может быть связано, с индивидуальными и возрастными особенностями формирования данных функций.

Проведенный корреляционный анализ показал, что теснота связей по своей структуре и количеству значимых коэффициентов корреляций имеет свои особенности у мальчиков и девочек в разные возрастные периоды.

Количество значимых коэффициентов корреляции существенно больше у подростков 13-15 лет, особенно в группе мальчиков, где выявлены тесные взаимосвязи внутри и между вербальными и невербальными компонентами интеллекта. Высокая теснота связей внутри и между показателями субтестов 1,2,3,4 («Закончи предложение», «Пятый лишний», «Аналогии», «Обобщение») ( $r = 0,385$ ;  $r = 0,414$ ;  $r = 0,597$ ;  $r = 0,502$ ;  $p < 0,05$ ) соответственно, относящихся к факторам речевого развития, памяти и произвольного внимания с субтестом 5 («Арифметика»), дает нам основание рассматривать ее как связь между механизмами, обеспечивающими интеллектуальную деятельность, в том числе счетные операции, что подтверждается многими исследованиями. Чтобы уметь решать вербальные задачи, требующие числовой обработки, человек должен понимать значение отдельных слов, а также обладать навыками интеграции значений этих слов, имеющих семантически более сложные значения (Kintsch and Greeno 1985).

К 15-17 годам теснота корреляционного взаимодействия в группе мальчиков резко снижается, однако фокусы связей сохраняются на тех же субтестах, что и у мальчиков подростков 13-15 лет.

Данные настоящего исследования подтверждаются нашими более ранними исследованиями (Безруких и др. 2017).

Такая же тенденция отмечена и в группах девочек 13-15 и 15-17 лет. Так в 13-15 количество взаимосвязей внутри и между субтестами высокое, и к 15-17 годам их количество снижается, но структура взаимодействия отличается от характера связей в группе мальчиков. При этом в группах девочек, фокус связей приходится на вербальные субтесты 5 и 6 («Арифметика», «Последовательность чисел») с невербальными субтестами 7 и 8 («Сложение фигур»,  $r = 0,330$ ,  $p < 0,05$ ; «Кубики»), где ведущим факторами являются, рабочая память, зрительно-пространственное восприятие, внимание и произвольная организация и регуляция деятельности. Отмеченные нами взаимосвязи между показателями математических и пространственных субтестов можно объяснить общими психофизиологическими функциями, лежащими в основе реализации данных заданий, которые включают вербально-логическое мышление, произвольное внимание, рабочую память, произвольную организацию и регуляцию деятельности.

Таким образом, отмечается низкое качество выполнения вербальных и невербальных заданий, что может быть связано с особенностями развития психофизиологических функций: речи, абстрактного мышления, рабочей памяти, произвольной организации и регуляции деятельности.

Данные свидетельствуют о том, что речь является ведущим радикалом в формировании структурных компонентов интеллекта и у мальчиков, и у девочек, но степень ее значимости имеет половые различия. Для общего речевого развития, связной речи и становления грамматики – основы развития мышления учащихся, имеют существенное значение и оказывают непосредственное влияние операции классификации и обобщения, способность к выработке новых перцептивных навыков и возможность соотнесения их с хранящимися в памяти эталонами, объемом рабочей слухоречевой и зрительной памяти.

Особенности взаимосвязи между показателем математического субтеста 5 («Арифметика») и другими показателями интеллекта зависят от пола: большая степень вовлечения психофизиологических функций у мальчиков, дает преимущество в решении математических задач с большим функциональным напряжением, а меньшее число взаимосвязей у девочек свидетельствует о большей специфичности когнитивных функций при выполнении математических заданий.

#### *Список литературы*

1. Githua B.N., Mwangi J.G. 2003. Students' mathematics self-efficacy and motivation to learn mathematics: Relationship and gender differences among Kenya's secondary-school students in Nairobi and Rift Valley Provinces. *International Journal of Educational Development* 23, 487–499.
2. Kintsch W., Greeno J.G. 1985. Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychol Rev.* Jan 92 (1), 109-129.
3. Susac A., Bubic A., Vrbanc A., Planinic M. 2014. Development of abstract mathematical reasoning: the case of algebra. *Front Hum Neurosci.* Sep 2, 8, 679.
4. Vilenius-Tuohimaa P.M., Aunola K., Nurmi J. 2008. The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology* 28 (4), 409-426.
5. Безруких М.М., Логинова Е.С., Терехова Н.Н., Комкова Ю.Н. 2017. Веретивное обеспечение выполнения когнитивных задач в подростковом возрасте. *Новые исследования* 4 (53), 140-156.
6. Выготский Л.С. 1956. Избранные психологические исследования. М.: Изд-во АПН РСФСР, 39-386.
7. Гуревич К.М. 1993. Руководство по применению теста структуры интеллекта Р. Амтхауэра. Обнинск «Принтер».

## Случайный юмор как объект экспериментального исследования

*А.С. Былина, Э.Г. Новикова*  
*Национальный исследовательский Томский государственный*  
*университет, Россия*  
*bian27@mail.ru, linx@rambler.ru*

Ключевые слова: *комическое, случайный юмор, фрейм, семантические оппозиции, психолингвистический эксперимент.*

Феномен юмора привлекает к себе внимание с древнейших времен: но особый интерес к юмору и комическому возник в рамках когнитивной лингвистики – междисциплинарного научного направления, изучающего связь языка и мышления. В когнитивном аспекте юмор является едва ли не идеальным объектом исследования, т.к. позволяет наиболее наглядно – на основании реакций и оценок воспринимающего субъекта – наблюдать влияние лингвистических объектов на человека. Не случайно одни из первых работ по когнитивной лингвистике связаны с исследованием юмора (А. Кестлер, М. Минский, В. Раскин и др.).

Отдельный интерес представляет «случайный юмор» (Род 2009: 35). Тексты, которые могут быть отнесены к случайному юмору, характеризуются наличием случайного, не запланированного автором смысла, возникающего путем отклонения от каких-либо языковых или неязыковых норм и порождающего смеховой эффект или смеховую реакцию воспринимающего субъекта. Случайно допущенные в тексте оговорки или ошибки вызывают изменения на уровне его поверхностной структуры (такие как выпадение части слова, сокращение слова, возникновение нежелательной омонимии и т.п.) и/или на уровне его глубинной – фреймовой структуры.

Структура фрейма – стереотипной когнитивной модели объекта или ситуации – представляется в виде сети, состоящей из слотов, в которых хранится информация о характеристиках этих объектов и ситуаций (Minsky 1975). Изменения, происходящие на уровне фреймовой структуры, могут быть зафиксированы и описаны как замена или структурная трансформация фрейма (замена слота, добавление слота). При этом в тексте всегда происходят изменения по оси какой-либо семантической оппозиции.

Материалом данного исследования послужило 278 фотографий магазинных ценников, собранных методом сплошной выборки. Основные источники: официальная группа М. Н. Задорнова в социальной сети «ВКонтакте» (<https://vk.com/mnzadornov>), группа «ВКонтакте» «Что такое я купил? нашел? сломал!» ([https://vk.com/ya\\_kupul](https://vk.com/ya_kupul)) и сайт AdMe (<https://www.adme.ru>).

На первом этапе исследования были выявлены изменения, происходящие в текстах смешных ценников на уровне фреймовой структуры, и выделено 13 семантических оппозиций: выгодный – невыгодный, грубый – не грубый, живой – мертвый, логичный – нелогичный, понятный – непонятный, правильный – неправильный, пристойный – непристойный, приятный – неприятный, реальный – нереальный, соответствующий – несоответствующий, съедобный – несъедобный, часть – целое (в классификационных фреймах, отражающих информацию об объектах) и отсутствие – наличие предикативности (в ситуационных фреймах, содержащих информацию о ситуациях).

Согласно выдвинутой гипотезе одни семантические оппозиции оказывают более сильное влияние на силу комического эффекта, чем другие, что может отразиться в оценке респондентов. С целью проверки данной гипотезы был разработан психолингвистический эксперимент, проведенный в форме анкетирования при помощи Google Forms (дистанционно). В качестве стимульного материала выступили фотографии смешных ценников в количестве 244 единиц. В результате эксперимента было заполнено 133 анкеты (36 муж.). Общее количество полученных реакций – 8 113. Средний возраст участников – 20 лет (N = 20,18).

Результаты позволили говорить о том, что трансформации, произошедшие на поверхностном и глубинном (фреймовом) уровне оказывают влияние на оценку текста как смешного или не смешного. При этом значимым оказывается качество произошедших трансформаций фреймовой структуры текста, а именно появление в тексте коннотаций, связанных с телесностью человека (непристойный, грубый, неприятный, мертвый), вызывает более сильную реакцию, чем коннотаций, связанных с ментальными процессами (непонятный, несоответствующий, неправильный, нелогичный, невыгодный). Результаты первого эксперимента были опубликованы в Былина 2020.

Несмотря на то, что полученные результаты находят объяснение в философских, культурологических и психологических концепциях, возникла необходимость в их уточнении. Одна из причин – распределение текстов по типам семантических оппозиций, которое не во всех случаях было бесспорным. Это объясняется сложностью текста как семиотического объекта, что накладывает определенные ограничения на применение количественных методов для исследования их семантики и отражается в возможности, во-первых, отнести некоторые тексты более чем к одной группе (например, *«Холодец дедушка, язык в желе дедушка»* может быть отнесен как к группе «живой – мертвый», так и к группе «съедобный – несъедобный»), во-вторых, в возможности двоякого понимания смысла некоторых текстов разными людьми.

Второй, очный, эксперимент, включал анкетирование респондентов и глубинное (неформализованное, направленное) интервью. В качестве стимульного материала использовались 32 фотографии смешных ценников. В пул стимульного материала для глубинного интервью вошли (1) фотографии ценников на все типы семантических оппозиций, имеющие наиболее высокие оценки в каждой из групп; (2) максимально похожие ценники (совпадающие и по типу семантической оппозиции и текстуально), но получившие в первом эксперименте разные оценки (например, *Дважды два орешки в глаз* и *Мальчик с пальчик в глаз печенье*).

В эксперименте приняли участие 30 русскоязычных человек (15 муж.) в возрасте от 19 до 28 лет. Средний возраст – 22 года (N = 22,3). Также учитывался уровень и тип образования. В ходе эксперимента участники проходили анкетирование в Google Forms, где им было предложено оценить стимулы по 7-балльной шкале Лайкерта (1 – фотография совсем не смешная, а 7 – очень смешная), после которого с каждым из респондентов проводилось глубинное интервью. Ответы записывались на диктофон.

Несмотря на изменение условий (тип шкалы и тип контакта), данные, полученные в ходе второго эксперимента, подтвердили результаты первого эксперимента: неожиданные смыслы, связанные с телесностью человека, оцениваются как более смешные, чем смыслы, связанные с ментальными процессами. Анализ глубинных интервью позволил выявить факторы, оказывающие воздействие на оценку смехового эффекта. К отрицательным факторам (фотография оценивается как не смешная) относятся: «сбой» на этапе перцепции (не заметил нарушений); отсутствие эффекта неожиданности (видел фотографию раньше); неспособность сложить слова в осмысленный текст (*Хлеб кирпич боль* – «*просто три слова, они никак с друг другом не связаны*»); моделирование не игровой, а реальной ситуации, объясняющей появление ошибки: «*просто плохой маркетинг*». Положительными факторами являются: наличие личного контекста (*Чебурек Влад* – смешно, «*потому что я Влад*»); способность смоделировать игровую ситуацию, возникающую в тексте благодаря трансформациям на фреймовом уровне, и включиться в игру (*Хлеб кирпич боль* – «*Как будто человек ночью вышел за хлебом, и его в подворотне кирпичом отоварили*»).

#### Список литературы

1. Род М. 2009. Психология юмора. СПб.: Питер.
2. Minsky M. 1975. A Framework for Representing Knowledge. The Psychology of Computer Vision. McGraw-Hill.
3. Былина А.А. 2020. Влияние изменений фреймовой структуры текста на силу комического эффекта // Актуальные проблемы лингвистики и литературоведения: Сборник материалов VI (XX) Международной конференции молодых ученых. Томск: STT, 17–18.

# Эффективность сенсомоторной деятельности при изменении воспринимаемой сложности задачи: метод успешных серий<sup>1</sup>

*А.К. Кулиева, Е.Р. Буряченко  
СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия  
altara.kulieva@gmail.com*

Ключевые слова: *самоэффективность, контроль эффективности, воспринимаемая сложность задачи, моторное научение, метод успешных серий.*

Контроль эффективности – феномен, демонстрирующий, что результаты выполнения задачи зависят от прогнозирования своей эффективности (Аллахвердов 2000; self-efficacy – Bandura 1977). Данная идея находит свое отражение в современных теориях моторного научения (Wulf and Lewthwaite 2016).

Для исследования данного феномена в сенсомоторной деятельности используется два типа парадигм: изменение представлений о предыдущих результатах (Badami et al. 2012) и изменение восприятия сложности задачи. Воспринимаемая сложность меняется с помощью инструкции (Wulf, Chiviacowsky, and Lewthwaite 2012), зрительных иллюзий (Witt, Linkenauger, and Proffitt 2012) или с помощью изменения критерия «успеха» (Palmer, Chiviacowsky, and Wulf 2016). В целом, результаты предыдущих экспериментов позволяют сделать вывод о том, что восприятие задачи как более простой способствует повышению эффективности. С другой стороны, встречаются и противоречащие данные, например, при использовании зрительных иллюзий (Maquestiaux et al. 2020). Противоречия могут быть связаны с тем, что используемые методы не позволяют гарантировать влияния только на воспринимаемую, но не объективную сложность задачи (обзор – Кулиева 2018). Для решения данной проблемы в текущем исследовании был предложен метод «успешных серий» – испытуемые в двух группах выполняли одинаковую по сложности задачу, но одну группу награждали за меньшее количество успехов подряд, а вторую – за более длительную успешную серию.

**Методы.** В исследовании приняли участие 21 человек (16 жен) в возрасте от 18 до 32 лет ( $M = 21,8$ ;  $SD = 4,7$ ). В виде компьютерной игры ис-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-313-90007.

пытуемые должны были попасть «ракетой» в «Луну». Задача была построена на оценке временных интервалов – дальность полета «ракеты» зависела от длительности между двумя нажатиями клавиши «пробел». Дальность «Луны» случайным образом выбиралась в каждой пробе из четырех фиксированных позиций, соответствующих 1400, 1800, 2200 и 2600 мс «полета». Каждый участник выполнял 8 тренировочных и 144 основных пробы, разделенных на три этапа по 48 проб. В ходе первого этапа за каждое попадание в «Луну» испытуемые получали 1 балл. В ходе второго этапа одна группа испытуемых получала 1 балл за 2 попадания подряд, в вторая группа – 1 балл за 4 попадания подряд. На третьем этапе все испытуемые получали 1 балл за 3 попадания подряд.

**Результаты.** Данные были обработаны с помощью ANOVA с повторными измерениями 2x3 (группа x этап эксперимента). Не было обнаружено значимых различий в *вероятности попасть в цель* ни в зависимости от группы, ни в зависимости от этапа эксперимента. *Размер ошибки от центра цели* значимо не различался между группами, но зависел от этапа эксперимента ( $F(2, 38) = 5,651, p = 0,007$ ; см. табл. 1). *Длительность подготовки к выполнению задачи* также не зависела от группы, но изменялась на разных этапах эксперимента ( $F(2, 38) = 10,201, p = 0,0003$ ). Максимальная длительность успешных серий также не зависела ни от группы, ни от этапа эксперимента.

Таблица 1

**Значения средних и среднеквадратичных отклонений  
в зависимости от этапа эксперимента**

	Этап 1	Этап 2	Этап 3
Вероятность попадания	0,555 ± 0,497	0,567 ± 0,496	0,575 ± 0,495
Ошибка от центра (px)	-3,512 ± 78,338	-1,662 ± 73,793	8,621 ± 74,042
Длительность подготовки (с)	0,681 ± 0,356	0,607 ± 0,344	0,543 ± 0,293
Максимальная успешная серия	5,905 ± 1,758	7,000 ± 3,782	7,048 ± 3,721

**Обсуждение.** Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в ходе прохождения эксперимента сенсомоторное научение в обеих группах происходило с одинаковой скоростью, то есть оно не зависело от

заданного экспериментальным условием порога успешных серий. Результаты могут быть проинтерпретированы различными способами. С одной стороны, постановка порога успешных серий для получения поощрения может не оказывать ожидаемого влияния, так как испытуемые имеют возможность абстрагироваться от глобальной успешности (серии попаданий), сконцентрировавшись на конкретной выполняемой пробе. С другой стороны, интенсивность оказываемого экспериментального воздействия может быть недостаточной. Об этом также свидетельствуют отсутствия различий между группами на третьем этапе. Вопреки гипотезе, группа, стремившаяся к двум попаданиям подряд, не воспринимала третий этап как усложнение задания, а группа с порогом в четыре попадания подряд не воспринимала третий этап как упрощение. Можно предположить, что усиление различий между минимальными порогами успешности или усиление мотивации попадать несколько раз подряд приведет к возникновению прогнозируемых изменений в эффективности деятельности. Данные гипотезы планируется проверить в дальнейших исследованиях, в том числе включив в дизайн оценку воспринимаемой испытуемыми сложности задачи. В-третьих, проведенное исследование имеет существенное ограничение в виде малого количества испытуемых, что также может являться причиной отсутствия ожидаемых различий между группами.

#### *Список литературы*

1. Аллахвердов В.М. 2000. Сознание как парадокс. СПб: ДНК.
2. Bandura A. 1977. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change // Psychological review 84(2), 191–215.
3. Wulf G., Lewthwaite R. 2016. Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning // Psychonomic bulletin & review 23(5), 1382–1414.
4. Badami R. et al. 2012. Feedback about more accurate versus less accurate trials: Differential effects on self-confidence and activation // Research quarterly for exercise and sport 83(2), 196–203.
5. Wulf G., Chiviacowsky S., Lewthwaite R. 2012. Altering mindset can enhance motor learning in older adults // Psychology and Aging 27(1), 14–21.
6. Witt J.K., Linkenauger S.A., Proffitt D.R. 2012. Get me out of this slump! Visual illusions improve sports performance // Psychological Science 23(4), 397-399.
7. Palmer K., Chiviacowsky S., Wulf G. 2016. Enhanced expectancies facilitate golf putting // Psychology of Sport and Exercise 22, 229-232.
8. Maquestiaux F., Arexis M., Chauvel G. et al. 2020. Ebbinghaus visual illusion: no robust influence on novice golf-putting performance // Psychological Research, 1–11.
9. Кулиева А.К. 2018. Влияние представлений о самооффективности на решение когнитивных задач //Петербургский психологический журнал 25, 51–70.

# Влияние занятий физическими упражнениями различной интенсивности на функциональное состояние детей 5-6 лет<sup>1</sup>

М.Б. Чернова, А.А. Герасимова  
Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия  
mashacernova@mail.ru

Ключевые слова: *интенсивность, функциональное состояние, вегетативное обеспечение, эффективность деятельности.*

В настоящее время существует недостаток научно обоснованных данных о влиянии фактора «интенсивность нагрузки» на различные аспекты функционального состояния (ФС) детей дошкольного возраста в условиях напряженной познавательной деятельности. В значительной степени это связано с тем, что в экспериментальных исследованиях подобного типа крайне сложно выделить независимый вклад интенсивности нагрузки в изменения ФС организма в процессе систематических занятий физическими упражнениями. Исследования неспецифических функциональных эффектов занятий физическими упражнениями показывают, что величина оптимальной интенсивности нагрузки в отношении различных показателей ФС хотя и находится в определенном диапазоне, но не вполне совпадает у одного и того же ребенка (Криволапук 2011, Piercy et al. 2018). В ряде недавно выполненных исследований показано, что значительная часть детей дошкольного и младшего возраста имеет недостаточную физическую активность для обеспечения оптимального ФС организма (Barbosa and Oliveira 2016, Jones 2017, Hnatiuk et al. 2019). Особенно это касается физической активности средней и высокой интенсивности.

Цель исследования – выявить особенности влияния систематических занятий физическими упражнениями средней и высокой интенсивности на функциональное состояние (ФС) детей 5-6 лет.

В исследовании принимали участие дети 5-6 лет ( $n = 83$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе. В процессе исследования наряду с анализом изменений отдельных переменных, характеризующих ФС, определяли показатель среднего темпа прироста результатов и коэффициент эффективности тренирующих воздействий. Эти интегральные критерии рассчитывались применительно к 70 показателям общего ФС, 30 показателям вегетативного обеспечения когнитивной деятельности,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (Грант № 19-013-00127).

16 показателям эффективности когнитивной деятельности, 21 показателю физической работоспособности, 10 показателям аэробных, 9 показателям анаэробных возможностей, 6 показателям общей двигательной подготовленности (Криволапчук 2011).

В процессе систематических занятий физическими упражнениями эти интегральные показатели изменялись в зависимости от интенсивности физической нагрузки. Так, у детей 5-6 лет под влиянием нагрузок интенсивностью 40–50 % максимального резерва ЧСС (3-6 МЕТ) объемом 36 мин в неделю прирост ОФС составил 0,25 %, ВО – 0,73 %, ЭД – 0,49 %, ФР – 3,1 %, АЭ – 1,6 %, АН – 3,0 %, ОДП – 5,6 %. После программы оздоровительной тренировки интенсивностью 70–80 % МПР (более 6 МЕТ), происходили более выраженные сдвиги интегральных показателей ФС: ОФС возрастал на 18,1 %, ВО – 7,7 %, ЭД – 33,9 %, ФР – 22,5 %, АЭ – 16,2 %, АН – 21,2 %, ОДП – 15,0 %. При дальнейшем увеличении недельной продолжительности работы высокой интенсивности наблюдались дополнительные изменения показателя темпа прироста. Так, после выполнения серии экспериментальных занятий интенсивностью 70–80 % МПР продолжительностью 90 минут в неделю, прирост ОФС составил 21,9 %, ВО – 10,2%, ЭД – 32,5 %, ФР – 26,8 %, АЭ – 19,0 %, АН – 20,3 %, ОДП – 17,2 %.

В процессе систематических занятий физическими упражнениями разной интенсивности наблюдалась сходная динамика коэффициента эффективности тренирующих воздействий. Так, под влиянием нагрузки интенсивностью 70–80 % резерва ЧСС, имеющей продолжительность 36 мин в неделю, этот коэффициент в отношении ОФС, ВО, ЭД, ФР, АЭ, АН, ОДП составил 72,3, 10,4, 69,2, 7,3, 10,5, 7,2, 2,7 отн. ед соответственно. Повышение объема работы высокой интенсивности до 90 минут в неделю обусловило дальнейшее увеличение коэффициента эффективности. В этих условиях величина коэффициента эффективности для показателей ОФС, ВО, ЭД, ФР, АЭ, АН, ОДП достигала – 187,5, 14,0, 66,2, 8,8, 12,3, 6,7, 3,1 отн. ед.

Результаты исследования показывают, что после завершения эксперимента в группах детей, использовавших программы оздоровительной тренировки высокой интенсивности, произошли выраженные положительные сдвиги как интегральных параметров, характеризующих ФС организма, так и большинства из рассматриваемых физиологических, психологических и поведенческих показателей. Программы занятий, основанные на выполнении упражнений высокой интенсивности, способствовали значительному улучшению общего ФС организма, вегетативного обеспечения и эффективности деятельности, физической работоспособности и двигательной подготовленности по сравнению с применением тренировочных программ средней интенсивности.

Эти результаты совпадают с данными ряда обобщающих исследований, выполненных в последние годы, в соответствии с которыми оптимальная интенсивность систематических занятий физическими упражнениями, обеспечивающая получение выраженного функционального эффекта составляет около 60-80 % резерва ЧСС (Piercy et al. 2018, Jones 2017, Bond et al. 2017). Важно отметить, что примерно такой же интенсивностью характеризуется пороговая физическая нагрузка, вызывающая активацию стресс-реализующих, а вслед за ними и стресс-ограничивающих систем организма. Рекомендации Всемирной организации здравоохранения по физической активности различных групп населения для здоровья указывают, что ежедневно дети должны выполнять достаточную физическую нагрузку средней и высокой интенсивности. Однако в ряде исследований, выполненных в последние годы, показано, что у значительной части детей дошкольного и младшего школьного возраста доля физической активности средней и, особенно, высокой интенсивности значительно ниже оптимальных уровней (Barbosa and Oliveira 2016, Carson et al. 2017, Hnatiuk et al. 2019).

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют, что дети 5-6 лет, использующие упражнения высокой интенсивности, превосходили занимающихся, выполнявших упражнения средней интенсивности по степени выраженности положительных изменений показателей ФС организма. Оптимальная интенсивность нагрузки, обеспечивающая существенное улучшение ФС детей, составляет 70–80 % максимального пульсового резерва.

#### *Список литературы*

1. Криволапук И.А. 2011. Эффективность использования физических упражнений для управления функциональным состоянием тревожных детей 6-8 лет. *Физиология человека* 37, №5, 61-72.
2. Piercy K.L., Troiano R.P., Ballard R.M., Carlson S.A., Fulton J.E., Galuska D.A., George S.M., Olson R.D. 2018. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA* 320(19), 2020-2028.
3. Barbosa H.C., Oliveira A.R.D. 2016. Physical activity of preschool children: a review. *Physiother. Rehabil.* 1, 111 – 114. doi:10.4172/2573-0312.1000111
4. Jones M. A. 2017. Effect of Sex and Body Mass Index on Children’s Physical Activity Intensity during Free Play at an Indoor Soft Play Center: An Exploratory Study. *Int J Environ Res Public Health.* 14(9), 1052-1059.
5. Hnatiuk J.A., Brown H.E., Downing K.L., Hinkley T., Salmon J., Hesketh K.D. 2019. Interventions to increase physical activity in children 0-5 years old: a systematic review, meta-analysis and realist synthesis. *Obes Rev.* 20(1), 75-87.
6. Bond B., Weston K.L., Williams C.A., Barker A.R. 2017. Perspectives on high-intensity interval exercise for health promotion in children and adolescents. *Open Access J Sports Med.* 27 (8), 243-265.

7. Carson V., Lee E.Y., Hewitt L., Jennings C., Hunter S., Kuzik N., Stearns J.A., Unrau S.P., Poitras V.J., Gray C., Adamo K.B., Janssen I., Okely A.D., Spence J.C., Timmons B.W., Sampson M., Tremblay M.S. 2017. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0–4 years). *BMC Public Health*. 17 (Suppl 5), 854.

## Psychophysics of a generalized image

*A.I. Khudyakov*

*Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia  
 haipsy@yandex.ru*

Keywords: *psychophysical problem, psychology of perception, perception, sensory images, perceptual images, characteristics.*

Traditionally Psychophysics deals with the solution of the main task – the interaction of Mind and the external world. The result of this interaction is a mental image of the world. Usually studied sensory images represent separate properties of the object, but not it's image as a whole.

*A generalized image* represents the basic structure of the holistic system of the Mind, which reflects the dynamics of a real, objective world in the process of continuous interaction with him. *Activity, integrity* and *dynamics* are basic properties of the generalized image<sup>1</sup>.

*Activity* is expressed primarily as a choice of a system goals that ensure an existence of systems and setting targets to achieve them. An aim selection is a basis for a forecast of a planned future. It manifests itself in a continuous process of forming hypotheses about a possible change of a situation, which is usually confirmed due to the stability of the surrounding world and a person's ability to anticipate an emergence of emotionally-significant events.

Under the *integrity* of the Mind and, accordingly, a generalized image, we understand, first of all, an equality of the system elements, the relationship between them is built on the coordination principle. Depending on specific activities, especially in the psychological laboratory, these elements may form a dynamic hierarchical structures that is disintegrated when you change activities.

Integrity is not introduced in the generalized image of any «higher mental formations», but inherent to it. But the integrity of the generalized image and integrity of the objective world differ fundamentally. The integrity of the world is the superposition of its components, which consists of «elementary bricks of the universe». The integrity of the generalized image exists initial. «Elementary

units of Mind» are extracted from the integral image by secondary analysis, which has been made according to the task.

*Dynamics* of the generalized image is expressed in its continuous change, in the process of continuous interaction with the outside world. The interaction between Mind and an object is expressed in changing of the mental image of the object, i.e. a result of an interaction is not the image by itself, but its changing in the process of interaction. This activity of the generalized image leads to a continuous process of its self-formation.

A relative constancy of the external environment determines an existence of a component which has sufficient inertia in the dynamics of the generalized image. This component generates a perceptual hypothesis, which finds their confirmation in practice as a rule. A structure of the generalized image can be expressed as a series, which terms in inertia decrease when accommodation is growing, and sensitivity increases to environmental changes. For example, an effect of the first members of a series is evident in people stereotypical reactions to everyday familiar situations; the members of the series having very high rooms are responsible for responses to micro-damage of a body position and participate in the organization of the levels of movement construction.

*Activity, integrity and dynamics* being basic properties of generalized image can not be independent in any sense, even in statistics. These properties are derived one from the other. Integrity, like the integrity of the mental formations can not be active, and activity, in turn, manifests itself in the dynamics.

The generalized image, being an active subjective movement model of the objective world, fundamentally cannot be complete, especially to be identical reflection of its object. The model always has quite strong disagreement with its subject that seems to be one of the sources of development. A difference between the object and the model is not simply a consequence of the mediated model-building, but also the fundamental condition of existence of a subject of the activity. The concept of «generalized image» does not just declare the integrity of Mind but offers a new additional subject of Psychophysics. The provisions of this concept was verified in four series of experiments that demonstrated its validity. The idea is to reject the rigid hierarchy of the structure of Mind, in the view of its approximate models in the form of a dynamic psychological system that is continuously changing according to context changes.

#### *References*

1. Khudyakov A. 2012. Psychophysics of a generalized image. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG.

## Типологическая характеристика энергетического обеспечения мышечной деятельности мальчиков 9-10 лет<sup>1</sup>

М.Б. Чернова<sup>1</sup>, С.А. Бондарева<sup>2</sup>, Р.М. Васильева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия  
*mashacernova@mail.ru*

Ключевые слова: *мышечная энергетика и работоспособность, кластерный анализ, типологическая характеристика.*

Сегодня проводится крайне мало исследований, посвященных анализу типологических особенностей структуры энергообеспечения мышечной деятельности у детей разного возраста и пола. Рассматриваемый вопрос применительно к детям школьного возраста, остается малоизученным. В частности, нет данных о вариантах индивидуальной организации энергообеспечения мышечной деятельности у мальчиков 9-10 лет.

Цель исследования – выявить на основе кластерного анализа типологические особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности мальчиков 9-10 лет.

В исследовании приняли участие практически здоровые мальчики ( $n = 176$ ), организация работы соответствовала требованиям Хельсинской декларации. Применялась комплексная методика оценки энергообеспечения мышечной деятельности и физической работоспособности школьников (Криволапчук 2011, Криволапчук и Мышьяков 2017). Использовали эргометрический подход, основанный на анализе зависимости «мощность–время». Данный подход широко применяется при тестировании физической работоспособности (Vanhatalo et al. 2017). Расчет эргометрических критериев осуществляли на основе выполнения двух беговых нагрузок. Результаты тестирования включали две группы показателей: время удержания и скорость. Одна нагрузка представляла собой спринтерский бег ( $t_1, V_1$ ), а другая – бег на выносливость ( $t_2, V_2$ ). На этой основе определяли индивидуальные константы уравнения Muller, характеризующие емкость аэробного источника ( $b$ ) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников ( $a$ ), находили скорость беговых нагрузок, время реализации которых составляло 1, 40, 240, 900 с ( $V_{max}, V_{40}, V_{240}, V_{900}$ ) (Корниенко и др. 2000, Сонькин и Тамбовцева 2011).

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант №20-013-00115).

Для определения экономичности анаэробно-гликолитического и фосфагенного источников использовали показатель интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) [4]. С целью предсказания максимального потребления кислорода (МПК) использовали непрямой способ определения этого показателя. Физическую работоспособность изучали по тесту PWC170.

Батарея моторных тестов включала: бег 30 м, бег 60 м, челночный бег 3x10 м, 6-минутный бег, прыжок в длину с места, наклон вперед, поднимание туловища из положения лёжа на спине. Максимальную силу (МС) мышц определяли с помощью станového динамометра. Измеряли длину и массу тела, рост сидя, окружность головы, грудной клетки на выдохе, ширины плеч, ширины таза, жизненную емкость легких. При определении особенностей телосложения использовали схему диагностики конституциональных типов В.Г. Штефко. Для выявления типологических характеристик применяли кластерный анализ. Использовали итеративный метод группировки k-средних.

В процессе исследования на основе использования кластерного анализа обнаружена неоднородность энергетического метаболизма у мальчиков 9-10 лет. Выделены 4 варианта индивидуальной организации энергообеспечения мышечной деятельности: I. Аэробный (высокий уровень развития аэробных возможностей сочетается со средним уровнем развития фосфагенного и анаэробно-гликолитического механизмов); II. Смешанный – характеризуется средним и низким уровнем и равномерно-пропорциональным развитием всех механизмов энергообеспечения; III. Универсальный – сочетает высокий уровень развития аэробных и анаэробных возможностей организма; IV. Анаэробный – высокий уровень развития фосфагенного и анаэробно-гликолитического механизмов сочетается со средним и низким уровнем аэробных возможностей.

Школьники, вошедшие в отдельные кластеры, статистически значимо различаются ( $p < 0,05-0,001$ ) по большинству из рассматриваемых показателей энергообеспечения мышц, физической работоспособности и двигательной подготовленности. Выявленные особенности физического состояния мальчиков позволяют утверждать, что одни и те же дети могут характеризоваться высоким уровнем развития одних и средним или даже низким уровнем других показателей физического состояния. Особенно часто встречаются сочетания высоких уровней со средними, а средних – с низкими. Анализ полученных результатов показал, что типологические различия между школьниками, включенными в разные кластеры, сводятся, в основном, к различиям в уровне развития аэробных, анаэробно-гликолитических и анаэробно-алактатных возможностей организма, а также связанных с ними показателей физической работоспособности и двигательными способностями.

В исследовании выявлена неоднородность организации энергетического метаболизма у мальчиков 9-10 лет. Предполагается, что преобладание анаэробной или аэробной энергетике у ребенка определяется композицией мышц, активностью мышечных ферментов, функциональными возможностями вегетативных систем, обеспечивающих мышцы кислородом и субстратами. Выявлена связь между типом энергообеспечения мышечной деятельности и телосложением. Эти данные хорошо согласуются с выводами других работ, в которых установлено, что дети брахиморфного телосложения характеризуются высокой анаэробной работоспособностью, тогда как их сверстники с лептоморфным телосложением – аэробной (Корниенко, 2000, Сонькин, 2011). Необходимо подчеркнуть, что у школьников 7-11 лет обнаруживается четкое соответствие между типом энергообеспечения скелетных мышц и типом телосложения.

Необходимо подчеркнуть, что выделенные у детей 9-10 лет «типы» мышечной энергетике не являются устойчивыми характеристиками, скорее их необходимо оценивать как промежуточные конституциональные варианты, отражающие незавершенность формирования конституционного статуса.

**Заключение.** Энергетическое обеспечение мышечной деятельности у мальчиков 9-10 лет неоднородно. Выявлены аэробный, смешанный, универсальный и анаэробный варианты организации мышечной энергетике. Выделенные типологические особенности энергообеспечения скелетных мышц у мальчиков 9-10 лет необходимо учитывать при организации и проведении занятий физическими упражнениями различной метаболической направленности.

#### *Список литературы*

1. Криволапчук И.А. 2011. Энергообеспечение мышечной деятельности у мальчиков 13-14 лет в зависимости от темпов полового созревания. Физиология человека 37, №1, 85-96.
2. Криволапчук И.А., Мышьяков В.В. 2017. Особенности факторной структуры физической работоспособности мальчиков и девочек 9-10 лет. Гигиена и санитария 8, 759-765.
3. Vanhatalo A., Black M.I., DiMenna F.J., Blackwell J.R., Schmidt J.F., Thompson C., Wylie L.J., Mohr M., Bangsbo J., Krstrup P., Jones A.M. 2016. The mechanistic bases of the power-time relationship: muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type. J Physiol. 594(15), 4407-4423.
4. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. 2005. Возрастное развитие энергетике мышечной деятельности: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки. Физиология человека 31, №4, 42-46.
5. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. 2011. Развитие мышечной энергетике и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 368.

## Экспозиция слабого электромагнитного поля сверхнизкой частоты улучшает качество дневного сна<sup>1</sup>

Д.С. Сахаров<sup>1</sup>, О.Н. Ткаченко<sup>1</sup>, Г.Н. Арсеньев<sup>1</sup>, А.О. Таранов<sup>1</sup>,  
А.М. Нарбут<sup>2</sup>, А.А. Путилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,  
Москва, Россия.

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет  
им. И.М. Сеченова, Россия  
sakharovdm@yandex.ru

Ключевые слова: *дневной сон, стадии сна, электромагнитное поле  
сверхнизкой частоты, «EcoSleep CUBE».*

Сон – это одна из основных потребностей человека. Функции бодрствующего мозга, эффективность человеческой деятельности и реализация его когнитивных возможностей зависят от количества и качества сна. Недостаток сна вызывает нарушения когнитивной деятельности, вызывающее снижение производительности труда и безопасности профессиональной деятельности (Дорохов, 2013). По современным представлениям наиболее эффективным способом восстановить работоспособность, является кратковременный дневной сон, длительностью 20-30 мин. В ряде работ показано, что эффективность такого сна, определяется наличием 2-й стадии сна, 5-10-минутной длительности которой достаточно для достижения положительного эффекта на самочувствие и работоспособность в течение 1-3 ч. Этот эффект короткого сна, был определён американским психологом J.Maas (Maas et al., 1998) соответствующим термином «Power Nap».

В настоящее время ведутся интенсивные поиски физиотерапевтических методов воздействия на качество сна. По нашему мнению, наиболее физиологичным методом воздействия на качество сна является использование слабых низкочастотных электромагнитных полей. Рядом авторов высказывается гипотеза, что ритмические процессы в живых организмах с момента зарождения жизни на Земле зависят от основного суточного ритма, который определяется наряду с освещенностью и электромагнитной составляющей гелио-геофизических факторов (Бреус и др., 2016). Многими исследователями (Холодов, 1998; Zhadin, 2001; Зенченко, 2016) показана возможность воздействия на живые системы слабых электромагнитных полей сверхнизкой частоты (ЭМП СНЧ), сравнимых по параметрам с вариациями геомагнитного поля Земли (0,5-20 Гц).

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-013-00603а.

Задачей исследования была проверка возможности улучшения качества дневного сна путем экспозиции слабых ЭМП СНЧ.

В экспериментах участвовало 22 здоровых добровольца обоего пола (18 женщин и 4 мужчины), средний возраст  $22,09 \pm 4,55$  года. Протокол исследования был утверждён Комитетом по этике Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии. Испытуемые находились в заглушённой, затемнённой экспериментальной камере, лежа на кровати с закрытыми глазами. Для экспозиции ЭМП СНЧ использовали генератор «EcoSleep CUBE», (сертификат соответствия ГОСТ №АА 3442920/07356, пр-во Сколково, ООО «ЦНСиб»). Прибор формировал прямоугольные импульсы тока, подаваемые на плоскую катушку индуктивности, играющую роль излучателя магнитного поля. Частота ЭМП СНЧ была 1Гц. На расстоянии 70 см в области головы испытуемого напряжённость поля была 0,004 мкТл, что значительно меньше допустимых гигиенических норм (100 мкТл). Для сравнения – средняя напряжённость постоянного магнитного поля Земли составляет 50 мкТл.

Эксперименты проводились в дневные часы (13-15 ч). С каждым испытуемым проводилось две серии экспериментов: ЭМ воздействие и контроль – псевдовключение прибора). Схема эксперимента: 1) фоновая регистрация электрофизиологических показателей – 10 мин, 2) стимуляция ЭМП или контроль – 40 мин, 3) фоновое последствие – 10 мин (с выключенным генератором). Регистрировались полисомнографические показатели: электроэнцефалограмма, электромиограмма, электроокулограмма. Использовался миниатюрный беспроводной биоусилитель «Нейрополиграф 24» (фирма «Нейротех», Таганрог) с частотой дискретизации 500 Гц. Стадии сна определялись визуально по стандартным критериям AASM.

Для десяти попарных сравнений характеристик архитектуры сна (парный t-критерий Стьюдента) было показано статистически значимое увеличение общей длительности дневного сна (Dorokhov et al., 2019). Двусторонний дисперсионный анализ ANOVA показал достоверное увеличение представленности 2-й стадии сна, а изменение длительности 1-й и 3-й стадий сна, при этом не наблюдалось. Интересно отметить, что более половины испытуемых отрицали, что им удалось заснуть в течение 50 мин эксперимента, однако эксперты обнаружили, что во всех экспериментах достигалась 1-я стадия сна. При этом пять испытуемых в контрольных экспериментах не достигали 2-й стадии сна, но в эксперименте с воздействием ЭМП СНЧ, у двоих человек она регистрировалась.

Для анализа этих же данных была использована нелинейная регрессионная модель, позволяющая оценить непрерывность сна. Было показано, что при воздействии ЭМП СНЧ по сравнению с контролем достоверно улучша-

лось качество сна, оцениваемого по показателю непрерывности (консолидированности) сна, а именно, наблюдалось меньше переходов от 2-й и более глубоких стадий сна к 1-й стадии и к состоянию бодрствования.

Таким образом, применение двух независимых методов анализа дневного сна показало наличие положительных эффектов на качество дневного сна при воздействии слабого ЭМ поля с частотой 1 Гц. Полученный результат может быть использован для повышения качества короткого сна и его положительного эффекта на самочувствие, когнитивные функции и работоспособность. Для подтверждения полученных результатов планируется дальнейшее исследование на большем количестве испытуемых с экспозицией ЭМП СНЧ в более широком диапазоне частот 1-20 Гц.

#### *Список литературы*

1. Dorokhov V.B., Taranov A.I., Narbut A.M., Sakharov D.S., Gruzdeva S.S., Tkachenko O.N., Blochin I.S., Putilov A.A. 2019. Effects of exposure to a weak extremely low frequency electromagnetic field on daytime sleep architecture and length. *Sleep Medicine Research*. 10(2), 97-102.

2. Maas J.B, Wherry M.L., Axelrod D.J., Hogan B.R., Bloomin J. 1998. Power sleep: The revolutionary program that prepares your mind for peak performance. New York: Villard. 320.

3. Zhadin M.N. 2001. Review of Russian literature on biological action of DC and low-frequency AC magnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 22(1), 27-45.

4. Бреус Т.К., Бинги В.Н., Петрукович А.А. 2016. Магнитный фактор солнечно-земных связей и его влияние на человека: физические проблемы и перспективы. *УФН*. 186(5), 568–576.

5. Зенченко Т.А. 2016. Влияние слабых экзогенных факторов на физиологические показатели человека на примере изучения реакции сердечно-сосудистой системы на действие вариаций атмосферных и геомагнитных факторов // Дисс. ... доктора биологических наук / Ин-т теорет. и эксперим. биофизики РАН. Пушкино, 333.

6. Холодов Ю.А. 1982. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 120.

## Изменения ЭЭГ при пробуждении из третьей стадии сна<sup>1</sup>

*Ю.В. Украинцева, К.М. Левкович, С.И. Посохов, Г.В. Ковров*  
*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,*  
*Москва, Россия*  
*ukraintseva@yandex.ru*

Ключевые слова: *Сон, пробуждение, ЭЭГ, arousal.*

Состояния бодрствования и глубокого сна совершенно различны как в отношении характеристик сознания, или психической жизни, которая имеет место в этих состояниях, так и в отношении способности человека воспринимать внешние стимулы и реагировать на них. Переходы между этими состояниями регулируются работой многих нервных центров и зависят от ряда факторов, например, от гомеостатического – от давления сна. Промежуточные состояния между сном и бодрствованием представляют интерес для изучения нейрофизиологических механизмов сознания. В частности, arousal, или активации, возникающие во время ортодоксального сна – краткие интрузии бодрствования в сон – дают возможность охарактеризовать те процессы, которые вовлечены в обеспечение перехода между разными уровнями бодрствования и разными состояниями сознания.

**Цель:** исследовать два типа активаций во время 3 стадии ночного сна: активации, не приводящие к пробуждению, и активации, приводящие к появлению микропробуждения. Изучить особенности ЭЭГ, предшествующей каждому типу активаций, а также характер ЭЭГ в момент активаций.

**Методы.** В экспериментах приняли участие 11 мужчин с регулярным режимом сна и бодрствования, средний возраст  $22,3 \pm 0,6$  года. Во время ночного сна регистрировалась полисомнограмма, по ней отслеживались фазы и стадии сна, при наступлении 3-й стадии сна через динамики подавались звуки, громкость которых увеличивалась до тех пор, пока в ЭЭГ не появлялась реакция десинхронизации. В течение ночи в полисомнограмме каждого добровольца выделялись 10-15 микропробуждений (появление альфа-ритма на 5-10 с) и 10-15 активаций, не приводящих к появлению регулярного альфа-ритма. Спектральный анализ на основе вейвлет преобразования применялся для сравнения микропробуждений и активаций без пробуждений.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке фонда РФФИ, проект № 18-013-01187 А.

**Результаты.** Спектральный анализ показал, что паттерны корковой активности во время активаций гетерогенны, их спектральный состав зависит от типа активации и от области отведения.

Сравнение микропробуждений и активаций без пробуждения показало, что эти два состояния различаются по спектральному составу ЭЭГ, предшествующей активации. А именно, перед микропробуждениями наблюдается более высокая мощность альфа- и сигма-диапазонов. Достоверные различия выявлены также и непосредственно в момент активации: активации, завершающиеся микропробуждениями, характеризуются более высокой мощностью тета- и альфа-ритмов. Активации, не приводящие к пробуждению, отличаются более высокой мощностью дельта-ритма. Помимо этого, эти два типа активаций различаются лобно-затылочными градиентами тета<sub>2</sub>, альфа<sub>1</sub> и сигма<sub>1</sub> ритмов: во время микропробуждений более высокая амплитуда этих ритмов наблюдается в задних отделах коры.

Полученные результаты позволяют заключить, что способность спящего мозга пробуждаться в ответ на внешние стимулы определяется двумя факторами: первый связан со степенью синхронизации-десинхронизации ЭЭГ – преобладанием мощности медленных (дельта) либо быстрых (альфа и сигма) ритмов; второй связан с лобно-затылочным градиентом активации коры – выраженностью тета<sub>2</sub>, альфа<sub>1</sub> и сигма<sub>1</sub> ритмов в задних отделах мозга.

## **Компоненты принятия решения гекконами – зублефарамии в задачах различения формы и размеров геометрических фигур\***

*И.Г. Скотникова<sup>1</sup>, Р.В. Желанкин<sup>2</sup>, А.С. Дмитриева<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУН Институт психологии РАН, г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБНУ ФИЦ «ВИЖ», ОП «Всероссийский институт интегрированного  
рыбоводства», Московская область, Ногинский р-н,*

*пос. им. Воровского, Россия*

*<sup>3</sup>НОЧУ ВО «Московский институт психоанализа», г. Москва, Россия*

*zhelankin86@mail.ru*

Ключевые слова: *принятие решения животными, поведение ящериц, зрительное различение формы объектов.*

**Введение.** П.К. Анохин обосновал идею целенаправленности любого поведенческого акта человека и животных как функциональной системы. Принятие решения (ПР) представляет собой интеграцию исполнительных

механизмов, необходимую для достижения цели, например, пищевого подкрепления (Швырков, 1976: 168). В качестве основных характеристик ПР выделяют его правильность/ошибочность, время и колебания субъекта (у человека уверенность/сомнения) в его процессе (Luce, 1986, цит. по: Skotnikova, Zhelankin, 2019: 59). В исследованиях трудного порогового различения зрительных стимулов обнаружена возможная причина замедленности ошибочных ответов – их неуверенность (т.е. колебания человека при их вынесении), в отличие от верных ответов (Скотникова, 2008: 309). Этот феномен, являющийся частью эмпирического правила Свенссона (см. там же: 203), был проверен нами на животных (рептилиях). Ранее в поведенческих экспериментах сравнивалась успешность и трудность различения геометрических фигур разными видами рептилий. Оно было быстрее и эффективнее у ящериц (агам и желтопузиков), чем у змей и черепах (Сафаров, 1990: 124, 150). Ящерицы синезыбые сцинки тоже неплохо различали геометрические фигуры как визуальные маркеры убежища (Zuri, Bull, 2000: 519) и научались распознавать размеры отверстий для подхода к приманке (Хватов и др., 2016: 64). Сцинки другого вида различали двупризнаковые визуальные стимулы частично: не опознавали сочетание известных стимулов, а воспринимали каждое сочетание как незнакомое (Szabo et al., 2018: 22).

**Цель исследования.** Сравнить у гекконов – эублефаров различение формы и размеров геометрических фигур по трудности различения и выявить характеристики принятия ими решения о выборе стимула.

**Материалы и методы.** Участвовали 6 половозрелых ящериц: гекконов – эублефаров пятнистых (*Eublepharis macularius*), которых в течение недели адаптировали к условиям эксперимента. Экспериментальной установкой был ящик из непрозрачного стекла, состоящий из 4 отсеков: стартовой камеры (СК), большого коридора (БК) и двух кабинок: целевой (ЦК) с кормовым подкреплением и дифференцировочной (ДК) без него (рис. 1). В установке поддерживалась температура 26°C. Над каждой из кабинок помещались визуальные стимулы: в 1-й серии эксперимента круг (диаметром 5,5 см) (над ЦК) и квадрат (со стороной 5,5 см) (над ДК) и, а во второй 2 круга разного размера: диаметром 3,5 см (над ЦК) и 5,5 см (над ДК). Стимулы менялись местами случайным образом.

Движение геккона в БК от выхода из СК до входа в одну из кабинок можно считать отражающим процесс выбора кабинки. С каждым животным проведено 2 серии по 10 опытов по 15 минут раз в 48-72 ч. Результаты оценивались по статистическому критерию Манна-Уитни.

**Результаты и обсуждение.** Ранее обнаружено, что гекконы реагируют на свое отражение в зеркале как на другое животное (Дмитриева, 2018: 83). Их активное исследовательское поведение позволило изучать у них науче-

ние и принятие решения. Данные контрольных опытов без визуальных стимулов показали статистически не различавшиеся количества выборов каждым гекконом правого и левого пути в установке.



Рис. 1. Геккон-эублефар в экспериментальной установке

В обеих сериях доли ошибок сопоставимы между собой: 37,5 и 31,3 % и с нашими данными по различению размеров кругов безногими ящерицами веретеницами (30,9 %, Skotnikova, Zhelankin, 2019: 60). Ошибочный выбор был быстрее верного: при выборе формы фигуры 259,1 с и 337,7 с,  $U_{\text{эмп}} = 61,5$ ,  $p < 0,01$ ; при выборе размера круга 226,0 с и 241,6,  $U_{\text{эмп}} = 17$ ,  $p > 0,05$ , т.е. в тенденции. Число поворотов гекконов к стимулам (вправо и влево) при верных выборах было больше, чем при ошибочных: при различении круга и квадрата 12,39 и 6,14,  $U_{\text{эмп}} = 43$ ,  $p < 0,01$ , а при различении размеров кругов 7,44 и 6,4,  $U_{\text{эмп}} = 20,5$ ,  $p > 0,05$ , т.е. в тенденции. Бóльшее число поворотов при верных выборах, видимо, и вызвало бóльшее время этих выборов. Быстрые ошибки, согласно правилу Свенссона, указывают на относительную лёгкость обеих задач для гекконов. У веретениц же ошибки были медленнее верных выборов (160,9 и 133,0 с), что указывает на трудность для них различения размеров кругов (Skotnikova, Zhelankin, 2019: 64).

#### *Список литературы*

1. Дмитриева А.С. 2018. Особенности восприятия собственного отражения в зеркале леопардовым гекконом // Когнитивные исследования на современном этапе: Материалы Всероссийской конференции с международным участием по когнитивной науке. Архангельск: Северный (арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. С.81–84.
2. Сафаров Х.М. 1990. Экология и физиология высшей нервной деятельности рептилий. Душанбе: Дониш.

3. Скотникова И.Г. 2008. Проблемы субъектной психофизики. М.: Изд-во «Институт психологии РАН».
4. Хватов И. А., Соколов А.Ю., Харитонов А.Н. 2016. Учет границ собственного тела сцинками *Tiliqua gigas* // Экспериментальная психология. Т. 9. № 3. С. 54–71.
5. Швырков В.Б. 1976. Нейрофизиологические механизмы принятия решения // Проблемы принятия решения. М.: Наука. С. 164–170.
6. Skotnikova I.G., Zhelankin R.V. 2019. Slow-worm lizards' decision making in discrimination of two kinds of visual stimuli// Proceedings of the 35th Annual Meeting ISP: Fechner Day'2019 / Ed. M. Elliott. Akdeniz (the Mediterranean) University, Antalya, Turkey.Pp. 58–64.
7. Szabo B., Noble D.W.A., Byrne R.W., Tait D.S., Whiting M.J. 2018. Subproblem learning and reversal of a multidimensional visual cue in a lizard: evidence for behavioral flexibility? *Animal Behaviour*. 144. 17–26.
8. Zuri I., Bull C.M. 2000. The use of visual cues for spatial orientation in the sleepy lizard (*Tiliqua rugosa*) // *Canadian Journal of Zoology*. 78. 515–520.

## **Компоненты внутренней картины дефекта у взрослых лиц с дефицитарным развитием<sup>1</sup>**

*Н.С. Шипова*

*Костромской государственный университет, Кострома, Россия  
ronia\_777@mail.ru*

*Ключевые слова: внутренняя картина дефекта, лица с инвалидностью, самооотношение.*

Актуальным вопросом на современном этапе развития общества является социальная адаптация лиц с ограниченными возможностями здоровья. И хотя на первый взгляд, данная проблематика достаточно освещается в научной литературе, вопросы адаптации взрослых инвалидов до сих пор являются «белым пятном» в тематике исследований специальной психологии. Наше исследование стремится преодолеть данную ситуацию и ставит своей целью изучение внутренней картины дефекта взрослых людей с инвалидностью. Мы отталкиваемся от определения внутренней картины дефекта, под которой понимаем внутриличностную структуру, которая является и фактором, и механизмом личностного развития человека, способствующим или препятствующим успешной адаптации и преодолению (профилактике) рисков развития (Адеева, 2019). С. В. Чебарыковой (2014) представлена классификация ВКД, включающая 5 типов, различающихся по

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-013-00768А).

модальности отношения к себе: гиперкомпенсирующий, нозофильный, манипулятивный, гармоничный, отрицающий. Структура внутренней картины дефекта представлена 4 компонентами: физический и сенситивный (характеристика человеком собственной физической активности, физических качеств, совокупность ощущений, связанных с наличием дефекта), когнитивный (знания о причинах, проявлениях дефекта, ограничениях, связанных с его наличием), мотивационный (структура мотивов личности, возможное ее изменение в связи с наличием дефекта) и эмоциональный (отношение личности к дефекту).

Таблица 1

**Средние значения компонентов ВКД и аспектов самооотношения взрослых лиц с дефицитарным вариантом дизонтогенеза (N = 27)**

Параметр	M	SD
Физический и сенситивный компонент ВКД	4,15	1,71
Когнитивный компонент ВКД	4,62	2,58
Мотивационный компонент ВКД	3,96	1,54
Эмоциональный компонент ВКД	3,96	1,25
Интегральная шкала	15,11	4,07
Шкала самоуважения	8,30	2,60
Шкала аутосимпатии	8,30	2,16
Шкала ожидаемого отношения от других	8,63	2,26
Шкала самоинтересов	5,59	1,37
Шкала самоуверенности	4,26	1,63
Шкала отношения других	5,04	1,40
Шкала самопринятия	4,70	1,30
Шкала самопоследовательности	3,93	1,14
Шкала самообвинения	4,48	1,76
Шкала самоинтереса	4,85	1,61
Шкала самопонимания	2,67	1,27

Нами проведено эмпирическое исследование внутренней картины дефекта у взрослых лиц с атипичным развитием. Респондентами являлись

лица с дефицитарным типом дизонтогенеза: нарушением опорно-двигательного аппарата (14 человек) и речевыми нарушениями (13 человек). Общее количество респондентов 27 человек: 17 мужчин, 10 женщин; средний возраст 28 лет). Методический инструментарий представлен беседой «Изучение внутренней картины дефекта» Т.Н. Адеевой (2018) (данная методика позволяет определить особенности компонентов ВКД), а также опросником самооотношения В. В. Столина и С. Р. Пантелеева (1985).

В целом по общей выборке когнитивный компонент также выражен несколько ярче ( $M = 4,6$ ,  $SD = 2,6$ ). Мы склонны объяснять это возрастными особенностями респондентов.

При анализе ответов респондентов, отнесенных к данному компоненту, мы обнаружили, что об отсутствии понимания причин заболевания говорят 33 % опрошенных. Источниками информации о заболевании в 33 % случаев являются родители, в 15 % врачи, в 18,5 % случаев это литература либо интернет. Информацией о возможностях улучшения собственного состояния обладают 89 % опрошенных. При этом об отсутствии информации о возможностях лечения данного заболевания в принципе заявляет 41 % респондентов. Выступление на публику (11 %), тяжелый физический труд (26 %), преподавание, спортивные нагрузки (4 %) и деятельность, требующая хорошего развития моторики (4 %) являются самыми трудными ситуациями для анной группы респондентов при анализе ими профессиональной деятельности.

В методике самооотношения наибольшую выраженность имеют шкалы самоуважения ( $M = 8,3$ ,  $SD = 2,6$ ), аутосимпатии ( $M = 8,3$ ,  $SD = 2,16$ ) и ожидаемого отношения от других ( $M = 8,63$ ,  $SD = 2,26$ ). При этом минимально выражена в данной группе респондентов шкала самопонимания ( $M = 2,67$ ,  $SD = 1,27$ ). Таким образом, данные тестовой методики и беседы находятся в некотором противоречии. Полученные результаты требуют дальнейшей эмпирической проверки на расширенной выборке.

Согласно статистическому анализу шкала ожидаемого отношения от других значимо коррелирует с физическим и сенситивным компонентом ВКД ( $r = -0,41$  при  $p \leq 0,04$ ).

Таким образом, изучение внутренней картины дефекта у взрослых является актуальной тематикой, имеющей как теоретическую, так и практическую значимость. В соответствии с полученными нами результатами, у взрослых с дефицитарным типом дизонтогенеза (нарушения опорно-двигательного аппарата и речевые нарушения) отмечено некоторое преобладание когнитивного компонента внутренней картины дефекта. При этом отмечен низкий уровень самопонимания и высокий уровень самоуважения и аутосимпатии.

### Список литературы

1. Адеева Т.Н. 2019. Особенности внутренней картины дефекта у детей младшего школьного возраста с нарушениями зрения // SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume III. Special Pedagogy. Social Pedagogy. Innovation in Language Education, May 24th – 25th, 2019 / Rezekne, Rezekne Academy of Technologies. 2019. P. 17-28.
2. Дьяков Д.Г. 2014. Динамика самоидентификации как высшей психической функции у лиц с детским церебральным параличом в период подростничества // Здоровье. Личность. Общество: сборник научных трудов / сост. А.В. Алёшичева. Харьков: Финарт, 2014. С. 36–46.
3. Чебарыкова С.В. 2014. Внутренняя картина дефекта лиц с врожденной патологией психофизического развития как аналог внутренней картины болезни // П – Вопросы клинической психологии 2014.

### Когнитивное развитие детей 6-7 лет<sup>1</sup>

*М.М. Безруких<sup>1</sup>, Т.А. Филитова, А.С. Верба, В.В. Иванов, В.Е. Сергеева*  
*<sup>1</sup>ФГБНУ ИВФ РАО, Москва, Россия*  
*TAFmoscow@yandex.ru*

Ключевые слова: *старший дошкольный возраст, когнитивное развитие, социально-коммуникативное развитие, физическое развитие.*

Старший дошкольный возраст является важным этапом функционального развития ребенка, в 6-7 лет продолжают активно формироваться и совершенствоваться все компоненты когнитивного, социально-личностного и физического развития, обеспечивая готовность к обучению в школе (Ardila 2013, Ullmanetal 2014, Безруких и др. 2005, Эльконин 2006). Целью исследования было определение уровня когнитивного развития детей 6-7 лет. Для проведения популяционного исследования в 5 регионах России (Архангельской, Калининградской, Московской, Новосибирской и Пензенской областях) в 2019 году была использована Комплексная методика диагностики развития детей 6-7 лет (Безруких 2018). Было обследовано 1670 дошкольников 6-7,5 лет, посещающих 75 дошкольных образовательных организаций (ДОО) в этих регионах после получения квалифицированного согласия родителей. При анализе были использованы методы статистической обработки и корреляционного анализа Спирмана.

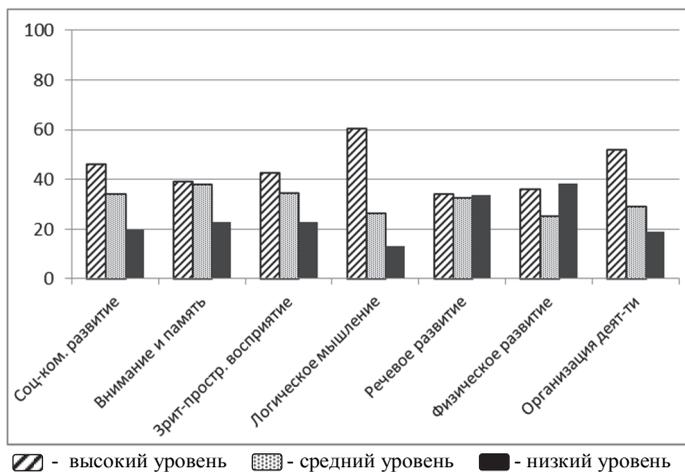


Рис. 1. Распределение детей 6-7 лет по уровню познавательного, речевого, социально-коммуникативного и физического развития в регионах России (в %)

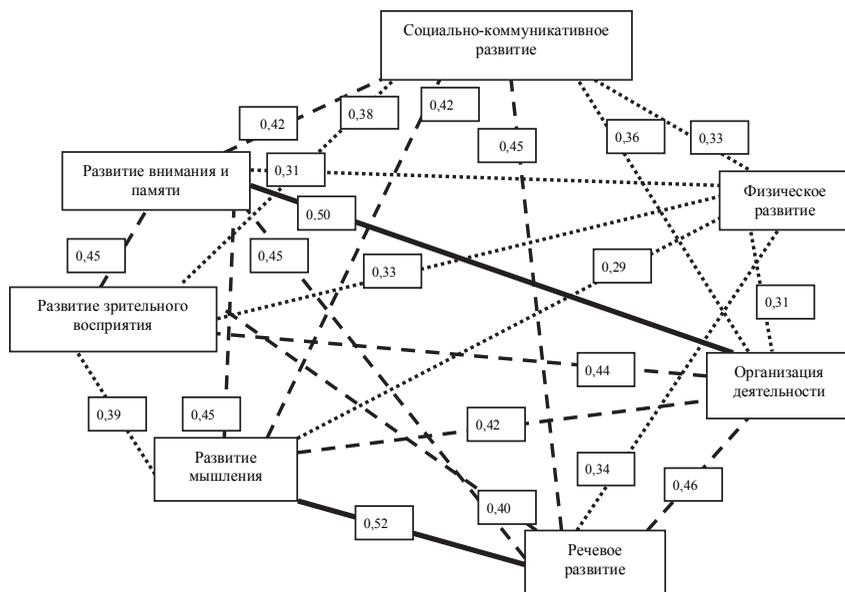


Рис. 2. Корреляционные связи между исследуемыми показателями у детей 6-7 лет (n = 1670) (все корреляции значимы (p < 0,001))

Высокий и средний уровень развития познавательного развития, а именно внимания, зрительной и слуховой памяти, произвольной регуляции, зрительного восприятия и зрительно-моторных координаций выявлен у 77,2-86,8 %, дошкольников, что свидетельствует о возможности успешной адаптации к школе и освоения базовых школьных навыков большинства детей. Наиболее высокий уровень развития выявлен у 86,8 % детей при оценке логического мышления. 77,3 % дошкольников имеют высокий и средний уровень развития зрительно-пространственного восприятия и зрительно-моторных координаций. Речевое развитие, являющееся одной из ключевых и наиболее значимой когнитивной функцией, достаточно сформировано только у 66,5 % дошкольников.

Подтверждена взаимосвязь всех когнитивных функций, социально-коммуникативного развития и физического развития (Van der Fels et al. 2015, Wassenberg 2005).

Корреляционный анализ (рис. 2) показал достоверную взаимосвязь всех исследованных показателей: наиболее значимые корреляции выявлены между развитием речи и мышления ( $r = 0,52$ ), между развитием организации деятельности и внимания ( $r = 0,50$ ), между развитием речи и организацией деятельности ( $r = 0,46$ ), между развитием внимания и зрительно-пространственным восприятием ( $r = 0,45$ ). В то же время не найдены убедительные доказательства связи физического (моторного) и когнитивного развития.

#### *Список литературы*

1. Ardila A. 2013. Development of metacognitive and emotional executive functions in children. *Appl Neuropsychol Child* 2(2), 82-7.
2. Ullman H., Almeida R, Klingberg T. 2014. Structural maturation and brain activity predict future working memory capacity during childhood development. *J. Neurosci.* Jan 29, 34(5).
3. Van der Fels I. M., Wierike S. C., Hartman E. et al. 2015. The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 years old typically developing children. A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 18, 6, Nov, 697-703.
4. Wassenberg R., Kessels A.G.H., Kalf A.C. 2005. Relation between cognitive and motor performance in 5- to 6-year-old children: results from a large-scale cross-sectional Study. *Child Development.* 76, № 5, 1092-1110.
5. Безруких М.М., Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А. 2005 *Психофизиология ребенка*. 2-е изд., доп. М.: МПСУ; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК».
6. Безруких М.М., Филиппова Т.А. 2018. *Ступеньки к школе. Образовательная программа дошкольного образования*. М.: Дрофа.
7. Эльконин Д.Б. 2006. *Детская психология: Развитие ребенка от рождения до 7 лет*. М.: Знание.

## **Fear of negative appearance evaluation in participants of an online weight-loss community<sup>1</sup>**

*N.A. Polskaya (polskayana@yandex.ru), MSUPE (Russia, Moscow)*

*A.Yu. Razvaliaeva (annraz@rambler.ru), independent researcher (Russia, Moscow)*

*Keywords: negative appearance evaluation, fear, weight loss, online communities, destructivity.*

Fear of negative appearance evaluation is an issue largely arising from the modern cultural discourse on the «ideal» body. On the one hand, being linked to evaluations of a person's attractiveness, it goes hand in hand with social norms and aesthetic ideals. On the other, as a personality trait, it's related to interpersonal factors of social rejection – e.g., rejection sensitivity, social anxiety, and fear of negative evaluation. Given that attractive people are more positively evaluated by others and exhibit more socially -accepted behaviors and personality traits than physically unattractive people (Langlois et al. 2000), the strive for attractiveness becomes an attempt to improve both interpersonal relationships and oneself. However, emotional problems and negative beliefs about one's body steer these attempts on an adverse psychopathological pathway.

In this paper, we report the portion of the results yielded in the study of fear of negative appearance evaluation in the participants of thematic online communities dealing with eating disorders.

*Procedure and sample.* The study was conducted anonymously online; participants got links inviting them to fill out a specifically designed survey and psychological questionnaires in Google Forms. We are presenting the results for a sub-sample (N=66) that included participants of a community motivating weight-loss ( $M_{age}=18.21$ ,  $SD=2.43$ ; 95.5% girls).

*Methods.* The survey included 14 items on the possible disordered eating patterns, in particular, weight regulation and strategies of extreme weight loss, feelings accompanying eating, and level of involvement in the online community. We also used the Fear of Negative Appearance Evaluation Scale (Lundgren et al. 2004), consisting of 6 items. The scale passed preliminary validation procedures in the Russian sample (N = 360) and showed good psychometric characteristics: Cronbach's  $\alpha = 0.9$ ; one-factor structure (66.8 % explained variance) yielded high factor loadings ranging 0,74–0,86.

---

<sup>1</sup> The study was supported by a RFBR grant № 20-013-00429A.

*Results.* Survey results indicate that 29 participants (43.9 %) endorsed a diagnosed eating disorder (anorexia nervosa, bulimia nervosa, or unspecified feeding or eating disorder). The age they started thinking of getting thinner for the first time ranged from 8 to 18, most answers entering the 14–15 age range (51.5 %). As of the time of data collection, weight loss was prioritized by 92.4 % of respondents. After food intake, 86.4 % of respondents experienced negative emotions and feelings, including self-hatred (45.5 %), shame and guilt (25.8 %), anxiety and fear (13.6 %), or sadness and melancholy (1.5 %). In contrast, only 13.6 % endorsed «pleasure» after meals.

Participants specified using the following weight-loss strategies: restricting food quantity (90.9 %), using laxatives/diuretics (31.8 %), inducing vomiting after food intake (21.2 %), using appetite-reducing medications (21.2 %), using psychoactive substances (12.1 %) and using biologically active food supplements (16.7 %). 66.7 % of the participants also used sports and other physical activities as a weight loss strategy and 33.3% endorsed healthy eating strategies.

Evaluation of the participants' involvement in the online-community indicates that 36.4 % of them participate in the activities the community offers regularly (every day to once in several weeks): they make new publications, comment, repost, etc. During their participation in the weight-loss community the desire to get thinner increased in 51.6 % of the sample, didn't change in 40.9 %, and decreased in 3 % (2 respondents).

To test the hypothesis that fear of negative appearance evaluation contributes to eating disorder symptoms and patterns of interaction with other users of the weight loss community we used binomial logistic regression (Table 1).

Table 1

**Logistic regression indices (predictor – fear of negative appearance evaluation)**

<b>Dependent variable</b>	<b><math>\chi^2</math> (p)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CC%</b>	<b>B (p)</b>
Restricting food quantity	4.27*	13.7	90.9	155*
Using laxatives/diuretics	5.51*	11.2	68.2	149*
Using psychoactive substances to lose weight	12.09**	32.1	87.9	603*
Difficulties in supporting others	17.56***	42.5	86.4	934*

Notes: \* – p<.05; \*\* – p<.01; \*\*\* – p<.001; R<sup>2</sup> – Nagelkerke R<sup>2</sup>, CC% – percent of correctly classified cases.

*Discussion.* In the present study fear of negative appearance evaluation stands out as a factor leading to eating behavior pathology. This corresponds to the results of the studies conducted abroad, which posit that fear of negative evaluation is a transdiagnostic factor for the disorders stemming from dissatisfaction with

one's body, shape or muscle tone (Trompeter et al. 2019), and linking it with negative affect and internalized ideals of thinness (Maraldo et al. 2016). The peculiarities of behavior in the weight-loss online community yielded in our study correspond to the numerous data on the specifics of these communities: they attract followers promising a chance to get support and express emotions (Polskaya and Yakubovskaya 2019), but as their participants get more involved, they get progressively more dissatisfied with their bodies, due to the reinforcement of the unrealistic appearance ideals (Yakubovskaya and Polskaya 2019).

*Summary.* Fear of negative appearance evaluation is linked to more severe eating behavior problems (in particular, using destructive weight-loss strategies). High fear of negative appearance evaluation also complicates receiving and giving emotional support, which makes these participants most vulnerable to the destructive side of online communities focusing on weight loss.

### *References*

1. Langlois J.H., Kalakanis L., Rubenstein A.J., et al. 2000 Maxims or myths of beauty? A meta-analytic and theoretical review. *Psychological Bulletin* 126, 390–432.
2. Lundgren J.D., Anderson D.A., Thompson J.K. 2004 Fear of negative appearance evaluation: Development and evaluation of a new construct for risk factor work in the field of eating disorders. *Eating Behaviors* 5, 75–84.
3. Maraldo T.M., Zhou W.N., Dowling J., et al. 2016 Replication and extension of the dual pathway model of disordered eating: The role of fear of negative evaluation, suggestibility, rumination, and self-compassion. *Eating Behaviors* 23, 187–194.
4. Trompeter N., Bussey K., Hay P., et al. 2019 Fear of negative evaluation among eating disorders: Examining the association with weight/shape concerns in adolescence. *International Journal Of Eating Disorders* 52, 261–269.
5. Pol'skaya N.A., Yakubovskaya D.K. 2019 The Impact of Social Media Platforms on Self-Injurious Behavior in Adolescents. *Counseling Psychology and Psychotherapy [Konsul'tativnaya psikhologiya i psikhoterapiya]* 27 (3), 156–174. (In Russ., abstr. in Engl.).
6. Yakubovskaya D.K., Pol'skaya N.A. 2019 Thin body ideal and self-objectifying in the social media // VII All-Russian Scientific and Practical Conference in Developmental Psychology (L.F. Obukhova Readings) "Opportunities and Risks in the Digital Medium". Proceedings. Vol. 2. Moscow: FGBOU VO MGPPU, 368–371 (In Russ.).

## Панды и пандемии «сквозь пенсне» когнитивной теории перспективизации

Н.Ю. Петрова

Центр социально-когнитивных исследований дискурса  
при Московском государственном лингвистическом университете

Москва, Россия

*natalia-yu-petrova@yandex.ru*

Ключевые слова: *когнитивная теория языка, конструирование мира, перспективизация, компоненты языковой перспективы.*

Наш вольный заголовок призван обратить внимание на ставшую модной в СМИ игру с понятиями «пандемия» и «панда», направленную поднять настроение, связав разрушительную эпидемию и обаятельного мишку, который ест бамбук:

(1) *Панда в течение суток в среднем ест 12 часов. Человек во время карантина ест, как панда. Поэтому это называется пандемия.*

Заручаясь долей скепсиса к данной «народной» этимологии, мы задаемся целью показать, как производимый игрой слов юмористический эффект может быть объяснен с помощью одного из самых современных лингвистических подходов – лингвокогнитивной теории перспективизации.

Являясь сегодня безусловным терминологическим трансфером, «перспектива» / «перспективизация» (*perspective, perspectivization*) используется в западной когнитивной нарратологии и когнитивной поэтике столь широко, что не требует дополнительных иллюстраций (Stockwell 2002; Semino 2002; Wärvik 2004; Zunshine 2006; Sanford, Emmot 2013). Междисциплинарность термина «перспектива» подтверждается связями теории перспективы в языке и живописи, откуда и пришел этот термин. Ср.: главная точка (*focal point*), зрительное расстояние (*distance*), точка схода (*vanishing point*), неподвижная точка зрения (*single-viewpoint perspective*), многоцентровая точка зрения (*multiple-viewpoint perspective*). В XIX–XXI вв. этот список расширяется за счет психофизиологических терминов фокусировки, дефокусировки, а также наведения и отдаления (*zoom-in / zoom-out*), пришедших из фотодела. В отличие от построения перспективы в живописи, в языковой перспективизации задействованы не только фактор наблюдателя, ментальность зрения, фокализация, импликатура, но и сугубо лингвистические процессы и средства – иллокуция и перлокуция, дейксис и шифтеры и т.д. В когнитивной теории дискурса феномен перспективизации следует основным законам зрительного восприятия и фактически при-

равнивается к процессу конструирования мира по модели *the world according to*. Обнаружено, что чаще всего перспективизация проявляется в заголовках произведений от лица главных героев, где приобретает формы визуальной метафоры:

(2) *The World According to Garp* – роман «Мир глазами Гарпа» современного американского писателя Дж. Ирвинга (1978);

(3) *The World According to Paris* – название сериала с участием американской светской львицы Пэрис Хилтон (2011);

(4) *The World According to Karl* – книга-собрание «карлизмов», любимых высказываний законодателя европейской моды Карла Лагерфельда (2020).

Краткий экскурс в историю вопроса демонстрирует, что еще в феноменологии познания выдвигалась некая теория дуальности перспективы (*dual perspective*), свидетельствующая, что описание предмета – это не только рефлексия говорящего по поводу предмета, но и его оценка. Аккумулируя весь теоретический опыт, мы считаем главным разграничителем процессов конструирования и перспективизации особый выбор языковых средств, осуществленный неким концептуализатором при описании и оценке объектов и событий (Langacker 1997; Петрова, Ирисханова 2020). При этом когнитологи подчеркивают, что перспективизации свойственна дискурсивность, которая проявляется непосредственно в каждом конкретном акте общения.

Недавнее обращение к дискурсу драмы выявило ряд универсальных когнитивных механизмов, лежащих в основе перспективизации (Ирисханова 2013, 2014; Петрова 2019). К разработанным уже механизмам распределения внимания (Talmy 2003) были добавлены и более подробно описаны субъектно-объектные процессы общения – субъективизация, объективизация и интересубъективизация, а также уточнена роль механизма контекстуализации (ср. *grounding*). Кроме того, нам удалось создать некоторую картину компонентов перспективы, которая включает объект перспективы (предмет описания), субъект перспективы (фактор наблюдателя), систему координат («условия задачи»), точку обзора (расположение субъекта), ракурс (вводимые в фокус признаки объекта), масштаб (детализацию свойств объекта) и ряд других.

При использовании данной системы в анализе дискурса, например, при рассмотрении установки *пандемия так названа, потому что в карантин человек ест, как панда*, с которой мы начали нашу статью, можно проследить важные инференции: а) объект перспективы – панда, медведь, который, как известно, водится лишь в некоторых регионах Китая, безобидный хищник, питающийся бамбуком; б) субъект перспективы – аноним, претендующий на объективизацию суждения, «нулевой центр» высказывания; в) точка обзора скрыта из-за субъекта, находящегося в имплиците; г) система

координат 1) глобально – мировая эпидемия и карантин, 2) локально – осуществление логического доказательства истинного умозаключения, маскирующегося под категорический силлогизм (ср.: три ступени, система рассуждения методом подхвата); д) свойства объекта имплицитно носят позитивный характер (безвредность), хотя эксплицитно высмеиваются отрицательные черты (тяга к обжорству); е) объективизация тяготеет к увеличению субъектно-объектной дистанции и увеличению масштаба, а значит – к обобщению, абстрагированию.

Суммируем сказанное: общая юмористичность высказывания обеспечивается намеренной «народной» этимологией центрального термина пандемии в попытке поднять настроение у читателя, утомленного долгим карантином, в стремлении вызвать улыбку и категорически сменить отрицательную перспективу на позитивную, хотя и преподнесенную завуалированно.

### *Список литературы*

1. Ирисханова О.К. 2013. О понятии перспективизации в когнитивной лингвистике // Когнитивные исследования языка. Вып. XV. Механизмы языковой когниции: сб. науч. тр. / Отв. ред. вып. В.З. Демьянков. Москва–Тамбов: ИЯ РАН, ИД ТГУ им. Г.Р. Державина. С. 43–58.
2. Ирисханова О.К. 2014. Игры фокуса в языке: семантика, синтаксис и прагматика дефокусирования. М.: Языки славянской культуры.
3. Петрова Н.Ю. 2019. Когнитивные основания механизма субъективизации в тексте и дискурсе // Когнитивные исследования языка. Вып. XXVI: Понимание. Интерпретация, Когнитивное моделирование: сб. науч. тр. / Отв. ред. вып. М.Л. Ковшова. Москва–Тамбов: ИЯ РАН, ИД ТГУ им. Г.Р. Державина. С. 239–247.
4. Петрова Н.Ю., Ирисханова О.К. 2020. Сводный глоссарий. Перспективизация. [Электронный ресурс]. URL: [scodis.com/?q=ru/perspectivization](http://scodis.com/?q=ru/perspectivization) (дата обращения 29.04.2020).
5. Langacker R.W. 1999. Grammar and conceptualization. Berlin, New York: Mouton de Gruyter.
6. Sanford A.S., Emmot C. 2013. Mind, Brain and Narrative. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Semino E. 2002. A cognitive stylistic approach to mind style in narrative fiction // Cognitive Stylistics. Language and cognition in text analysis / Ed. by E. Semino, J. Culpeper. Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins Pub Co. P. 95–122.
8. Stockwell P. 2019. Cognitive Poetics: An Introduction. 2<sup>nd</sup> ed., Kindle Ed. London, New York: Routledge.
9. Talmy L. 2003. Toward a Cognitive Semantics. Vol. 1: Concept Structuring Systems. Cambridge, Mass., London: A Bradford Book, The MIT Press.
10. Wärvik B. 2004. What is foregrounded in narratives? Hypotheses for the cognitive basis of foregrounding // Approaches to Cognition through Text and Discourse / Ed. by T. Virtanen. Berlin; New York: Mouton de Gruyter. P. 99–122.
11. Zunshine L. 2006. Why We Read Fiction: Theory of Mind and the Novel. Columbus: Ohio State University Press.

## **Алекситимия у матерей, воспитывающих детей с расстройствами аутистического спектра: первичный дефицит или защитный механизм?<sup>1</sup>**

*Е.А. Дорошева*

*Новосибирский государственный университет,  
Научно-исследовательский институт физиологии  
и фундаментальной медицины СО РАМН,  
Новосибирский государственный медицинский  
университет (Россия, Новосибирск)  
Elena.dorosheva@mail.ru*

Ключевые слова: *расстройства аутистического спектра (РАС), матери детей с РАС, алекситимия, стресс.*

Одно из основных нарушений психического функционирования, сопровождающих формирование расстройств аутистического спектра (далее – РАС), – нарушение регуляции эмоций. Регуляция эмоций (способность адаптивным образом модифицировать первоначальный эмоциональный ответ на эмоциогенную ситуацию) является частью когнитивной исполнительской системы, отвечающей за целесообразность и целостность поведения. Помимо нейробиологической базы регуляции эмоций (Myounghoon 2017), огромное влияние на ее развитие оказывает ранний опыт взаимодействия с родителями. Успокаивая ребенка, организуя и переориентируя его внимание, родители формируют мотивационную и эмоциональную основу, которая позволяет нейротипичным детям впоследствии вырабатывать собственные стратегии регуляции эмоций (Kiel and Kalomiris 2016). По всей видимости, это справедливо и для детей с РАС (Chan and Weiss 2017). Есть свидетельства о том, что матери таких детей подстраивают свое поведение под их менее зрелую эмоциональную регуляцию (Ostfeld-Etzion et al. 2015). Показано, что эффективная эмоциональная регуляция у детей с РАС положительно влияет на их благополучие, и предлагаются модели обучения родителей, направленные на ее развитие у детей с РАС (Bhagat et. al. 2017).

В то же время, родители, воспитывающие детей с РАС, зачастую испытывают сложности с регуляцией собственных эмоций из-за высокого уровня стресса, связанного с «особым» ребенком (Pisula 2011) или из-за наличия расширенного аутистического фенотипа, включающего умеренные нарушения коммуникации, социальных навыков, переключения внимания, воображения и внимания к деталям (Wheelwright et al. 2010). Это затрудняет компенсацию проблем ребенка в области регуляции эмоций, что препятствует повышению его устойчивости к стрессам.

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано грантом РФФИ (проект No 18-013-00925).

Являются ли данные нарушения у родителей преимущественно первичными, следствиями врожденной дефицитарности соответствующих функций, или вторичными, защитными реакциями в ответ на стрессовые факторы, остается неясным.

В данном исследовании мы рассмотрели связь алекситимии (личностной либо ситуативной характеристики, отражающей неумение распознавать и вербализировать свои эмоции, понимать эмоции других людей, склонность к практическому, утилитарному мышлению, недостаточность воображения, метафорического мышления) у матерей, воспитывающих детей с РАС, с показателями уровня стресса и тревожности. Использовались методики: Торонтская алекситимическая шкала (TAS-26); опросник личностной и ситуативной тревожности Ч.Д. Спилбергера в адаптации Ю.Л. Ханина; Интегративный тест тревожности, разработанный А.П. Бизюком, Л.И. Вассерманом и Б.В. Иовлевым; модифицированный опросник уровня актуального стресса Т. Холмса и Р. Раге (модификация включала, помимо стандартной оценки, самостоятельную оценку респондентом стрессовых событий последнего года по шкале от 0 – «отсутствие стресса» до 100 – «максимальное стрессовое воздействие»; рассчитывалась также разница между стандартной, т.е. предложенной авторами опросника, и собственной оценкой стресса).

На первом этапе сравнивали выраженность алекситимии у 13 матерей, воспитывающих детей с РАС (от 3 до 15 лет, возраст матерей от 25 до 55 лет, средний возраст - 40 лет), и у 12 матерей того же возраста, имеющих условно здоровых детей со сходным распределением возраста и пола. Среди матерей детей с РАС выявлено значимо больше респондентов с наличием сформированной алекситимии, чем среди матерей, воспитывающих условно здоровых детей ( $\chi^2 = 4,4$ ,  $p = 0,037$ ).

Далее проводили корреляционный анализ по Ч. Спирмену показателя алекситимии и значений тревожности и оценок уровня стресса в обеих группах.

У матерей, воспитывающих детей с РАС, выявлено большее число прямых корреляционных связей между алекситимией и показателями тревожности и стресса. Это ситуативный компонент тревожности по методике Ч. Спилбергера ( $r = 0,64$ ,  $p < 0,05$ ), астенический и фобический компоненты ситуативной тревожности (соответственно,  $r = 0,76$ ,  $p < 0,01$ ;  $r = 0,69$ ,  $p < 0,01$ ), астенический компонент личностной тревожности ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,01$ ) по интегративному тревожности; стандартная и субъективная оценка стресса по опроснику уровня актуального стресса ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,01$ ;  $r = 0,64$ ,  $p < 0,05$ ), а также разность стандартных и субъективных баллов стресса ( $r = 0,57$ ,  $p < 0,05$ ). В группе матерей нейротипичных детей выявлено две значимые взаимосвязи: для ситуативного и личностного компонентов социальных защитных реакций ( $r = 0,71$ ,  $p < 0,01$ ;  $r = 0,66$ ,  $p < 0,05$ ).

Особенно в двух группах различаются коэффициенты корреляции между показателем алекситимии и обеими оценками уровня стресса, также разностью субъективной и объективной оценок уровня стресса.

Таким образом, в группе матерей, воспитывающих детей с РАС, алекситимия прямо связана с тревожностью, возникающей вследствие эмоционального истощения, ощущением стресса как сильного (как в плане воздействия большего числа стрессовых событий, так и с точки зрения увеличения собственной оценки их действия на свое состояние). Похоже, что алекситимия здесь выступает как защитная реакция, увеличивающаяся на фоне нехватки ресурсов психики. Однако нельзя исключать, что именно в данной группе умение регулировать эмоции особо значимо для того, чтобы справиться с высоким стрессом, и алекситимия сильнее сказывается, формируя тревогу.

В группе сравнения показана связь алекситимии с реакциями социальной защиты, логичная для общей выборки – плохое распознавание своих и чужих эмоций затрудняет социальную адаптацию. Отсутствие в данной группе связей алекситимии и уровней стресса, в отличие от матерей детей с РАС, говорит о гораздо меньшей вероятности того, что алекситимия у матерей нейротипичных детей сформирована как защитная реакция на фоне кумулятивных стрессовых факторов.

#### *Список литературы*

1. Bhagat V., Haque M., Simbak N., Husain R. 2017. Emotional Regulation in Autism Spectrum Disorders: A New Proposed Model for Regulating Emotions through Parent Education. *Journal of Global Pharma Technology*, 9. 32-43.
2. Chan V., Weiss J. 2017. Emotion Regulation and Parent Co-Regulation in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47. 80–689.
3. Kiel E., Kalomiris A. 2015. Current Themes in Understanding Children's Emotion Regulation as Developing from within the Parent-Child Relationship. *Current opinion in psychology*, 3. 11-16.
4. Myounghoon J. (ed.). 2017. *Emotions and Affect in Human Factors and Human-Computer Interaction*. Academic Press.
5. Ostfeld-Etzion, S., Golan, O., Hirschler-Guttenberg, Y., Zagoory-Sharon O., Feldman R. 2015. Neuroendocrine and behavioral response to social rupture and repair in preschoolers with autism spectrum disorders interacting with mother and father. *Mol Autism*. 6. 11–24.
6. Pisula E. 2011. Parenting Stress in Mothers and Fathers of Children with Autism Spectrum Disorders. In: *A Comprehensive Book on Autism Spectrum Disorders*. Mohamadi M.-R. (ed.) Croatia. 87-106.
7. Wheelwright S., Auyeung B., Allison C., Baron-Cohen S. 2010. Defining the broader, medium, and narrow autism phenotype among parents using the autism spectrum quotient (AQ) *Mol Autism*, 1 (1). 1-9.

# Кто есть кто, или процесс интерпретации неоднозначных местоимений при чтении связных текстов<sup>1</sup>

*В.К. Прокопеня, Е. Саенко*

*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия  
v.prokopenya@spbu.ru*

Ключевые слова: *референциальная неоднозначность, обработка и интерпретация местоимений, регистрация движений глаз при чтении.*

Главным инструментом обеспечения связности дискурса является установление связи между местоимением и предшествующим языковым выражением (Kehler 2008). Иногда местоимение может быть соотнесено с несколькими референтами, что создает ситуацию неоднозначности. Существует три подхода к описанию обработки неоднозначных местоимений: (а) выстраивание нескольких интерпретаций, которые удерживаются в рабочей памяти до тех пор, пока контекст не разрешит неоднозначность; (б) немедленное соотнесение местоимения с наиболее активированным в данный момент референтом; (в) временное или полное отсутствие соотнесения местоимения с каким-либо из референтов из-за недостаточного уровня активации каждого из них, т.е. отложенная или поверхностная обработка (Stewart et al. 2007, Karimi and Ferreira 2015, Koorneef and Reuland 2016). Описанные подходы не являются взаимоисключающими, но отражают разные стратегии обработки, обусловленные в том числе стоящей перед носителем языка задачей. Вопросы, следующие после каждого стимула и требующие интерпретации местоимения, приводят к выстраиванию двух альтернативных интерпретаций и последующему выбору одной из них, в то время как при их отсутствии возможна поверхностная обработка (Stewart et al. 2007). При этом в обоих случаях обработка неоднозначных местоимений будет отличаться от однозначных, что подтверждается в ЭЭГ-исследованиях (см. обзор в Nieuwland and van Berkum 2008). Однако подобные эффекты обнаруживаются при чтении отдельных предложений, т.е. в условиях, когда у читателя нет необходимости выстраивать связную модель дискурса.

Цель нашего исследования – определить, в соответствии с каким из описанных подходов происходит обработка неоднозначных местоимений при чтении связных текстов. В качестве материала мы использовали небольшие сюжетные истории о знакомых читателю персонажах, составленные по

---

<sup>1</sup> Выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00646 К (18-00-00640).

единой структуре: 1-е предложение задавало общий контекст, во 2-м вводились два персонажа (оба в позиции подлежащего), 3-е содержало неоднозначное местоимение, которое в равной степени могло относиться к любому из персонажей (подтверждено в независимом исследовании с участием 59 человек) и, наконец, в 4-м вновь упоминалось имя одного из персонажей. Это последнее предложение или разрешало неоднозначность (1.1), или поддерживало ее (1.2):

*В городе наконец наступило лето, был прекрасный солнечный день.*

*Крош спокойно ехал по улице, когда Бараш неожиданно вылетел из-за угла на роликах.*

*К счастью, он затормозил (P1) почти моментально (P2), потому что обладал хорошей реакцией (P3).*

*(1.1) В итоге Крош проехал мимо (N1), даже не заметив угрозы столкновения (N2).*

*(1.2) В итоге Крош очень обрадовался (N1), что столкновения удалось избежать (N2).*

К каждому из двух вариантов текста был составлен контрольный текст с персонажами разного пола и однозначным местоимением. В двухфакторном дизайне варьировался статус местоимения (неоднозначное / однозначное) и последующий контекст (разрешающий неоднозначность / нейтральный). В исследовании, проводившемся с помощью метода регистрации движений глаз, принял участие 41 человек: необходимо было внимательно читать предъявляемые тексты (28 стимулов, 14 филлеров) и отвечать на вопросы на общее понимание ситуации, которые задавались к ½ текстов. Анализировалось время первого прочтения, время прочтения с учетом времени возвратов к предыдущему тексту (go-past time), а также общее время прочтения трех областей интереса в предложении с местоимением (P1-P3) и двух областей последнего предложения (N1-N2).

Мы предположили, что построение двух альтернативных интерпретаций приведет к замедлению как в обработке предложения с местоимением (в связи с нагрузкой на рабочую память), так и в обработке последующего фрагмента в условии, когда неоднозначность не разрешается (1.2). Отложенная обработка не предполагает различий во времени прочтения фрагмента с местоимением, однако должна вызвать замедление при чтении последнего предложения в обоих неоднозначных условиях (1.1. и 1.2) и, возможно, возвраты к предыдущему тексту, что связано с необходимостью установить местоименную референцию и выстроить единую связную модель дискурса. Если местоимение остается не соотношенным ни с одним из референтов, эффектов замедления или возвратов не ожидается. Наконец, если местоимение сразу соотносится с наиболее активированным в конкретный момент референтом, то ожидается значимое взаимодействие факторов при чтении последнего предложения: замедление и/или возвраты

должны наблюдаться только во временно неоднозначном условии (1.1), что связано с повторной обработкой в случае, если первичная интерпретация местоимения оказалась неверной.

Данные были проанализированы с использованием RM ANOVA. Для областей P1-P3 не обнаружено значимых различий ни во времени 1го прочтения, ни во времени прочтения с учетом возвратов ( $p > 0.05$ ), и только общее время прочтения области P1 было больше в неоднозначном условии по сравнению с однозначным ( $F(1,37) = 4.407$ ,  $p = 0.043$ ;  $F(1,27) = 5.532$ ,  $p = 0.026$ ), а области P2 – в контекстах (1.1) по сравнению с контекстами (1.2) ( $F(1,37) = 4.605$ ,  $p = 0.039$ ;  $F(1,27) = 7.347$ ,  $p = 0.012$ ). Для области N1 обнаружено значимое взаимодействие факторов неоднозначности и контекста ( $F(1,37) = 6.407$ ,  $p = 0.016$ ;  $F(1,27) = 5.968$ ,  $p = 0.021$ ): время прочтения с учетом возвратов было значимо больше в неоднозначном условии по сравнению с однозначным только во временно неоднозначном условии (1.1) ( $t(37) = 2.311$ ,  $p = 0.027$ ;  $t(27) = 2.375$ ,  $p = 0.025$ ). Эффект неоднозначности оказался значим для общего времени прочтения области N1 ( $F(1,37) = 20.212$ ,  $p < 0.001$ ;  $F(1,27) = 8.767$ ,  $p = 0.006$ ) и для времени прочтения области N2 с учетом возвратов ( $F(1,37) = 16.657$ ,  $p < 0.001$ ;  $F(1,27) = 10.580$ ,  $p = 0.003$ ). Также был обнаружен эффект контекста для первого прочтения области N1 ( $F(1,37) = 12.684$ ,  $p = 0.001$ ;  $F(1,27) = 3.619$ ,  $p = 0.068$ ): это может быть связано с тем, что последнее предложение в условиях (1.1) и (1.2) было разным.

Полученные результаты, в частности, увеличенное время прочтения последнего предложения в условии временной неоднозначности, свидетельствуют в пользу того, что при чтении связанных текстов основной стратегией является немедленное соотнесение неоднозначного местоимения с наиболее активированным в этот момент референтом. Если изначальная интерпретация оказывается неверной, читатель вынужден останавливаться и перестраивать уже сконструированную репрезентацию.

#### *Список литературы*

1. Kehler A., Kertz L., Rohde H., Elman J.L. 2008. Coherence and Coreference Revisited. *Journal of semantics* 25(1), 1-44.
2. Stewart A.J., Holler J., Kidd E. 2007. Shallow processing of ambiguous pronouns: evidence for delay. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 60(12), 1680-1696.
3. Karimi H., Ferreira F. 2015. Good-enough linguistic representations and online cognitive equilibrium in language processing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 69(5), 1013-1040.
4. Koornneef A., Reuland E. 2016. On the Shallow Processing (Dis)Advantage: Grammar and Economy. *Frontiers in Psychology* 7, 82.
5. Nieuwland M.S., van Berkum J.J. 2008. The Neurocognition of Referential Ambiguity in Language Comprehension. *Language and Linguistics Compass* 2(4), 603-630.

## Восстановление сознания при пробуждении от ортодоксального сна<sup>1</sup>

*К.М. Левкович, Ю.В. Украинцева*  
*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,*  
*Москва, Россия*  
*kliaukovich@ihna.ru*

Ключевые слова: *вызванные потенциалы, ортодоксальный сон, бодрствование, негативность рассогласования, P3a, P3b, P300, N400.*

Ортодоксальный сон обладает своими уникальными характеристиками и отличается от бодрствования благодаря совершенно различным паттернам активации нейрофизиологических систем. Так же различны и сознательные процессы, которые имеют место во время ортодоксального сна (Hobson 2009). Поэтому сон является интересной моделью для исследования сознания. Особенно интересен в этом отношении переход от сна к бодрствованию, так как данный переход не является одномоментным процессом.

Сознания как «способность воспринимать, взаимодействовать, и обмениваться информацией с окружающей средой и с другими в полной мере» (Zeman 2001: 1265) также при пробуждении возникает не сразу. При пробуждении сначала возникают его низкоуровневые формы, т.е. человек воспринимает себя, но не способен взаимодействовать с окружающей средой, и по мере того как восстанавливается активация мозга и проходит инерция сна, оно достигает высоких уровней сознания в бодрствовании, т.е. восстановление способности обрабатывать высокоуровневую информацию (Northoff 2013).

Для того чтобы измерить восстановление уровня сознания и оценить степени осознанности реакции на внешние стимулы, мы использовали метод регистрации и анализа вызванных потенциалов (ВП) в ответ на звуковые последовательности парадигмы local-global, которая дает возможность разграничить реакции, соответствующие разным уровням сознания: низкому, или неосознанному, и высокому, осознанному и направленному (Bekinschtein et al. 2009).

Данная парадигма состоит из последовательностей звуков, организованных так, что в их следовании выявляются два типа нерегулярностей: ло-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта N 19-313-90067.

кальная либо глобальная. Так в случае локальной нерегулярности среди пачек с одинаковыми звуками – стандартами – (ссссс – 80 % времени) иногда появляются пачки с девиантным звуком на конце (ссссд – 20 %), и для детекции таких отличающихся звуков достаточно низкого уровня внимания. Глобальная нерегулярность соответствует изменению паттернов стимулов (ссссд – 80 % и ссссс – 20 %), и для её детекции необходим высокий уровень внимания.

На уровне вызванных потенциалов (ВП) каждой нерегулярности соответствуют свои компоненты. Локальная нерегулярность вызывает появление негативности рассогласования (НР) и Р3а. НР – это компонент ВП, который отражает механизмы распознавания разницы между текущим стимулом и предыдущим (Näätänen et al. 1978). Р3а отражает автоматическое привлечение внимания и регистрируется сразу после НР (Polich 2007). Локальная нерегулярность вызывает ВП как в сознательном, так и в бессознательном состояниях (Bekinschtein et al. 2009). Таким образом, НР и Р3а отражают бессознательную детекцию изменений сенсорных характеристик стимулов. В то время как компонент Р300, или Р3б, является признаком осознанного направленного внимания и регистрируется только в случае сознательного выявления статистической глобальной нерегулярности следования стимулов (Bekinschtein et al. 2009).

Целью нашей работы было исследование процесса восстановления сознания при пробуждении от 3 стадии ортодоксального при помощи изучения поведенческих реакций и когнитивных вызванных потенциалов в ответ на сложноорганизованные последовательности звуков. Мы предполагали, что по мере перехода от сна к бодрствованию мы сможем проследить изменения ВП в ответ на предъявляемые звуки: помимо реакции на простые, сенсорные, изменения звуков в виде негативности рассогласования, которая присутствует и во сне, будет восстанавливаться реакция на сложные изменения регулярности следования звуков в виде компонента Р300. И будет восстанавливаться двигательная реакция на значимые сигналы.

Один доброволец, мужчина (23 года) без неврологических нарушений и нарушений сна участвовал в шести экспериментах. Мы записали ЭЭГ активность в ответ на глобальную нерегулярность до сна, затем наступал сон. Во время сна добровольцев будилась во время 3 стадии ортодоксального сна. Его задача была быстро проснуться и начать нажимать на кнопку, когда он услышит значимый паттерн. Задание длилось в течение 2 минут. Затем человек мог опять заснуть. Так мы записали за шесть ночей 33 пробуждения, от трёх до шести пробуждений за ночь. Данные обрабатывались в программе BrainVision Analyzer 2.0, кластерный анализ был проведён в программе MATLAB R2019a, пакет FieldTrip.

Проанализировав вызванные потенциалы в ответ на глобальную нерегулярность до сна, мы выявили лобно-центральный позитивность, схожую

с субкомпонентом P3a (128-288 мс,  $p = 0.02$ ), которая постепенно переходит в теменную негативность, N400 (280-664 мс,  $p = 0.002$ ).

Мы разделили пробуждение от ортодоксального сна на три этапа. На первом этапе, сразу после начала предъявления стимулов, на дельта-ритм начинает накладываться альфа-ритм с его преобладанием в лобных отведениях. На втором этапе появляется альфа-ритм, но по-прежнему с преобладанием в лобных отведениях. И постепенно альфа-ритм становится более выраженным в теменных отделах, но реакция на девиантную пачку ещё замедленная. На первом и втором этапах кластерный анализ не выявил разницу между стандартом и девиантом. Третий этап характеризовался устойчивым теменным альфа-ритмом и постоянным правильным нажатием на кнопку в ответ на девиантную пачку. На данном этапе кластерный анализ выявил статистически значимую разницу между девиантом и стандартом как в компоненте P3a (280-664 мс,  $p = 0.002$ ), так и в позднем компоненте N400 (268-696 мс,  $p = 0.002$ ).

На данном этапе мы можем говорить, что при пробуждении ВП и реакция на стимулы восстанавливается не сразу. На первом этапе пробуждения мы не выявили каких-либо значимых изменений ВП в ответ на глобальную нерегулярность, хотя эта глобальная нерегулярность являлась значимым стимулом. И только после восстановления альфа-ритма и двигательной реакции, мы зарегистрировали выраженные когнитивные компоненты: P3a и более поздний когнитивный компонент N400. Здесь N400 можно интерпретировать как индекс обработки значимой информации и реакции на появление неконгруэнтного стимула.

#### *Список литературы*

1. Hobson J. A. 2009. REM sleep and dreaming: towards a theory of protoconsciousness. *Nature Reviews Neuroscience* 10(11), 803-813.
2. Zeman A. 2001. Consciousness. *Brain* 124(7), 1263–1289.
3. Northoff G. 2013. What Is Consciousness? A Tridimensional View and Neural Predispositions of Consciousness (NPC). *Neuropsychanalysis* 15(1), 59–62.
4. Bekinschtein T. A., Dehaene S., Rohaut B., Tadel F., Cohen L., & Naccache L. 2009. Neural signature of the conscious processing of auditory regularities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(5), 1672-1677.
5. Näätänen R., Gaillard A. W., & Mäntysalo S. 1978. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta psychologica* 42(4), 313-329.
6. Polich J. 2007. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology* 118(10), 2128–2148.

# Обнаружение конфликта как причина Струп-интерференции<sup>1</sup>

*А.С. Стародубцев*  
*СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия*  
*alex.s.starodub@yandex.ru*

Ключевые слова: *эффект Струпа, когнитивный конфликт, эффект блока, конфликт ответов, обратный эффект Струпа.*

**Постановка проблемы.** Некоторые стимулы связаны с разными реакциями на них. Например, обрабатывается и цвет, и значение предъявленного слова. Как психика выбирает нужный для задачи ответ? Считается, что этот выбор обеспечивается механизмами когнитивного контроля (напр., Verguts and Notebaert 2009). Когнитивный контроль подавляет нерелевантный ответ и усиливает релевантный. Когнитивный контроль в этом случае как бы заранее «знает», какой из ответов является правильным, а какой – неправильным. Ряд когнитивных исследователей находит такой подход неудовлетворительным, потому что он подразумевает «гомункулуса» в голове (Monsell and Driver 2000).

В данной работе мы приводим серию экспериментов, проверяющих концепцию интерференции В. М. Аллахвердова (Аллахвердов 2014). Суть этого подхода заключается в том, что психика практически мгновенно перерабатывает большие массивы информации и готовит потенциальный ответ. Лишь дальнейший контроль этого ответа приводит к снижению скорости реакции. Этот контроль осуществляется, если во внешней среде присутствуют указания на конфликтность стимула. Таким образом, в классических концепциях когнитивного контроля он объявляется средством избегания от конфликта, а в концепции В. М. Аллахвердова контроль – причина замедления времени ответа.

Обычно процессы когнитивного контроля изучают на материале задачи Струпа. В этом тесте испытуемым требуется на скорость называть цвет окрашенного слова и игнорировать его значение. Если цвет не совпадает со значением (слово «красный» в синем цвете), то возникает когнитивный конфликт, и время ответа на этот стимул возрастает. Согласно гипотезе В. М. Аллахвердова (Аллахвердов и Аллахвердов 2014), после автоматической обработки стимула психика воспринимает наличие дистрактора и начинает его контролировать, и именно это приводит к замедлению времени ответов.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №18-013-01212.

**Гипотеза.** Мы выдвинули гипотезу: время ответов возрастет, если субъект придерживается «стратегии контроля». Этой стратегии субъект будет придерживаться, если 1) в блоке стимулов есть конфликтные стимулы (эксперимент 1); 2) конфликтные стимулы предъявлялись в предыдущем блоке (эксперимент 2); 3) созданы условия для обнаружения конфликта (эксперимент 3).

**Стимулы.** Мы создали стимулы, которые, несмотря на конфликтность, не допускали возможность реагировать на дистрактор. Эти стимулы представляли из себя неконгруэнтное Струп-слово, сверху, снизу, справа и слева от которого предъявлялись цветные квадраты (см. подробное описание процедуры Стародубцев and Аллахвердов 2017). Испытуемые должны были нажимать на кнопку «влево», «вправо», «вверх» или «вниз» в зависимости от значения окрашенных квадратов (например, в некоторых пробах для ответа «красный» надо было нажать кнопку вверх, если красный квадрат находился сверху). Как было показано Дургиным (Durgin, 2000), в такого рода задачах эффект Струпа возрастает, если требуется реагировать на значение Струп-стимула, а не на его цвет. В наших экспериментах испытуемые так же должны были реагировать на значение слова, а цвет их отвлекал.

Наш дизайн позволил создать неконгруэнтные стимулы, в которых нельзя прореагировать в соответствии с дистрактором. Например, если целевое слово зеленого цвета, но среди цветных квадратов отсутствует зеленый цвет. Заметим, что по цвету или значению самого слова невозможно сделать вывод, потребуется ли в данном случае контроль или нет. Значит, принятие решение о контроле будет зависеть не от самого стимула, а от стратегии испытуемых.

**Дизайны экспериментов и результаты.** Эффективным средством управления стратегией испытуемых считается блочное предъявление стимулов. Мы предполагали, что блок из нейтральных стимулов вызовет стратегию «отсутствия контроля», а блок с конфликтными стимулами вызовет стратегию контроля. Эта гипотеза проверялась в первом эксперименте ( $N = 90$ ). Первой группе предъявляли только неконгруэнтные стимулы (240 стимулов), второй – только нейтральные (240 стимулов), а третьей – оба типа стимулов в случайно порядке. Как мы и предполагали, разница между средней скоростью ответов на нейтральные и конфликтные стимулы наблюдалась только между группами 1 и 2 (разница – 121 мс ( $F(1,56) = 9.1$ ;  $p < .01$ ), но не внутри группы 3 (разница в среднем ВР – 3 мс ( $F(1,28) = 0.4$ ;  $p = .53$ )). Во втором эксперименте ( $N = 60$ ) мы проверяли, насколько «стратегия контроля» переносится с обработки одного блока стимулов на другой блок стимулов. Одна группа испытуемых работала сначала с блоком конфликтных стимулов, а потом – с блоком нейтральных стимулов, другой

группе предъявлялись эти же стимулы в другой последовательности. Выяснилось, что разница между скоростью ответов на конфликтные и нейтральные стимулы в первом блоке 159 мс, в во втором блоке – 14 мс. Отличия статистически значимые ( $T(1,29) = 86$ ;  $p < .01$ ). В третьем эксперименте ( $N = 40$ ) мы пытались получить интерференцию в нашей задаче при условии наличия возможности быстро обнаружить конфликт. В одной из групп мы предъявляли сначала окрашенные квадраты и только через 1000 мс – слово. Таким образом, на момент предъявления слова испытуемые уже «знали» возможные ответы в эксперименте. Поэтому при предъявлении Струп-слова больше вероятность обнаружить конфликт. Как мы и предполагали, в этом случае время ответов на конфликтные стимулы значимо больше времени ответов на нейтральные стимулы даже при предъявлении их попеременно (разница в среднем ВР – 24 мс;  $t(1, 19) = 3.5$ ;  $p < .01$ ). Этого эффекта не было обнаружено в другой группе, в которой порядок предъявления блоков был противоположным (разница в среднем ВР – -7 мс;  $t(1, 19) = 0.8$ ,  $p = .43$ ).

**Вывод.** Таким образом, мы показали влияние «стратегии контроля» на замедление времени ответов и в конфликтных, и в неконфликтных пробах. При отсутствии сигналов о конфликтности не наблюдалось значимого замедления на конфликтные стимулы.

#### *Список литературы*

1. Аллахвердов В. М., Аллахвердов М. В. 2014. Феномен Струпа: интерференция как логический парадокс // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика. №. 4, 90-102.
2. Стародубцев А. С., Аллахвердов М. В. 2017. Влияние установки о наличии конфликтных стимулов в тесте Струпа на величину интерференции // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 7(2), 137-153.
3. Durgin F. H. 2000. The reverse Stroop effect // Psychonomic Bulletin & Review. 7(1), 121-125.
4. Monsell S., Driver J. 2000. Banishing the control homunculus. In S. Monsell and J. Driver (ed.) Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII, 3-32.
5. Verguts T., Notebaert W. 2009. Adaptation by binding: A learning account of cognitive control // Trends in cognitive sciences. 13(6), 252-257.

## **Развитие эпилептиформенной активности в гиппокампе крысы в модели пренатальной гипергомоцистеинемии<sup>1</sup>**

*Э.Д. Гатаулина, В.И. Шахматова, Е.Д. Курмаиева, А.В. Яковлев*  
*ФГАОУ ВО «Казанский Приволжский федеральный университет»,*  
*Казань, Россия*  
*Maileen2013@yandex.ru*

Ключевые слова: *гиппокамп, гипергомоцистеинемия, эпилептиформенная активность, развитие.*

Гипергомоцистеинемия нарушение обмена метионина, вызванное нехваткой кофакторов или генетическим полиморфизмом ферментов, в результате которого происходит накопление в организме гомоцистеина. Высокий уровень гомоцистеина в крови (гипергомоцистеинемия), характеризуется усилением процессов окисления макромолекул активными формами кислорода во всех органах. Показано, что высокие концентрации гомоцистеина ассоциированы с рядом осложнений при беременности такими, как преэклампсия, преждевременные роды, низкий вес при рождении [1]. L-гомоцистеин оказывает нейротоксическое действие у развивающихся животных с незрелым гематоэнцефалическим барьером и вызывает различные дисфункции мозга [2]. Наиболее чувствительны к токсическим эффектам L-гомоцистеина нервные клетки в пренатальном и раннем постнатальном периодах развития [2,3]. Один из молекулярных механизмов токсического действия ГЦ – его взаимодействие с НМДА-рецепторами, что вызывает гипервозбудимость нейрональной сети и, следовательно, к большей вероятности возникновения эпилепсии. Целью данной работы было исследовать развитие эпилептиформенных разрядов в срезах гиппокампа животных с пренатальной гипергомоцистеинемией. Для создания хронической модели пренатальной ГЦ использовалась пищевая метиониновая нагрузка в течение всей беременности самок крыс [4]. При помощи внеклеточной регистрации на горизонтальных срезах мозга крысы регистрировалась популяционная нейрональная активность гиппокампа. Для индукции эпилептиформенной активности использовали следующие хемоконвульсанты: 4-аминопиридин (4-АП) и внеклеточный раствор с концентрацией ионов калия – 8.5 мМ [5,6]. В контрольных условиях аппликация 4-АП в концентрациях 35 мкМ не приводила к генерации эпилептиформенной активности. Однако, наблюдалось усиление популяционной активности нейронов гиппокампа. Аппликация 50 – 75 мкМ 4-АП в перфузируемый раствор приводила

---

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом РФФИ: 18-015-00423.

к возникновению через  $6.9 \pm 0.7$  мин ( $n = 45$ ) эпилептоформенной активности в 65 % срезах гиппокампа крысы в возрасте P7-14. В срезах гиппокампа крысят с пренатальной гипергомоцистеинемией уже добавление 35 мкМ хемоконвульсанта приводило к быстрому возникновению эпилептоформенной активности в 52% срезах гиппокампа крысы через  $4.5 \pm 0.6$  мин ( $n = 31$ ;  $p < 0.05$ ). Анализ амплитуды интериктальных разрядов и длительность иктальных событий не показал достоверных различий между контрольными значениями и полученными данными в срезах от животных с пренатальной гипергомоцистеинемией. Во второй серии экспериментов судорожная активность в срезах гиппокампа индуцировалась изменением внеклеточной концентрации ионов  $[K^+]$  с 3.5 до 8.5 мМ. Апликация высокой концентрации в 62 % случаев вызывала через  $4.1 \pm 0.5$  мин ( $n = 32$ ) эпилептиформенную активность. В 72 % срезах гиппокампа у животных с ГГЦ наблюдалось снижение латентного периода генерации эпилептоформенной активности до  $0.9 \pm 0.2$  мин ( $n = 15$ ;  $p < 0.05$ ). Анализ амплитуды интериктальных разрядов и длительность иктальных событий не показал достоверных различий между контрольными значениями и полученными данными в срезах от животных с пренатальной гипергомоцистеинемией. Использование внеклеточного раствора с концентрацией ионов  $[K^+]$  6 мМ приводило в контрольных срезах к развитию эпилептоформенной активности 8 % случаев, в тоже время в условиях пренатальной гипергомоцистеинемии апликация данной концентрации хемоконвульсанта вызывала увеличение вероятность возникновения судорожной активности в 40% срезах. Таким образом, полученные данные указывают, что гиппокампальная нейрональная сеть в условиях пренатальной гипергомоцистеинемии наиболее чувствительна к развитию судорожной активности как в 4-АП, так и в модели с высоким содержанием ионов калия. Кроме того, нейроны гиппокампа обладают повышенной нейрональной активностью, что учётом гипервозбудимости нервной, может служить предпосылкой возникновения эпилептиформенной активности в более взрослом состоянии в условиях хронического воздействия гомоцистеина.

#### *Список литературы*

1. Boldyrev, A. A. Molecular mechanisms of homocysteine toxicity / Biochemistry (Moscow. – 2009 – V. 74 – P. 589-598.
2. Baydas, G. Effects of maternal hyperhomocysteinemia induced by high methionine diet on the learning and memory performance in offspring / G. Baydas, S. T. Koz, M. Tuzcu, V. S. Nedzvetsky [et al] // Int. J Dev. Neurosci – 2007 – V. 25 – P. 133-139.
3. Jakubowski, H., Molecular basis of homocysteine toxicity in humans [Текст] / Jakubowski, // Cell Mol Life Sci – 2004. – V. 6 - P. 470-87.

4. Gerasimova, E Effects of Maternal Hyperhomocysteinemia on the Early Physical Development and Neurobehavioral Maturation of Rat Offspring / E. Gerasimova, O. Yakovleva, G. Burkhanova [et al] // BioNanoSci – 2017 – V. 7(1). – P. 155-158.

5. Luhmann, H. J. Generation and propagation of 4-AP-induced epileptiform activity in neonatal intact limbic structures in vitro / Luhmann, H. J. Dzhala, V. I. Ben-Ari. Y. // European Journal of Neuroscience, – 2000. – Vol. 12. – P. 2757-2768.

6. Khazipov, R. Developmental changes in GABAergic actions and seizure susceptibility in the rat hippocampus / Khazipov, R. Khalilov, I. [et al] // Eur J Neurosci. – 2004 – V. 19(3) – P. 590-600.

## **Особенности зрительно-пространственной деятельности разного уровня сложности у детей**

А.В. Хрянин<sup>1</sup>, М.М. Безрукых<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ ИВФ РАО, Москва, Россия

*Mbezrukikh@gmail.com*

Ключевые слова: *зрительный поиск, обработка зрительной информации, графические образы, когнитивные компоненты, подростки.*

Зрительно-пространственная деятельность, тесно взаимосвязанная с другими когнитивными функциями, создаёт условия для оптимальной адаптации во внешней среде, обеспечивает целенаправленное поведение и познавательную деятельность детей и подростков. Распознавание графических зрительных образов – один из интересных и информативных подходов при анализе механизмов зрительного восприятия и зрительной когнитивной деятельности (Фарбер и Петренко 2012, Podvalny et.al. 2019). В соответствии с иерархией процессов в зрительной системе, разделённых на разные этапы восприятия, структурирование является одной из зрительно-перцептивных задач (Marr 1976, Palmer 2015), а различные операции могут выполняться на разных уровнях обработки информации.

Данные о возрастных особенностях обработки зрительной информации при выполнении заданий на идентификацию изображения при сравнении с эталоном (match-to-sample tasks) показывают, что дети, подростки и взрослые используют одинаковый механизм для идентификации и выбора целевого стимула, однако детям требуется больше времени на данный процесс, что, связано с возрастной незрелостью всех когнитивных функций, включённых в процесс.

В ряде нейрофизиологических исследований отмечается возрастная нейрокогнитивная незрелость, определяющая большее время на идентификацию целевого стимула в задачах «match-to-sample», хотя, как дети, так и

подростки, и взрослые используют одинаковые мозговые механизмы при решении таких задач (Shimi et.al. 2014).

В рамках комплексного изучения когнитивного развития подростков было проведено многовариантное исследование особенностей решения зрительно-пространственных задач детьми 7–17 лет ( $n = 193$ ).

Экспериментальная парадигма-вариант модели «Match-to-sample» и основана на зрительном поиске различной сложности. Последовательность событий во время эксперимента частично регулировалась экспериментатором, частично автоматизирована.

В ходе эксперимента испытуемые решали графические зрительно-пространственные задачи, которые заключались в нахождении целевого изображения среди изображений–дистракторов. Целевой стимул и изображения-дистракторы экспонировались в центре экрана компьютера. Для оценки влияния типа задания и возраста на эффективность зрительного поиска был проведён дисперсионный анализ (ANOVA). При сравнительном анализе использовался t-критерий. Взаимосвязь показателей времени ответа и количества ошибок определялась с помощью корреляционного анализа.

Результаты исследования показали, что значимым является эффект межфакторного взаимодействия СТИМУЛ  $\times$  ВОЗРАСТ, который отражается во времени ответа ( $F = 8,56$ ,  $p < 0,001$ ) и количестве ошибок ( $F = 2,449$ ,  $p = 0,001$ ). Возрастные различия в средних показателях времени поиска t-критерием не подтверждаются. Средний показатель процента ошибок с возрастом закономерно снижается. Эффект межгруппового фактора ВОЗРАСТ отмечается только в отношении количества ошибок ( $F = 16,56$ ,  $p < 0,001$ ).

Влияние фактора ВОЗРАСТ подтверждается только для простых задач идентификации пространственного взаиморасположения фигур ( $F = 10,78$ ,  $p < 0,001$ ).

Результаты исследования свидетельствует о том, что обработка графических образов носит индивидуальный характер и зависит от характера поставленной задачи: сравнения частей целого, сравнения угловых параметров, сравнения пространственного расположения мелких деталей в сложном изображении. Разные задачи зрительного процессинга в одинаковых экспериментальных условиях поиска в разной степени задействуют когнитивные компоненты, необходимые для достижения результата зрительно-пространственной деятельности: зрительное восприятие, селективное зрительное внимание, рабочую зрительную память, программирование и контроль деятельности.

### Список литературы

1. Marr D. 1976. Early processing of visual information. *Philos. Trans. R Soc. Lond. B Biol. Sci.* 275 (942), 483–519.
2. Palmer S.E. 2015. *The Oxford Handbook of Perceptual Organization* (pp. v-ix). In J. Wagemans (ed.). Oxford, U.K.: Oxford University Press, 2015.
3. Podvalny E.; Flounders M.W.; King L.E. 2019. A dual role of prestimulus spontaneous neural activity in visual object recognition. *Nature communications* 10, 1–13.
4. Shimi A., Kuo B., Astle D.E., Nobre A.C., Scerif G. 2014. Age group and individual differences in attentional orienting dissociate neural mechanisms of encoding and maintenance in visual STM. *J. Cogn. Neurosci* 26, 864–877.
5. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. 2012. Формирование механизмов опознания неполных изображений разного уровня фрагментарности в предшкольном и младшем школьном возрасте. *Физиология человека* 38 (5), 5–15.

## Роль гипоталамуса в механизмах эмпатии<sup>1</sup>

*Ю.М. Нерозникова, А.В. Вартанов*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*Москва, Россия*

*Julia-sheyn@mail.ru, a\_v\_vartanov@mail.ru*

Ключевые слова: ЭЭГ, просоциальное поведение, эмпатия, гипоталамус.

**Задача исследования** – электрофизиологическое изучение процессов просоциального поведения. С помощью нового (авторского) метода «виртуальный вживленный электрод» была исследована роль ряда отдельных структур мозга (всего 29), включая подкорковые ядра и гипоталамус, а также областей коры больших полушарий, которые могли иметь отношение к просоциальному поведению. Электрическая активность выявлялась в задачах, требующих проявления эмпатии по сравнению с переживанием «от первого лица». Выявлялись также реакции мужчин и женщин.

**Метод.** Использовались два метода: 1) тест-опросники просоциального поведения: методика «Измерение просоциальных тенденций» (Г.Карло и Б.А. Рэндалл), шкала альтруизма (Ф. Раштон), методика для исследования эмпатии И.М. Юсупова; 2) электрофизиологический эксперимент с регистрацией 19-канальной ЭЭГ (по системе 1020% на электроэнцефалографе фирмы Нейро-КМ) состоял из 2 серий. По тест-опросникам получены дан-

---

<sup>1</sup> Грант РФФИ, проект №20013-00834.

ные от 55 человек (28 женщин и 27 мужчин, включая участников ЭЭГэксперимента). Участникам ЭЭГ эксперимента ( $N = 16$ , средний возраст = 19,6,  $SD = 1,8$ , 6 женщин, 10 мужчин) предъявлялись изображения двух лиц, играющих в игру «камень-ножницы-бумага», ВП анализировались на момент предъявления изображений с результатом исхода (6 разных вариантов, сопровождающихся изменением выражения лица персонажей) в течение периода времени от 200 мс до начала и 500 мс после стимула. В первой серии испытуемому требовалось сделать ставку на одного из двух играющих лиц, т.е. он был заинтересован в успехе и переживал «от первого лица». Во второй серии от испытуемого требовалось определить для себя «близкого» участника и сопереживать ему на протяжении всей серии, т.е. предположительно испытывать к нему эмпатию. Стимулы предъявлялись по 50 раз в случайном порядке и были одинаковыми в первой и второй сериях; анализировались одиночные потенциалы по всем испытуемым совместно.

**Результаты.** Результаты опросников были сведены в одну таблицу и обработаны факторным анализом. Было выделено 6 факторов, которые описывали 41.45 % общей дисперсии данных. Факторы получили следующую интерпретацию: F1 – «Альтруистичность», F2 – «Публичность», F3 – «Экстренное просоциальное поведение», F4 – «Конформистское просоциальное поведение», F5 – «Анонимное просоциальное поведение», F6 – «Эмоциональное просоциальное поведение». Сравнение по Т-критерию Стьюдента показало значимое ( $p < 0.05$ ) различие между мужчинами и женщинами по фактору 2 «Публичность» (мужчины более публичны, чем женщины) и по фактору 6 «Эмоциональное просоциальное поведение» (женщины более эмоциональны, чем мужчины). Данные различия проявляются как на всей исследуемой выборке, так и на выборке испытуемых, участвовавших в ЭЭГ эксперименте.

В связи с полученными результатами, ВП по каждой из исследуемых структур мозга также сопоставлялись по экспериментальным сериям отдельно для группы мужчин и женщин. Обнаружен хорошо выраженный потенциал в гипоталамусе (рис. 1), который в группе мужчин выражен сильнее в серии, требующей личного включения, по сравнению с серией на эмпатию в компонентах N100, N250 и N400 (различия значимы,  $p < 0.05$ ). В группе женщин эти компоненты выражены слабее, однако и тут в серии на эмпатию их амплитуда значимо меньше ( $p < 0.05$  на поздней латенции), чем в серии, требующей личного участия. Также обнаружены потенциалы в правой инсule (рис. 2) и левом гиппокампе (рис. 3). При этом они выражены и сильнее различаются между сериями для мужчин.

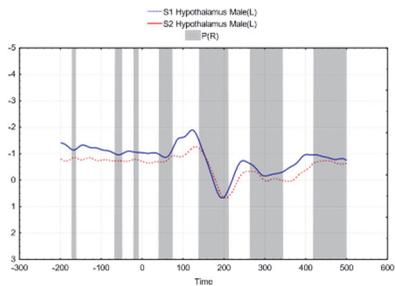
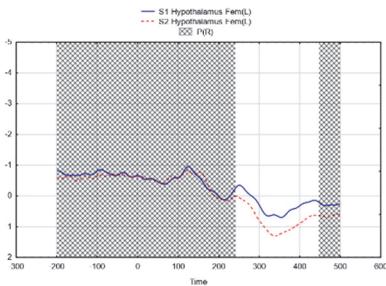


Рис. 1. ВП, регистрируемые виртуальным вживленным электродом от гипоталамуса, усредненно по группе женщин (слева) и мужчин (справа).  
Здесь и далее сер. 1- сплошная синия линия, сер. 2 – красный пунктир.  
Штриховкой отмечены не значимые различия

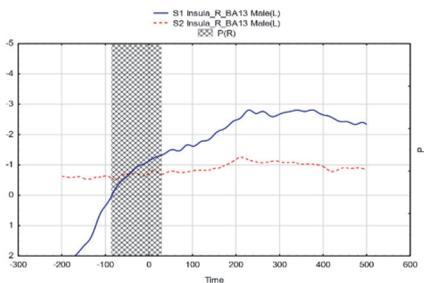
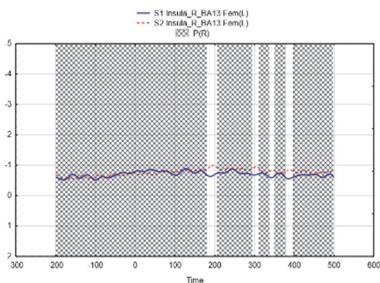


Рис. 2. ВП, регистрируемые виртуальным вживленным электродом от лправой инсулы, усредненно по группе женщин (слева) и мужчин (справа)

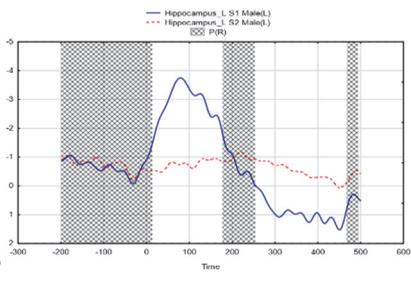
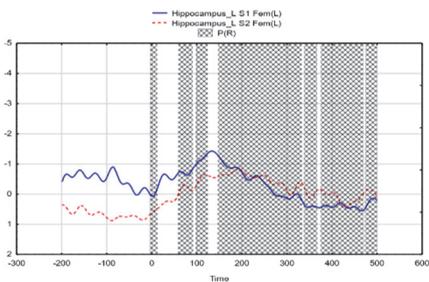


Рис. 3. ВП, регистрируемые виртуальным вживленным электродом от правого гиппокампа, усредненно по группе женщин (слева) и мужчин (справа)

Также обнаружена определенная активность, связанная с исследуемыми факторами пола и эмпатии в таких структурах, как средний мозг,

продолговатый мозг, левый таламус, правая скорлупа, левое хвостатое ядро, полосатое тело. При этом активность в амигдале и цингулярной коре (БА 32) была выражена слабее всего.

**Выводы.** Гипоталамус участвует в неспецифической регуляции когнитивной деятельности более активно в задачах, вызывающих повышенное личное переживание, которые сильнее проявляются у мужчин в связи с их публичностью и меньшим эмоциональным просоциальным поведением, тогда как проявление эмпатии приводит к его меньшей активности. Такая же зависимость обнаруживается и для инсулы, и для гиппокампа, и других вышеперечисленных структурах.

### **Феномен «скрытого сознания» при хронических нарушениях сознания**

*М.А. Пирадов<sup>1</sup>, Н.А. Супонева<sup>1</sup>, Ю.В. Рябинкина<sup>1</sup>, А.А. Белкин<sup>2</sup>,  
К.А. Ильина<sup>1,3</sup>, М.С. Ковязина<sup>3</sup>,  
Н.А. Варакко<sup>3</sup>, А. Н. Черкасова<sup>3</sup>, М.В. Кротенкова<sup>1</sup>,  
Е.И.Кремнева<sup>1</sup>, А.Г.Брутян<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ Научный центр неврологии, Москва, Россия*

*<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «УГМУ» МЗ РФ, Екатеринбург, Россия*

*<sup>3</sup> ФГБОУ ВО МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
kseniia.a.ilina@gmail.com*

*Ключевые слова: хронические нарушения сознания, феномен «скрытого сознания», когнитивно-моторное разобщение, парадигмы, фМРТ, ЭЭГ.*

Термин «хронические нарушения сознания» объединяет ряд клинических состояний, характеризующихся отсутствием или неполноценным взаимодействием пациента с окружающей средой при восстановлении бодрствования и представлен вегетативным состоянием/синдромом ареактивного бодрствования (ВС/САБ), состоянием минимального сознания (СМС) «плюс» и «минус». Перечисленные состояния отличает между собой уровень осознания (англ., *awareness*), для каждого из них разработаны соответствующие критерии (Jennett B. et al., 1972; Coleman D. et al., 2002; Laureys et al., 2010; Giacino J. et al., 2018), которые вошли в клинические рекомендации (The PVS, 1994; Кондратьева Е.А. и др., 2019).

«Золотым стандартом» диагностики хронических нарушений сознания является клиническая оценка, с помощью которой можно выявить реактивность пациента на внешние раздражители, наличие фиксации взгляда и сле-

жения взглядом, возможность следовать инструкциям и наличие функциональной коммуникации. В большинстве случаев, клинической оценки достаточно для установления правильного диагноза. Для совершенствования осмотра разработаны специальные шкалы (Coma Recovery Scale-Revised, SMART и др.), в которые интегрированы инструкции, предъявляемые пациентам и направленные на выявление сознательной деятельности (Giaccino J. et al., 2005; Iazeva E. et al., 2018; Gill-Thwaites H. et al., 1999).

Учитывая, что группа пациентов с ХНС является крайне разнородной (по этиологии, срокам и т.д.) выполнение многих инструкций зачастую является невозможным для пациента, что способствует клинически выявляемому более низкому уровню сознания нежели в действительности. В этом случае преимущество остается за инструментальными методами исследования. Если они позволят выявить наличие сознательной деятельности при отсутствии клинической картины попыток пациента следовать инструкциям, то в таком случае можно диагностировать наличие феномена «скрытого сознания» (Fernández-Espejo D. et al., 2008; Gibson R. et al., 2014; Boly M. et al., 2018). Данный термин отражает диссоциацию между клинической оценкой пациента и данными инструментальных исследований. При изучении «скрытого сознания» наиболее перспективными оказались работы N.D. Schiff и E.S. Rosenthal в соавторстве, результаты исследовательской деятельности которых в 2015 и 2017 гг. позволили внедрить новую терминологию: «когнитивно-моторное разобщение» (Белкин В.А. и др., 2019) и «высокоуровневое корково-моторное разобщение». С целью выявления данных состояний за рубежом в настоящее время разработано несколько подходов, основным принципом которых является выявление церебральной активности соответствующих зон головного мозга с помощью ЭЭГ (Goldfine et al., 2011; Curley W. et al., 2018), ПЭТ (Owen A. et al., 2005) и фМРТ (Owen A. et al., 2006; Monti M., 2010; Fernández-Espejo D. et al., 2013; Okumura et al., 2014) в ответ на предъявляемый стимул по механизму событийно-обусловленных исследований (англ., *event-related monitoring*).

В настоящее время в ФГБНУ НЦН совместно с нейропсихологами из МГУ им. М.В. Ломоносова проводится пионерская работа по разработке и внедрению в практическую деятельность инструкций (парадигм) для выявления сознательной деятельности у пациентов с ХНС с помощью фМРТ и ЭЭГ. По результатам анализа зарубежной литературы, посвященной регистрации признаков сознательной деятельности, нами был выбран подход мультимодальной стимуляции, то есть применение стимулов, воздействующих на каждую из сенсорных систем. Следующим этапом был отбор необходимых парадигм, опираясь на основы нейропсихологии. Инструкции одной модальности (слуховой, зрительной, соматосенсорной) были построены по иерархическому типу (то есть от простого к сложному) с возможно-

стью оценки эмоционального компонента. Стоит отметить, что для регистрации сознательной деятельности активация первичных зон является недостаточной и в данном случае необходимо появление активности ассоциативных зон. Также, существенным является факт применения валидированных парадигм, то есть тех, которые продемонстрировали свою действенность на русскоязычной популяции. Первым практическим этапом исследования стало тестирование парадигм на здоровых испытуемых. Полученные результаты позволили уменьшить список предъявляемых инструкций за счет исключения парадигм с низким ответом. В настоящее время начат второй (основной) этап исследования: регистрация признаков сознательной деятельности у пациентов с ХНС.

Поиск и диагностика феномена «скрытого сознания» у пациентов с ХНС является критически важным, так как обладает прогностической ценностью и, соответственно, позволяет определить объем необходимого реабилитационного лечения в рамках оказания персонализированной медицинской помощи и дальнейшую судьбу пациента. На основе выявленной конкретной инструкции, которой может следовать пациент по результатам инструментальных данных, возможно построение коммуникации с использованием нейрокомпьютерного интерфейса (BCI). Для пациентов с нарушениями сознания наличие контакта с внешним миром является критически определяющим, так как оно позволяет повысить качество жизни, улучшить реабилитационный прогноз.

#### *Список литературы*

1. Jennett B., Plum F. Persistent vegetative state after brain damage. A syndrome in search of a name. *Lancet*. 1972. 1. 734-7. DOI: 10.1016/s0140-6736(72)90242-5.
2. Coleman D., Shewmon, D., Giacino J. The minimally conscious state: Definition and diagnostic criteria. *Neurology*. 2002.58. 506-507. DOI:10.1212/WNL.58.3.506.
3. Laureys S., Celesia G., Cohadon F. et al. Unresponsive wakefulness syndrome: A new name for the vegetative state or apallic syndrome. *BMC medicine*. 2010. 8. 68. DOI:10.1186/1741-7015-8-68.
4. Giacino J., Katz D., Schiff N. et al. Practice Guideline Update Recommendations Summary: Disorders of Consciousness 2018 *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. DOI: 10.1212/WNL.0000000000005926.
5. The PVS. Medical aspects of the persistent vegetative state. *N. Engl. J. Med*. 1994. 330. 1499-1508. DOI: 10.1056/NEJM199405263302107.
6. Кондратьева Е.А., Вознюк И.А. Руководство по неврологическому осмотру пациента с длительным нарушением сознания. СПб: Фолиант; 2019.
7. Giacino J., Kalmar K., Whyte J. The JFK Coma Recovery Scale-Revised: Measurement characteristics and diagnostic utility. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005. 85. 2020-9. DOI:10.1016/j.apmr.2004.02.033.

8. Iazeva E., Legostaeva L., Zimin A. et al. A Russian validation study of the Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R). *Brain Injury*. 2018. 33. 1-8. DOI:10.1080/02699052.2018.1539248.
9. Gill-Thwaites H., Munday R. The Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Technique (SMART): A Comprehensive and Integrated Assessment and Treatment Protocol for the Vegetative State and Minimally Responsive Patient. *Neuropsychological Rehabilitation*. 1999. 9. 305-320. DOI:10.1080/096020199389392.
10. Boly M. L.S. Functional ‘unlocking’: bedside detection of covert awareness after severe brain damage // *Brain*. 2018. T. 141(5), № May. C. 1239–1241. DOI: 10.1093/brain/awy080.
11. Schiff N.D. Cognitive Motor Dissociation. Following Severe Brain Injuries. 2015. C. 1–3. DOI: 10.1001/jamaneurol.2015.2899.
12. Rosenthal E.S. et al. Early detection of consciousness in patients with acute severe traumatic brain injury // *Brain*. 2017. T. 140, № 9. C. 2399–2414. DOI: 10.1093/brain/awx176.
13. Curley W.H. et al. Characterization of EEG signals revealing covert cognition in the injured brain. 2018. № March. C. 1–18. DOI: 10.1093/brain/awy070.
14. Owen AM, Coleman MR, Menon DK et al. Residual auditory function in persistent vegetative state: a combined PET and fMRI study. *Neuropsychol Rehabil*. 2005 Jul-Sep DOI: 10.1080/09602010443000579.
15. Fernández-Espejo D, Junqué C, Vendrell P et al. Cerebral response to speech in vegetative and minimally conscious states after traumatic brain injury. *Brain Inj*. 2008 Oct;22(11):882-90 DOI 10.1080/02699050802403573.
16. Fernández-Espejo D, Owen AM. Detecting awareness after severe brain injury. *Nat Rev Neurosci*. 2013 Nov;14(11):801-9. DOI: 10.1038/nrn3608.
17. Gibson RM, Fernández-Espejo D, Gonzalez-Lara LE et al. Multiple tasks and neuroimaging modalities increase the likelihood of detecting covert awareness in patients with disorders of consciousness. *Front Hum Neurosci*. 2014 Nov 26;8:95 DOI: 10.3389/fnhum.2014.00950.
18. Белкин В.А., Поздняков Д.Г., Белкин А.А. Диагностика феномена когнитивно-моторного разобщения у пациентов с хроническими нарушениями сознания. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019;11: 46-51. DOI 10.14412/2074-2711-2019-3S-46-51.
19. Estraneo A., Loreto V., Guarino I., et al. Standard EEG in diagnostic process of prolonged disorders of consciousness. *Clinical Neurophysiology*, 2016. 127. DOI 10.1016/j.clinph.2016.03.021.
20. M.M. Monti, A.Vanhoudenhuysse, M.Sc., M.R. Coleman et al. Willful Modulation of Brain Activity in Disorders of Consciousness February 18, 2010 *N Engl J Med* 2010; 362:579-589 DOI: 10.1056/NEJMoa0905370.
21. Goldfine AM, Victor JD, Conte MM et al. Determination of awareness in patients with severe brain injury using EEG power spectral analysis. *Clin Neurophysiol*. 2011 Nov;122(11):2157-68. doi: 10.1016/j.clinph.2011.03.022.
22. Okumura Y., Asano Y., Takenaka S. Et al. Brain activation by music in patients in a vegetative or minimally conscious state following diffuse brain injury. 2014 *Brain injury: [BI]*. 28. DOI 10.3109/02699052.2014.888477.

## **Effect of mutant synaptic nmda receptors on the functioning of hippocampus neural networks<sup>1</sup>**

*S.V. Aksenova, A.S. Batova, A.N. Bugay, E.B. Dushanov*  
*Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*  
*anna-sergeevna00@yandex.ru*

Ключевые слова: *neural network, molecular dynamics, gene mutations, hippocampus.*

Heavy charged particles act on the structures of the central nervous system entails the development of a number of disorders, ranging from intracellular and structural changes to the development of cognitive and behavioral pathologies [Grigoriev A.I. et al. 2017]. It was found the decreasing of cognitive functions in the irradiated with heavy iron ions animals is caused not only by the death of neurons, but also by a violation of synaptic transmission mechanisms, especially in the hippocampus [Zhou Q., Sheng M. 2013]. In this regard, the development of mathematical models that allow us to trace the relationship of various radiation-induced effects on molecular and cellular levels with impaired cognitive functions seems to be an important tool for explaining and predicting radiobiological effects.

The aim of this study is to develop methods for analyzing the effect of radiation-induced mutations on the functioning of the brain.

Ionotropic dimeric (GluN1/GluN2A, GluN1/GluN2B) and trimeric (GluN1/GluN2A/GluN2B) NMDA glutamate receptors, which play a key role in the regulation of synaptic plasticity, learning, and the formation of various types of memory, were chosen as the object of study. The activation process of the full atomic structure of NMDA receptors was simulated by the molecular dynamics method on the basis of the NAMD package. The construction of a hippocampal neural network model for the CA3 region using the obtained data on the synaptic receptor structure analysis was performed in NEURON. Also, in this construction the study of the effect of mutations encoding the protein subunits of the NMDA receptor on the generation of theta and gamma rhythms by the neural network is also used. The effect of a particular type of mutation was evaluated using Fourier analysis of simulated electroencephalography signals.

The study considers the mechanism of cognitive impairment associated with the occurrence and accumulation of mutations in genes encoding synaptic receptor proteins after irradiation. It can be assumed that radiation changes in the genetic structures of nerve cells can lead to the synthesis of mutant proteins and

---

<sup>1</sup> This work supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant 17-29-01007).

altered receptor function and ultimately lead to impaired integrative integrity and impaired brain function. The critical types of point and structural mutations in the GRIN2 gene, which caused a change in the ionic conductivity of the receptor channel, were examined. All investigated mutations led to the suppression of gamma oscillations. Point mutations caused either a slight increase in the frequency of the theta rhythm (p. Arg540His) or a change in the spectrum of vibrations (p. Asn615Leu, p. Val618Gly). In the case of deletions, on the contrary, a decrease in the spectral power of the theta rhythm was approximately halved (p. Phe671\_Gln672del).

This approach allows one to quantitatively take into account the neuroradiobiological effects of radiation of various quality. The results obtained indicate that it is precisely the complex damage to the genetic apparatus that occurs when heavy charged particles act to the greatest extent affect the state of synaptic receptors and affect the functioning of neural networks.

#### *References*

1. Grigoriev A.I., Krasavin E.A., Ostrovsky M.A. 2017. On the radiation barrier in manned interplanetary flights. Bulletin of the Russian Academy of Sciences 87, 65-69. (In Russ.)
2. Zhou Q., Sheng M. 2013. NMDA receptors in nervous system diseases. Neuropharmacology 74, 69-75.

### **Структурные типы элементарных дискурсивных единиц в монологической и диалогической устной речи<sup>1</sup>**

*Н.А. Коротаев, Е.А. Неворова*   
РГГУ, Москва, Россия  
*neverovaliza@yandex.ru*

*Ключевые слова: устная речь, сегментация речевого потока, синтаксис и просодия, контролируемое сопоставление, диалог и монолог.*

Естественная речь порождается не в виде непрерывного потока, а как последовательность квантов, или толчков. Мы называем такие кванты *элементарными дискурсивными единицами* (ЭДЕ) и вслед за Kibrik 2011 полагаем, что сегментация речи на ЭДЕ отражает базовые свойства нейрофизиологических и когнитивных процессов, задействованных при реализации целенаправленного поведения. В живой речи ЭДЕ выделяются на основа-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-012-00626.

нии просодических критериев: паузации, скоростного и громкостного паттернов, наличия единого интонационного контура с одним или (реже) несколькими акцентными центрами, см. Кибрик, Подлеская (ред.) 2009: 55–61. Обычно это экспертная процедура, однако даже «наивные» носители, не опирающиеся на формально прописанные процедуры, в целом выполняют сегментацию весьма схожим образом – причем даже в тех случаях, когда не имеют доступа к лексическому содержанию (см., в частности, эксперименты, описанные в Lacheret et al. 2007).

Ниже приведен транскрипт фрагмента устного текста. Каждая строка транскрипта соответствует одной ЭДЕ, в правом столбце указан структурный тип ЭДЕ в соответствии с классификацией, предложенной в Подлеская 2011.

(1) Pears22N

N-vE057	А /товарищ наверху,	subclausal (topic)
N-vE058	он продолжает собирать /груши,	clausal
N-vE059	и ничего не \видит.	clausal
N-vN018	(ц 0.44)	
N-vE060	\Вот.	regulatory
N-vE061	В общем очень \смешное такое у него /лицо,	clausal
N-vE062	(Вот у \этого-о    \фёрмера.)	subclausal (echoic)
N-vE063	он такой ==	truncated

ЭДЕ N-vE058, N-vE059 и N-vE061 совпадают по объему с *простыми клаузами*, т.е. синтаксическими группами, организованными вокруг предиката-вершины и его зависимых: актантов и сирконстантов (в N-vE061 предикат выражен нулевой глагольной связкой). Известно (см., например, Chafe 1994: 53–70), что в целом это наиболее типичный синтаксический формат ЭДЕ; однако имеются и разнообразные отклонения от этого эталона. Так, в строках N-vE057 и N-vE062 представлены *субклаузные* ЭДЕ: они не составляют клаузы, но сопутствуют некоторой базовой, клаузной ЭДЕ, расширяя и / или используя ее синтаксическую структуру. В строке N-vE060 реализована *регуляторная* ЭДЕ: она лишена пропозиционального содержания, но выполняет важную функцию структурирования речевого потока. Строка N-vE063 – это *оборванная* (неполная) ЭДЕ, не договоренная в связи с дальнейшим самоисправлением говорящей. Еще одним важным типом ЭДЕ, не встречающимся в примере (1), являются *паклаузные* ЭДЕ. Они не имеют типичной для клаузной составляю-

шей структуры. Сюда относятся различные этикетные формулы, обращения и последовательности слов, которые в конситуации наделяются иллюкативной функцией.

Главный вопрос нашего исследования – как на распределение структурных типов ЭДЕ влияет коммуникативный режим: монологический vs. диалогический. Для ответа на этот вопрос мы проанализировали относительную частотность типов ЭДЕ в мультиканальном корпусе «Рассказы и разговоры о грушах» (RUPEX; <https://multidiscourse.ru/>). Корпус состоит из записей, в каждой из которых задействовано три основных участника; двое из них (т. н. Рассказчик и Пересказчик) на протяжении записи попеременно реализуют монологический рассказ и осуществляют разговор с третьим участником (Комментатором); подробнее см. Кибрик 2018. Таким образом, анализ речи Рассказчиков и Пересказчиков позволяет выполнить *контролируемое сопоставление* коммуникативных режимов.

Были размечены ЭДЕ шести говорящих: Рассказчиков и Пересказчиков в трех записях; суммарно эти участники реализовали 2201 ЭДЕ, 91 % которых были отнесены к одному из перечисленных выше пяти типов. Графики распределения ЭДЕ по типам в монологе и разговоре представлены на рис. 1.

Полученные данные позволяют сделать следующие предварительные выводы.

1) Генеральная тенденция состоит в том, что в разговоре по сравнению с монологом: (а) резко возрастает доля параклаузальных ЭДЕ (с 1 до 29 %); (б) напротив, практически исчезают регуляторные ЭДЕ (с 14 до 2 %); (в) существенно понижается доля клаузальных ЭДЕ (с 64 до 48 %); (г) незначительно повышается доля незавершенных ЭДЕ (с 4 до 10 %). Итоговые различия в распределениях статистически значимы ( $\chi^2$ ;  $p < 0.001$ ) как для суммарных значений, так и для каждого из шести говорящих. Тенденции (а) и (в) в целом соответствует представлению о диалоге как о более интерактивной форме речевого взаимодействия. Отдельного внимания заслуживает тенденция (б): практически полное исчезновение регуляторных ЭДЕ в разговоре представляется нетривиальным фактом, нуждающимся в дополнительном обсуждении.

2) Отмеченные выше тенденции (а) и (б) практически в равной степени проявляются у всех говорящих, тогда как степень проявления тенденций (в) и (г) существенно варьирует. Кроме того, на рис. 1 заметны индивидуальные перепады в распределениях типов ЭДЕ внутри одного коммуникативного режима: в монологе они локализованы в доле регуляторных ЭДЕ (разброс от 2 до 27 %), в разговоре — в доле параклаузальных ЭДЕ (разброс от 16 до 54 %).

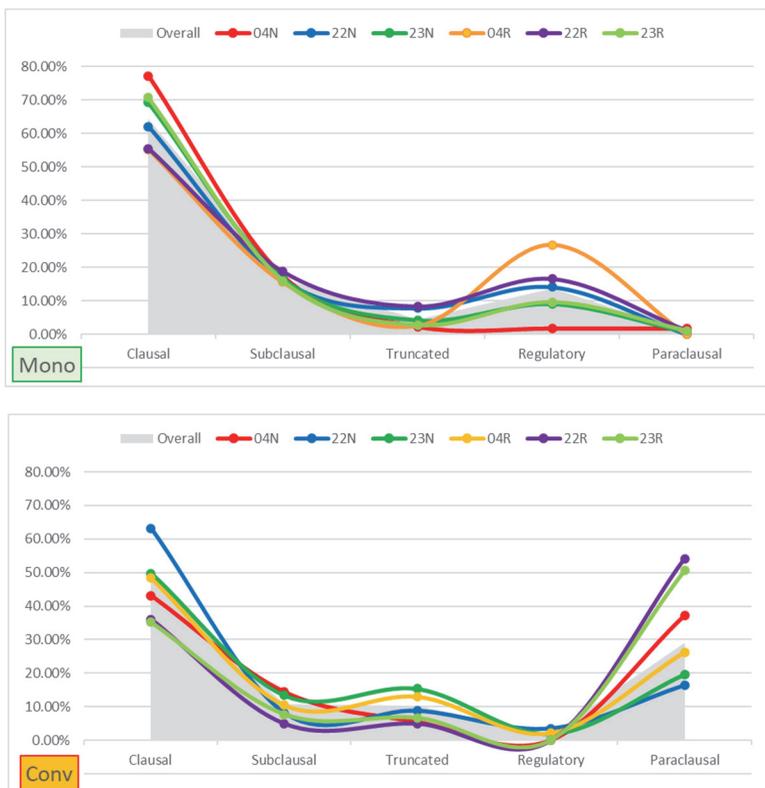


Рис. 1. Распределения ЭДЕ по структурным типам в монологе (вверху) и разговоре (внизу). Цветные линии представляют отдельных говорящих, закрашенные области — суммарные значения

Таким образом, характер распределения ЭДЕ по структурным типам может быть использован и как составляющая речевого портрета конкретного говорящего, и как признак, позволяющий дифференцировать типы устных текстов (ср. анализ в Degand, Simon 2009).

#### Список литературы

1. Kibrik, A. A. 2011. Cognitive discourse analysis: local discourse structure. In: M. Grygiel and L. A. Janda (eds.), *Slavic Linguistics in a Cognitive Framework*. Frankfurt am Main: Peter Lang Publishing, 273–304.
2. Кибрик А. А., Подлесская В. И. (ред.) 2009. Рассказы о сновидениях: Корпусное исследование устного русского дискурса. М.: ЯСК.

3. Lacheret, A., Mettouchi, A., Silber-Varod, V., Izre'El, S. 2007. Only Prosody? Perception of speech segmentation in Kabyle and Hebrew. *Interfaces discourse prosodie*. Genève, Switzerland, 207–218.

4. Подлеская В. И. 2011. К типологии структурных единиц в спонтанной устной речи // Международная конференция, посвященная 50-летию Петербургской типологической школы. СПб: Нестор-История, 146–150.

5. Chafe, W. 1994. *Discourse, consciousness, and time*. Chicago: University of Chicago Press.

6. Кибрик А. А. 2018. Русский мультимедийный дискурс. Часть II. Разработка корпуса и направления исследований // *Психологический журнал* 39(2), 79–90.

7. Degand, L., Simon, A. C. 2009. On identifying basic discourse units in speech: theoretical and empirical issues. *Discours* [Online], 4. URL: <https://journals.openedition.org/discours/5852>.

## **Когнитивное моделирование концептуальной области «социокультурные угрозы»<sup>1</sup>**

*В.И. Заботкина<sup>1</sup>, Е.М. Позднякова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Российский государственный гуманитарный университет,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Московский государственный институт международных отношений  
(университет),*

*<sup>2</sup>Российский государственный гуманитарный университет,  
Москва, Россия  
zabotkina@rggu.ru*

Ключевые слова: *моделирование, когнитивная категория, социокультурные угрозы, тезаурус, организация знания.*

Принципы когнитивной категоризации, разработанные в когнитивной психологии и когнитивной лингвистике последних трех десятилетий, в настоящее время не утратили значимости. Несомненная заслуга ученых, исследовавших категоризацию и концептуализацию как ментальные и языковые процессы, состоит в выработке методологии когнитивного моделирования как отдельных концептов, так и концептуальных областей. В настоящее время все более актуальной становится задача когнитивного моделирования именно больших концептуальных областей. В докладе представлено описание процесса когнитивного моделирования концептуальной

---

<sup>1</sup> Публикация данной статьи осуществлена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 17-78-30029.

области «социокультурные угрозы» и построения соответствующей когнитивной категории. Новизна данного исследования состоит в использовании интегрированной методологии для процесса когнитивного моделирования.

Основой для построения модели категории стали тексты, включенные в THREATCorpus (<http://www.threatcorpus.org>). Данный инструмент представляет собой корпус репрезентативных текстов, манифестирующих социокультурные угрозы в русскоязычном пространстве за период XIX – XXI вв. объемом 10,5 млн. словоупотреблений. В рамках корпуса были собраны и исследованы следующие типы дискурсов: 1) художественная литература, 2) история и историография, 3) новостные тексты СМИ. В итоге проведенный анализ на основе корпуса позволил, с одной стороны, определить ключевые концепты концептуальной области «социокультурные угрозы» и разработать макрофрейм, а с другой – структурировать первоначальную тематическую подборку текстов корпуса в соответствии с выявленными слотами макрофрейма. (Pozdnyakova and Zabotkina 2019: 174).

На втором этапе исследования был разработан тезаурус, в основу которого был положен макрофрейм и фрагменты текстов, репрезентирующих концепты концептуальной области «социокультурные угрозы». Была осуществлена иерархическая организация концептов, выражающих различные аспекты социокультурных угроз, в виде дерева (более 250 концептов).

С помощью тезауруса были также решены следующие задачи по организации и управлению знаниями относительно такой обширной области, как социокультурные угрозы: 1) создание точки входа в информационный массив на основе концептуального дерева, 2) обеспечения навигации по документам в дополнение к традиционным навигационным инструментам, 3) поддержки эвристических стратегий поиска по корпусу. Концепты дерева связаны с фрагментами текстов, а тезаурус в связке с корпусом текстов является когнитивным инструментом для экспертной работы с предметной областью социокультурных угроз.

Системная работа с корпусом текстов позволила создать две модели репрезентации знаний о социокультурных угрозах: макрофрейм и тезаурус. Первая модель позволяет увидеть основные концептуальные области, соотносимые со знанием об исследуемом социально-историческом явлении. Вторая модель – тезаурус – представляет иерархию концептов различной степени абстракции.

Методика многоаспектного подхода к репрезентации знаний позволила перейти к моделированию когнитивной категории «социокультурные угрозы».

На *суперординатном уровне* сложность и многоаспектность концептуальной области «социокультурные угрозы» ведет к дальнейшему ее делению, которое приводит к констатации существования столь же объемных

концептуальных областей, представляющих три основные составляющие социокультуры: общество, индивид, культура. Таким образом, «угрозы обществу», «угрозы индивиду» и «угрозы культуре» формируют основные направления анализа концептуальной области «социокультурные угрозы». Однако и на таком уровне субкатегоризации степень абстрагирования продолжает оставаться высокой, поэтому, например, «угроза институтам» как субкатегория категории суперординатного уровня «угроза обществу» не дает той степени конкретизации концептуальных признаков, которая может осознаваться говорящими как признаки базового уровня. Суперординатный уровень в разработанной модели представлен высшим уровнем абстракции – «социокультурные угрозы» и двумя подуровнями.

*Базовый и субординатный уровни* когнитивной категории «социокультурные угрозы» также имеют особенности, характерные для категоризации большой концептуальной области. В ходе анализа текстов из трех типов дискурса в корпусе и соотнесения их с концептами каждого уровня тезауруса эксперты связывали выделенные фрагменты текстов как с базовым уровнем, так и с субординатным. Это свидетельствует о том, что базовый уровень категории и соответствующий уровень тезауруса включают те концептуальные признаки, которые позволяют экспертам осознавать их как конкретные, вычленимые и осознаваемые в текстах, либо достаточно четко связанные с когнитивными контекстами текстов. При этом слова-репрезентанты концептов субординатного уровня, как правило, включают слова – репрезентанты концепта базового уровня. Покажем это на примере концепта «образование»: «угрозы обществу» – «угрозы институтам» (суперординатный уровень) – «угрозы институту *образования*» (базовый уровень) – целый ряд конкретных угроз («снижение уровня среднего *образования*», «коммерциализация *образования*» и т.д.) на субординатном уровне. В итоге когнитивная категория «социокультурные угрозы» представляет модель ментальной организации концептов, соотнесенной со знанием и опытом носителей русского языка.

Использование таких инструментов в сфере когнитивных технологий, как специально разработанный корпус текстов и тезаурус открывают новые пути к осуществлению процесса когнитивной категоризации для больших концептуальных областей. С позиции развития методологии когнитивных наук можно говорить о создании методики многоаспектного подхода к репрезентации знаний, включающей фреймовый, тезаурусный, корпусный анализ определенной области знания. Подобный подход способствует созданию репрезентативной модели когнитивной категории «социокультурные угрозы», которая является ментально-языковой репрезентацией исследуемой концептуальной области. Разработанная методика вносит вклад в такую сферу когнитивных исследований, как репрезентация и организация знания.

### Список литературы

1. THREATCorpus: предметно-ориентированный навигатор [Электронный ресурс]. URL: <http://www.threatcorpus.org> (дата обращения 28.04.2020).

2. Pozdnyakova Elena, Zobotkina Vera. 2019. Cognitive criteria for text entry arrangement in Russian-language THREATCorpus // SGEM 2019 Conference proceedings. V. 6. Issue 2.1. 2019. STEF92 Technology Ltd., 171-176.

## **Когнитивно-дискурсивные практики в игровой AR среде: через междисциплинарные ресурсы к искусственному интеллекту<sup>1</sup>**

*М.Р. Желтухина<sup>1</sup>, О.А. Шабалина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Волгоградский государственный социально-педагогический университет,  
Волгоград, Россия, Московский городской университет, Москва, Россия  
zzmr@mail.ru*

*<sup>2</sup>Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Россия  
o.a.shabalina@gmail.com*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, междисциплинарные ресурсы, игровая AR среда, когнитивно-дискурсивные практики.*

Актуальность темы обусловлена потребностью в системном осмыслении подходов к когнитивно-дискурсивным исследованиям коммуникативных практик и недостаточной изученностью возможностей включения исследовательской деятельности в междисциплинарный прикладной контекст. В условиях глобализации, тотальной информатизации коммуникативного пространства, концептуальной трансформации, нейросетевой интерпретации в современном мире особую актуальность приобретает проблема разработки и применения междисциплинарных ресурсов в когнитивно-дискурсивной парадигме с целью активизации искусственного интеллекта. В данной работе на примере культурно-исторического дискурса рассмотрим возможность использования междисциплинарных ресурсов в процессе его исследования (игровое AR приложения для когнитивно-дискурсивного изучения архитектурного наследия конца 19 века города Царицына). Одной из основных интенций культурно-исторического дискурса

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-413-342007 / «The reported study was funded by RFBR and the government of Volgograd region according to the research project № 18-413-342007.

выступает сохранение культурно-исторического наследия как средства национальной самоидентификации, эффективного образовательного и воспитательного ресурса (Шабалина, Желтухина, Тимофеев 2019). Вовлечение молодежи в процесс исследования культурно-исторического дискурса разных регионов может способствовать повышению интереса у представителей молодого поколения к культуре и истории регионов своей страны, расширению их знаний об объектах местного культурно-исторического наследия, патриотическому и нравственному воспитанию. Разработка новых междисциплинарных ресурсов для исследования культурно-исторического дискурса региона может не только служить инструментом популяризации культурно-исторического интеллектуального потенциала региона и патриотического воспитания, но и внести свой вклад в формирование имиджа региона и, тем самым, способствовать повышению к нему интереса со стороны не только местного населения, но и жителей других российских городов и зарубежных стран. В последние годы в связи с развитием информационных технологий все большую актуальность приобретают игровые и интерактивные формы представления концептуального культурного потенциала. Таким образом, житель региона или турист может стать непосредственным участником данного процесса, увидеть события и явления изнутри, приобрести новый опыт, ощутить сопричастность. Учитывая увлечения современной молодежи онлайн-играми и цифровыми технологиями, логично предположить, что электронные игровые образовательные ресурсы могут являться действенным инструментом приобщения молодежи к междисциплинарному исследованию культурно-исторического наследия в рамках культурно-исторического дискурса. Геймификация понимается как использование игр в неигровых целях, или использование игровых элементов и игровых механик в неигровом контексте (Werbach 2014). Особое место среди игровых образовательных ресурсов занимает технология дополненной реальности (Augmented Reality, AR). AR позволяет создавать эффект присутствия, отображает связь между реальным и виртуальным миром, что психологически привлекает человека и активизирует его внимание и восприимчивость к информационной составляющей (Tezer et al. 2019; Желтухина, Малыгина 2019). Возможность управлять объектами AR, перемещать их, поворачивать, изменять масштаб, рассматривать с разных сторон позволяет развивать пространственное мышление, способствует более полному и глубокому восприятию изучаемого предмета и активизации его восприятия (Shabalina et al. 2019). Здесь огромный потенциал имеет культурно-исторический дискурс Волгоградского региона благодаря ряду факторов: богатой истории, удачному расположению на Волге, прекрасной природе и полиэтничности.

Методологическую основу исследования составляют важнейшие положения, относящиеся к диалектическому пониманию культурно-исторического процесса, сочетание принципов историзма и объективности, опора на всю совокупность общественного знания. Для рассмотрения структуры и характеристик контента культурно-исторического наследия на примере Волгоградской области необходим концептуальный анализ контента культурно-исторического наследия Волгоградской области в специальной литературе и массмедиа; для диагностирования, описания и классификации социокультурных особенностей контента культурно-исторического наследия Волгоградской области в цифровой среде предлагается опрос информантов и применение метода дифференциального анализа, а также элементов дискурсивного и интерпретационного анализа. Для описания образовательных ресурсов и построения исследовательских сценариев использована теория пространств знаний (Knowledge Space Theory, KST). Представление образовательного ресурса пространством позволяет отразить системные свойства целостности и делимости знаний, что обеспечивает возможность изменять содержание образовательных ресурсов без потери их логической связности и разрабатывать, таким образом, гибкие и модифицируемые образовательные ресурсы. Для интеграции моделей описания образовательных ресурсов и исследовательского сценария в обучающую компьютерную среду используется принцип «quiroquo», основанный на сопоставлении каждого элемента моделей обучения их эквивалентной интерпретации в игровом контексте, что обеспечивает баланс игровой и образовательной компоненты и гарантированное достижение образовательной цели через достижение игровой цели. Задачи описания исследовательских образовательных ресурсов для изучения культурно-исторического наследия Волгоградской области, разработки сценария его исследования и контента дополненной реальности в игровом контексте планируется реализовать в процессе анализа российских и зарубежных научных разработок в когнитивно-дискурсивной парадигме, педагогических концепций геймификации и онлайн-обучения, применения сценарного метода проектов и контент-анализа. Для разработки игровой AR среды предлагается технология динамических QR-кодов.

#### *Список литературы*

1. Желтухина М.Р., Малыгина Л.Е. 2019. Принципы игровых AR-технологий: геймификация и телевизионный промодискурс // Когнитивные исследования языка. Вып. XXXVI. Понимание. Интерпретация. Когнитивное моделирование. М.-Тамбов: изд. дом «Державинский», 371–378.
2. Шабалина О.А., Желтухина М.Р., Тимофеев Г.А. 2019. Методологические основы концепции исследования культурно-исторического наследия региона в игровой AR среде // Известия Волгоградского гос. педагогического университета. 7 (140), 114–119.

3. Shabalina O., Timofeev G., Davtian A., Zheltukhina M., Moffat D. 2019. Investigating Regional Heritage Through the Development and Playing of AR Games. In: Proceedings of the European Conference on Games-based Learning 1, 631–638. <http://doi.org/10.34190/GBL.19.030> ISSN: 2049-0992.

4. Tezer M., Yildiz E.P., Masalimova A.R., Fatkhutdinova A.M., Zheltukhina M.R., Khairullina E.R. 2019. Trends of Augmented Reality Applications and Research throughout the World: Meta-Analysis of Theses, Articles and Papers between 2001-2019 Years. In: International Journal of Emerging Technologies in Learning 14(22), 154–174. <http://doi.org/10.3991/ijet.v14i22.11768> ISSN 1863-0383.

5. Werbach K. 2014. Gamification defined. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=e79Iw6Q8pTY> (дата обращения: 25.11.2018).

## Colour Matching Task: Replicability and reliability in primary school children in Moscow<sup>1</sup>

A.K. Liashenko<sup>1</sup>, M. Arsalidou<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*NRU HSE, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*York University, Toronto, Canada*

*akliashenko@gmail.com*

Key words: *mental-attentional capacity, cognitive development, primary school children, parametric measures.*

**Background.** A fundamental goal of developmental psychology is to predict and explain changes as a function of age. Researchers recognize that it is essential to use tasks that are able to assess changes throughout development (Paes et al. 2019). Tasks that provide several levels of difficulty without introducing complex rules lend themselves for use with samples of variable cognitive abilities, which are often observed across childhood and adolescence (Arsalidou & Im-Bolter 2017). One theory that provides a causal model of cognitive development, the Theory of Constructive Operators (TCO; Pascual-Leone 1970), introduces the concept of mental-attention as a core operator enabling individuals to process and manipulate objects in mind simultaneously. The TCO quantifies increases of mental-attentional capacity by proposing that this capacity improves by one semantic unit every other years starting from the age of 3, reaching about 7 units in adolescents of 15-16 years (Pascual-Leone 1970; Pascual-Leone & Johnson 2011).

The Colour Matching Task is one of the measures used to evaluate mental-attentional capacity in children and adults (Arsalidou et al. 2010; Powell et al.

---

<sup>1</sup> Funding is gratefully acknowledged from the Russian Science Foundation (#17-18-01047).

2014; Arsalidou & Im-Bolter 2017). No study to date has evaluated mental-attentional capacity using the CMT in Russian speaking children. In the current work we consider children aged 7 to 12 from Moscow primary schools.

The goal of the current study was to validate the CMT with a Russian sample and investigate whether we can decrease administration time by comparing the first (run 1) and second (run 2) portion of the task.

Hypothesis: We expect (a) mental-attentional capacity (M-) scores across age groups obtained in Russian children to follow theoretical predictions and be comparable to empirical data from past studies; b) accuracy scores to be different among levels of difficulty, and c) accuracy scores to be equivalent between run 1 and run 2.

**Methods.** We report data from 360 children from Moscow schools (Table 1). After parents signed an informed consent, children completed the Color Matching Task (CMT; Arsalidou et al. 2010) in groups of 5 children in quiet classrooms at their school.

Table 1

**Mean age and number of children participated in the study**

	N	Female	Male	Age
Grade 2	153	74	79	8.72 ± .38
Grade 3	135	60	75	9.72 ± .49
Grade 4	72	36	36	10.74 ± .36

The CMT task consists from two parts – CMT-Balloons (a facilitative version with low interference) and CMT-Clown (a misleading version with high interference) and each is presented in two 7 minute portions. Children are asked to look at pictures and indicate whether the relevant colors on the image are the same or different compared to the previous one. Each image is presented for 3 seconds during which the children can respond by pressing a button. All tasks have the same objective, however, complexity varies as a function of figure (i.e., balloons and a clown) and as a function of the number of relevant colors to be remembered.

Each part on the task consists of four blocks with six levels of difficulty. In each block, there are 7 trials (8 stimuli) per difficulty level resulting in 168 trials in one part of the task (Balloons or Clown). A short training was used to ensure that children understood the rules.

**Results.** Mental-attentional capacity scores, calculated as the number of successfully passed levels plus 1 for CMT-Balloons and plus 2 for CMT-Clown, were comparable with the previous studies (Arsalidou et al. 2010; Powell et al. 2014).

Accuracy scores were averaged based on the first portion of each task (run 1) and based on the second portion of the task (run 2).

To investigate whether the runs were equivalent, each difficulty level within each grade was compared between run 1 and run 2 using equivalence test based on trimmed means (Yuen 1974) with equivalence bounds set to 0.5 and 1. For a stricter criterion of 0.5, we found that 50% of comparisons in CMT-Balloons and almost 39% in CMT-Clown were equivalent. The criterion of 1 revealed equivalence for all of the comparisons in CMT-Balloons, while in CMT-Clown the result was significant for all grades and difficulty levels except grade 4 (difficulty 3 and 4).

ANOVA was applied to see whether there were differences among grades and difficulty levels. The analysis showed significant result for both parameters.

**Discussion.** In the current work, we investigated reliability of the CMT. Results from Russian children support theoretical prediction and replicate empirical results from other countries (Arsalidou & Im-Bolter 2017). The CMT revealed inter-run equivalence, showing reliability and suggesting that a shorter assessment is possible. Significant differences among levels and grades further confirm its reliability and support the use of one run. Practically, shorter computerized parametric measures of mental-attentional capacity provide improved options for psychologists, educators, and clinicians in Russia for assessing cognitive abilities across development.

### *References*

1. Arsalidou M., Im-Bolter N. Why parametric measures are critical for understanding typical and atypical cognitive development // *Brain Imaging and Behavior*. – 2017. – T. 11. – №. 4. – C. 1214-1224.
2. Arsalidou M., Pascual-Leone J., Johnson J. Misleading cues improve developmental assessment of working memory capacity: the color matching tasks // *Cognitive Development*. – 2010. – T. 25. – №. 3. – C. 262-277.
3. Pascual-Leone J. A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages // *Acta psychologica*. – 1970. – T. 32. – C. 301-345.
4. Pascual-Leone J., Johnson J. A developmental theory of mental attention: Its application to measurement and task analysis // *Cognitive development and working memory*. – Psychology Press, 2010. – C. 27-60.
5. Paes T. M., Tsapali M., Ellefson M. R. Studying Cognitive Development in School-Aged Children // *The Encyclopedia of Child and Adolescent Development*. – 2019. – C. 1-12.
6. Powell T. L. et al. Letter and colour matching tasks: parametric measures of developmental working memory capacity // *Child Development Research*. – 2014. – T. 2014.
7. Yuen K. K. The two-sample trimmed t for unequal population variances // *Biometrika*. – 1974. – T. 61. – №. 1. – C. 165-170.

## **Причинность и средства ее выражения в нарративах информантов с разной степенью развития языковых навыков<sup>1</sup>**

*С.В. Краснощекова<sup>1,2</sup>, Е.В. Галкина<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup>*Институт лингвистических исследований РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup>*Институт физиологии РАН им. И. П. Павлова,  
Санкт-Петербург, Россия  
ndhito@mail.ru*

Ключевые слова: *освоение языка, освоение первого языка, освоение второго языка, причинность, причинно-следственные отношения.*

В работе исследуется применение различных средств выражения причинности в речи русскоязычных информантов в сравнении с теми, кто осваивает русский язык в качестве второго языка. Целью данного исследования было выяснить, насколько речевое окружение и степень развития языковых навыков влияют на формирование и использование тех или иных способов вербализации причинно-следственных отношений.

Сравнивались следующие группы информантов: (а) типично развивающиеся русскоязычные дети-монолингвы (МЛ, возраст 4–5 лет); (б) русскоязычные дети с ОНР (ОНР, возраст 4–5 лет); (в) русско-шведские и русско-нидерландские билингвы из двуязычных семей, постоянно проживающие в Швеции/Нидерландах (БЛ, возраст 6–8 лет); (г) русскоязычные взрослые монолингвы (РВ, возраст 20–25 лет); (д) взрослые студенты, осваивающие русский язык как иностранный в России (РКИ, возраст 20–25 лет). Количество участников в каждой группе составило 20 человек.

В качестве текстового материала были использованы связные нарративы, собранные у информантов при помощи инструмента MAIN (Мультиязычный инструмент анализа языковых навыков, (Gagarina et al. 2012)), предполагающего создание рассказа на основании серии картинок.

Причинность в широком смысле является экстралингвистическим понятием и может рассматриваться как физическая и/или логико-философская категория (Degand 2000). В связи с этим гипотеза нашего исследования заключалась в том, что использование языковых средств

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-012-00650 «Семантические категории в грамматическом строе русского языка».

выражения причинности обусловлено в первую очередь степенью когнитивного развития индивида, а не уровнем владения языком.

Языковые выражения причинности, обнаруженные в нарративах, были проанализированы с семантической и формально-грамматической позиций.

Семантический анализ заключался в оценке следующих параметров: (1) семантика ситуации – причины и ситуации – следствия (действие [внешнее] или состояние [внутреннее]) и тип отношения между ними (так, в высказывании *лисы прыгнула, и козленок испугался* причина *лиса прыгнула* является внешней, а следствие *козленок испугался* – внутренним состоянием, то есть отношение между причиной и следствием здесь обозначается как «внешнее – внутреннее», ВНЕШ–ВНУТ); (2) тип логической связи между причиной и следствием: последовательность во времени / логическая закономерность).

На основании семантического анализа выяснилось, что все информанты наиболее часто говорят о действиях персонажей, обусловленных состоянием [ВНУТ–ВНЕШ]. При этом дети независимо от уровня владения языком оперируют следствиями-действиями в большей степени, чем взрослые (70 % у МЛ и ОНР; 90 % БЛ; 60 % у РВ и РКИ): *Птицы сказали «пи-пи-пи», и мама полетела* [ВНЕШ–ВНЕШ] (МЛ, 4;11). Кроме того, все информанты, кроме РКИ, предпочитают объяснять внутреннее состояние персонажей внешними причинами: *А потом они радовались, что сойка помогла* [ВНЕШ – ВНУТ] (БЛ, 6;1); Взрослые инофоны же одинаково широко используют сочетания [ВНЕШ–ВНУТ] и [ВНУТ–ВНУТ]. Других значимых различий по этому параметру не обнаружено.

Что касается типа логической связи, то дети значительно реже взрослых прибегают к описанию общих закономерностей и обычно останавливаются на описании развития событий во времени: *Собака укусила кошку в хвост, потом кошка убежала* (БЛ, 5;9). Взрослые не испытывают затруднений при описании причинной ситуации, в которой события не происходят последовательно: *Их мама ничего не смогла сделать, потому что кот очень большой* (РКИ, 18).

При формально-грамматическом анализе оценивались следующие параметры: (1) средняя длина причинной цепочки (в высказываниях); (2) среднее количество причинных элементов на один текст; (3) разнообразие языковых средств выражения причинности, в том числе количество основных и периферийных способов: основными средствами выражения причинности в русском языке являются сложноподчиненные предложения с придаточным причины, бессоюзные сложные предложения, сложносочиненные предложения, а также именные синтаксемы с причинным значением; к периферийным средствам относятся именные синтаксемы,

придаточные предложения и конструкции, в которых семантика причинности совмещена с другими значениями (Всеволодова, Яценко 1988).

Первый параметр позволяет разделить монолингвов и немоналингвов. Если у МЛ, ОНР и РВ длина причинной цепочки составляет в среднем  $> 2$  (2,3; 2,2 и 2,6 соответственно), то у БЛ и РКИ она опускается  $< 2$  (1,6 и 1,7). Это разделение остается актуальным при анализе разнообразия языковых средств. Общее количество причинных элементов, однако, объединяет в группы БЛ и ОНР (около 3); МЛ и РКИ (около 5) и отдельно РВ ( $> 8$ ), то есть, вероятно, этот параметр наиболее строго коррелирует с уровнем владения языком.

Разнообразие языковых средств наиболее велико у типично развивающихся русских монолингвов независимо от возраста (12 у МЛ и 14 у РВ); дети с ОНР демонстрируют меньшее разнообразие (9), но большее, чем немоналингвы (6 у БЛ и 7 у РКИ). Основные средства, как и ожидалось, превалируют над периферийными у всех групп, причем число последних превышает 10 % только у РВ (26%). Только для взрослых характерны такие средства, как деепричастные обороты, придаточные с *пока* и *ведь*, конструкции с *благодаря*, а также свернутое выражение причинной семантики в определении: *Добрый ворон бросился на помощь беззащитному малышу* [так как ворон был добрым, а малыш беззащитным...] (РВ, 19). Дети же прибегают к бессоюзной связи, сочинительным конструкциям с *и*, придаточным с *потому что* и *когда*. Частотным средством во всех группах являются каузативные глаголы типа *опрокинуть*, *выталкивать*, *прогнать*.

Таким образом, логико-семантические характеристики причинных конструкций, усложняются с возрастом. Вероятно, только они связаны с уровнем когнитивного развития, в то время как уровень владения языком, или уровень развития индивидуальной языковой системы, влияет на языковые особенности причинных конструкций. Кроме того, речевое поведение билингвов может быть обусловлено недостаточной языковой практикой (Rakhilina, Vyrenkova 2014).

#### Список литературы

1. Gagarina N., Klop D., Kunnari S., Tantele K., Välimaa T., Balucinie I., Bohnacker U., Walters, J. 2012. MAIN: Multilingual Assessment Instrument for Narratives. ZAS Papers in Linguistics 56.
2. Degand L. 2000. Causal connectives or causal prepositions? Discursive constraints. Journal of pragmatics 32, 687–707.
3. Всеволодова М.В., Яценко Т.А. 1988. Причинно-следственные отношения в современном русском языке. М.: Изд-во МГУ.
4. Rakhilina E.V., Vyrenkova A.S. 2014. Language Interference in Heritage Russian: Constructional Violations. NRU HSE. Series WP BRP «Linguistics» 11.

## **Отставленные эффекты хронического неонатального введения аналога АВП(6-9) –Ac-D-MPRG на когнитивные процессы крыс разных возрастных групп**

*А.А. Стаханова<sup>1</sup>, О.Г. Воскресенская<sup>1</sup>, К.В. Бородина<sup>2</sup>, В.П. Голубович<sup>2</sup>,  
А.А. Каменский<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
кафедра физиологии человека и животных, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук  
Беларуси», лаборатория прикладной биохимии, Минск, Беларусь  
anna.stahanova@inbox.ru*

*Ключевые слова: обучение, степень депрессивности, регуляторные пептиды, синтетический аналог АВП.*

В настоящее время регуляторные пептиды являются наиболее интенсивно изучаемых классов биологически активных веществ. Интерес к эндогенным пептидным регуляторам вызван тем, что представители этой группы прямо или опосредованно воздействуют на физиологические процессы, а любое нарушение в деятельности пептидной регуляторной системы может привести к развитию целого ряда патологических реакций организма. Система регуляторных пептидов, наряду с прочими процессами, принимает активное участие в механизмах памяти. Среди пептидов, способных модифицировать процесс обучения, оказались гормоны и их фрагменты, такие, например, как аргинин-вазопрессин (АВП). Установлено, что некоторые фрагменты и искусственно синтезированные аналоги природных пептидов часто обладают более выраженным действием, чем прототипы. На основании конформационного анализа, проведенного профессором В.П.Голубовичем, в институте биоорганической химии НАН Беларуси был синтезирован тетрапептид Ac-D-Met-Pro-Arg-Gly-NH<sub>2</sub> (Ac-D-MPRG) [1, 2].

Опыты проводились на детенышах крыс. Крысят каждого выводка делили на две группы: контрольную – вводили растворитель (дистиллированную воду) и опытную – вводили раствор исследуемого пептида хронически с 3-го по 7-й дни жизни в дозах 1,0 и 10 мкг/кг. Использовали интраназальный способ введения. Крысята каждого выводка содержались в отдельной клетке вместе с матерью до достижения ими месячного возраста, после чего крысят отсаживали от матери. На 47-й день жизни самцов отсаживали от самок для того, чтобы в дальнейшем избежать спаривания животных, так как они достигали половозрелого возраста. Исследования проводили у животных трех возрастных групп: 1-я возрастная группа –

35-39 дней жизни (препубертатный период), 2-я возрастная группа – 49-53 дня (пубертатный период) и 3-я возрастная группа – 63-67 дней (половозрелые животные). Уровень депрессивности животных исследовали в тесте «принудительное плавание», а для выработки реакции с отрицательным подкреплением использовали тест «условная реакция активного избегания» (УРАИ) [3].

В 1-ой возрастной группе. антидепрессантное действие тетрапептида при его неонатальном введении в дозе 1,0 и 10 мкг/кг проявлялось у животных данной группы в увеличении длительность активного плавания и времени пассивного плавания, а также в снижении количества актов иммобилизации. Введение обеих доз препарата приводило к более позднему наступлению и снижению времени иммобилизации животных обоих полов [4]. При выработке УРАИ у животных, получавших тетрапептид в дозе 1 мкг/кг, количество выполненных реакций (ВР) достоверно выше, чем в контрольной группе, начиная с 1-го дня у самок и с 4-го дня у самцов, а у животных, получавших тетрапептид в дозе 10 мкг/кг, начиная с 2-го дня у самцов и 3-го дня у самок обучения. Выработанный навык сохраняется у животных, получавших препарат в обеих дозах

У животных 2-й возрастной группы, антидепрессантные свойства тетрапептида у животных, получавших препарат в дозе 1,0 мкг/кг, проявлялись в увеличении длительности первого периода активного плавания и времени пассивного плавания, а также в уменьшении количества актов иммобилизации. У животных, получавших пептид в дозе 10 мкг/кг, наблюдалось увеличение длительности активного плавания и более позднее наступление времени иммобилизации, но только у самок. При выработке УРАИ у животных, получавших тетрапептид в дозе 1 мкг/кг, количество ВР достоверно выше, чем в контрольной группе, начиная с 3-го дня, а у животных, получавших тетрапептид в дозе 10 мкг/кг, начиная с 4-го дня обучения у самок и с 1-го у самцов.

У животных 3-й возрастной группы антидепрессантное действие тетрапептида при его неонатальном введении в обеих дозах выражалось в увеличении времени пассивного плавания (особенно выражено у самцов). Иммобилизация наступает позднее и ее время достоверно снижено. В тесте УРАИ неонатальное введение тетрапептида в дозе 1 мкг/кг вызвало достоверное увеличение количества ВР на 2 и 3 дни, но только у самок, а при дозе 10 мкг/кг – на 1 и 4 дни обучения. Количество ВР при проверке сохранения навыка и суммарно за 4 дня обучения в опытных группах достоверно выше, чем в контрольных, при введении обеих доз препарата.

Таким образом, полученные нами результаты позволяют сделать вывод о том, что тетрапептид Ас-D-MPRG действительно обладает отставленным действием, которое зависит от дозы неонатального введения и

возраста тестируемых животных. Кроме того, наблюдаются гендерные различия в действии Ас-D-MPRG.

#### *Список литературы*

1. Пономарева Н.С., Воскресенская О.Г., Каменский А.А., Голубович В.П., Ашмарин И.П. Улучшение селективного восприятия и обучения крыс оригинальным аналогом С-концевого фрагмента вазопрессина. // Российский физиологический журнал им.И.М.Сеченова, 1998, т. 84, № 12. С. 1363-1369.

2. Ponomareva N.S., Voskresenskaya O.G., Kamenskii A.A., Golubovich V.P., Ashmarin I.P. The effects of a novel analog the C-terminal fragment of vasopressin on the behavior of white rats. // *Neurosci Behav Physiol.*, 1999, v. 29, N 4. P. 365-369.

3. Воскресенская О.Г., Голубович В.П., Запольский М.Э., Каменский А.А. Влияние хронического постнатального введения аргинин-вазопрессина и его С-концевого аналога на ориентировочно-исследовательское поведение и уровень тревожности белых крыс. // Вестник Моск. Ун-та. Сер. 16. Биология, 2002, № 1. С. 3-6.

4. Воскресенская О.Г., Каменский А.А., Голубович В.П. Нейротропная активность синтетического аналога С-концевого фрагмента аргинин-вазопрессина. // *News of Biomedical Science НАН Беларуси*, 2004, N 1, с.702-708.

5. Воскресенская О.Г., Ким П.А., Голубович В.П., Каменский А.А. Антидепрессантное действие тетрапептида Ас-D-Met-Pro-Arg-Gly при его остром и хроническом введении крысам. // *Нейрохимия*, т. 25, № 1-2, 2008. С. 64-69.

## **The evolutionary prerequisites for the formation of self-awareness<sup>1</sup>**

*I.A. Khvatov<sup>1</sup>, A.N. Kharitonov<sup>2,3</sup>*

*<sup>1</sup>Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*<sup>3</sup>Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia*

*[itkrot1@gmail.com](mailto:itkrot1@gmail.com); [ankhome47@list.ru](mailto:ankhome47@list.ru)*

**Keywords:** *evolution, formation of self-awareness, consciousness.*

The problem of animal consciousness has been discussed in psychology for more than a hundred years. An essential aspect of consciousness, either human or animal, is self-awareness. Self-awareness is the ability of the subject to separate itself from other subjects and the outside world as a whole (Khvatov, 2014).

To identify the prerequisites for self-awareness, a classic experiment uses a mirror test which reveals the ability to recognize own reflection in the mirror.

---

<sup>1</sup> The study is supported by the Russian Science Foundation, grant No. 19-18-00477.

At present, it has been established that pongids, dolphins, killer whales, elephants, and magpies have the ability to recognize themselves (Khvatov, 2014).

For a long time it has been almost common belief that the ability of self-awareness is closely related to the ability to understand others, and therefore, to the social nature of consciousness. However, recent empirical evidence suggests that this ability may be discovered in the animals with qualitatively different mind and life activities from humans and species that are systematically close to humans. Specifically, this ability was detected in wrasses (Kohda et al., 2019). This fact has given rise to many discussions. In particular, the ideas are expressed that self-awareness is a modular phenomenon (Bekoff, Sherman, 2004) and evolves gradually (De Waal, 2019). Meanwhile, the technique of diagnosing self-awareness with the help of marks and mirrors has been criticized for quite some time (see: Khvatov, 2014).

We are working on alternative approaches to the study of animal self-awareness. One of them is the study of body-awareness as the ability of animals to take into account the relationship of their own body with environmental objects and perceive their bodies as an obstacle to solving various problems. However, data on this phenomenon are extremely scarce. To date, body-awareness has been studied in human children, elephants (see: Khvatov et al., 2019) and dogs (Lenkei et al., 2020).

Since 2004 we have been studying the body-awareness phenomenon in various animal species (Khvatov, 2014; Khvatov et al., 2019). The animals solved the problem of correlating the boundaries of their own body with the size of the holes in the experimental setup for penetration into a specific compartment. The independent variables in the experiments are the boundaries of the body and the boundaries of environmental objects (the diameter of the holes in the experimental setup).

A generalization of the results obtained in the course of our research and the research of colleagues, allowed us to identify key trends in the evolution of self-awareness.

1. Any animal, one way or other, takes into account its own characteristics. In order to avoid terminological confusion, we use the term self-reflexion meaning the ability of any animal to take into account the characteristics of their own bodies when interacting with environmental objects.

2. Based on the assumption that, in regulation the behavior, an animal has to take into account the parameters of its body, in the structure of the integral mental image the subject's perception of himself (self-reflexion) and the perception of environmental objects may be conditionally distinguished. One of the key trends in the evolution of the mind is the gradual separation of these two «poles» of the mental image: animals are increasingly differentiating their own characteristics and their perception from the perception of the characteristics of external objects. This is expressed in how flexibly animals can change

their behavior depending on changes in the environmental conditions or the characteristics of their bodies, and on how they are able to extrapolate the experience of taking into account changes in the physical parameters of their bodies to new situations.

3. Self-reflexion is a modular system consisting of many relatively independent factors. Animals with highly developed mind (mammals and birds) also have a well-differentiated self-reflexion: their ability to take into account their characteristics is well developed. However, the structure of self-reflexion of each species is different and strongly depends on the specific type of tasks that it faces, as well as on their ecology, morphology and needs. For example, rats solve the problems of correlating the boundaries of their own bodies with environmental objects better than humans (Khvatov, 2014), and dolphins begin to recognize themselves in the mirror at an earlier age than humans (Morrison, Reiss, 2018).

4. Self-awareness is a qualitatively specific form of self-reflexion, the properties of which cannot be detected only by studying human and animal recognition of their particular properties (mirror reflection, smell, body boundaries, etc.), but must be considered in a systemic connection with a number other properties of consciousness that are currently being studied in the framework of modern evolutionary psychology, i.e. episodic memory, theory of mind, language, volitional control for delayed reward, moral control of behavior, etc.

### *References*

1. Bekoff M., Sherman P.W. 2004. Reflections on animal selves. *Trends Ecol Evol* 19, 176–180. De Waal F. B. M. 2019. Fish, mirrors, and a gradualist perspective on self-awareness. *PLoS Biology* 17(2), e3000112.
2. Khvatov I.A. 2014. The evolution of self-reflexion of animals and humans in the context of the differential-integration approach // *Differential-integration theory of development. Book 2 / Comp. and edited by N.I. Chuprikova, E.V. Volkova. M.: Languages of Slavic cultures, 343-360. (In Russian).*
3. Kohda, M., Hotta, T., Takeyama, T., Awata, S., Tanaka, H., Asai, J-y. 2019. If a fish can pass the mark test, what are the implications for consciousness and self-awareness testing in animals? *PLoS Biol.* 17(2), e3000021.
4. Khvatov, I.A., Sokolov, A.Y., Kharitonov, A.N. 2019. Snakes Elaphe Radiata May Acquire Awareness of Their Body Limits When Trying to Hide in a Shelter. *Behav. Sci.* 9, 67.
5. Lenkei R., Faragó T., Kovács D., Zsilák B., Pongrácz P. 2020. That dog won't fit: body size awareness in dogs. *Animal Cognition* 23, 337–350.
6. Morrison, R., Reiss, D. 2018. Precocious development of self-awareness in dolphins. *PLOS one.* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189813>.

## Оценка химерных состояний в ЭЭГ покоя

*Т.В. Адамович, И.М. Захаров, А.О. Табуева*

*Психологический институт Российской академии образования, Москва  
Tadamovich11@gmail.com*

Ключевые слова: *ЭЭГ покоя, функциональная связность, химерные состояния.*

В настоящее время все больше внимания в нейронауке уделяется нейросетевому подходу (Bassett and Sporns 2017), согласно которому мозг имеет модульную архитектуру (Wagner, Pavlicev, and Cheverud 2007), которая предполагает наличие множества связанных в единую структуру маленьких вычислительных элементов (модулей), выделяемых как анатомически, так и функционально (Yeo et al. 2014). В рамках комплексной деятельности различные модули за счет синхронизации интегрируются в единую сеть, структура которой подчиняется требованиям текущей задачи (Gonzalez-Castillo and Bandettini 2018). Ранее предполагалось, что явление глобальной синхронии, увеличение синхронизации между всеми модулями сети, является универсальным маркером затрачиваемых когнитивных усилий (Kitzbichler et al. 2011), однако в последнее время все чаще обращают внимание на явление частичной синхронизации, позволяющей отсекаать не относящуюся к непосредственному заданию информацию (Shine et al. 2016) поскольку различные задания требуют не только интеграции (Gonzalez-Castillo and Bandettini 2018), но и сегрегации функциональных элементов (Cohen and D'Esposito 2016). Состояния связанных осцилляторов, в которых они разбиваются на группы с синхронной и асинхронной активностью носят названия химерных состояний (Panaggio and Abrams 2015), а описание с их помощью постепенно начинают применять и в области когнитивных наук (Bansal et al. 2019)

Целью настоящего исследования стала изучение возможности применения методов оценки химерности и метастабильности для анализа биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ). Мы использовали различия между синхронизацией мозговой активности в состоянии спокойного бодрствования при открытых и закрытых глазах в качестве модели для оценки адекватности получаемых с помощью методов оценки химерности и метастабильности результатов.

В выборку исследования вошли 112 человек в возрасте от 17 до 34 лет ( $M = 21.7$ ,  $SD = 3.36$ ), 30 % идентифицировали свой пол как женский. Запись ЭЭГ проводилась на аппарате BrainVision ActiChamp, 64 канала. Для анализа использовались данные с усредненным референтом, удаление артефактов было произведено при помощи автоматического алгоритма на

базе пакета autoreject ((Jas et al., 2017)). Экспериментальная процедура включала в себя 5 этапов спокойного бодрствования с закрытыми/открытыми глазами поочередно по 2 минуты, начиная с закрытых глаз. Десятиминутная запись целиком разбивалась на эпохи по 0.5 секунды. Для каждой эпохи на основе мгновенной фазы сигнала строилась полная матрица связности, после чего на основе связей, сила которых превосходила 75 перцентиль значений в матрице связности, строился граф. Граф разбивался на кластеры по алгоритму Louvain (Blondel et al. 2008). Для каждой эпохи на основе данного разбиения подсчитывались химерный индекс и индекс метастабильности. В качестве Химерного индекса использовались нормализованное средняя дисперсия параметра Курамото в кластерах, усредненная по времени. Индекс метастабильности подсчитывался как нормализованная средняя дисперсия параметра Курамото одного кластера во времени, усредненная между кластерами (Bansal et al. 2019; Shanahan 2010).

Для каждого испытуемого по каждому из пяти частотных диапазонов (4-8, 8-13, 13-20, 20-30 и 4-30 Гц) были построены кривые динамики индексов химерности и метастабильности. Для каждой кривой была проведена процедура удаления тренда и была найдена площадь под кривой отдельно в условиях открытых и закрытых глаз. Сравнение условий было проведено с использованием т-теста для повторных измерений в частотных диапазонах по отдельности.

Индексы химерности и метастабильности значимо ( $p < 0.05$ ) различаются между условиями закрытых и открытых глаз во всех частотных диапазонах и между различными частотными диапазонами в обоих условиях закрытых и закрытых глазах. Данные результаты согласуются с полученными ранее данными о более высоком уровне синхронизации мозговой активности в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах (Allen et al., 2018). Таким образом, подтверждается применимость предложенного анализа химерных состояний к оценке динамики мозговой активности.

#### *Список литературы*

1. Bansal, Kanika, Javier O. Garcia, Steven H. Tompson, Timothy Verstynen, Jean M. Vettel, and Sarah F. Muldoon. 2019. 'Cognitive Chimera States in Human Brain Networks'. *Science Advances* 5 (4): eaau8535. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau8535>.
2. Bassett, Danielle S, and Olaf Sporns. 2017. 'Network Neuroscience'. *Nature Neuroscience* 20 (3): 353–64. <https://doi.org/10.1038/nn.4502>.
3. Bassett, Danielle S, Muzhi Yang, Nicholas F Wymbs, and Scott T Grafton. 2015. 'Learning-Induced Autonomy of Sensorimotor Systems'. *Nature Neuroscience* 18 (5): 744–51. <https://doi.org/10.1038/nn.3993>.

4. Bertolero, Maxwell A., B. T. Thomas Yeo, and Mark D'Esposito. 2015. 'The Modular and Integrative Functional Architecture of the Human Brain'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (49): E6798–6807. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510619112>.
5. Betzel, Richard F, Makoto Fukushima, Ye He, Xi-Nian Zuo, and Olaf Sporns. 2016. 'Dynamic Fluctuations Coincide with Periods of High and Low Modularity in Resting-State Functional Brain Networks'. *NeuroImage* 127: 287–97. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.12.001>.
6. Blondel, Vincent D., Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, and Etienne Lefebvre. 2008. 'Fast Unfolding of Communities in Large Networks'. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008 (10): P10008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>.
7. Bolker, Jessica A. 2000. 'Modularity in Development and Why It Matters to Evo-Devo'. *American Zoologist* 40 (5): 770–76. <https://doi.org/10.1093/icb/40.5.770>.
8. Cohen, Jessica R., and Mark D'Esposito. 2016. 'The Segregation and Integration of Distinct Brain Networks and Their Relationship to Cognition'. *The Journal of Neuroscience* 36 (48): 12083–94. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2965-15.2016>.
9. Cole, Michael W., Danielle S. Bassett, Jonathan D. Power, Todd S. Braver, and Steven E. Petersen. 2014. 'Intrinsic and Task-Evoked Network Architectures of the Human Brain'. *Neuron* 83 (1): 238–51. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.05.014>.
10. Fries, Pascal. 2015. 'Rhythms For Cognition: Communication Through Coherence'. *Neuron* 88 (1): 220–35. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.034>.
11. Gallen, Courtney L, Gary R Turner, Areeba Adnan, and Mark D'Esposito. 2016. 'Reconfiguration of Brain Network Architecture to Support Executive Control in Aging'. *Neurobiology of Aging* 44: 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.04.003>.
12. Gonzalez-Castillo, Javier, and Peter A. Bandettini. 2018. 'Task-Based Dynamic Functional Connectivity: Recent Findings and Open Questions'. *NeuroImage, Brain Connectivity Dynamics*, 180 (October): 526–33. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.006>.
13. Greicius, Michael D, Kaustubh Supekar, Vinod Menon, and Robert F Dougherty. 2009. 'Resting-State Functional Connectivity Reflects Structural Connectivity in the Default Mode Network'. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)* 19 (1): 72–78. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn059>.
14. Kitzbichler, Manfred G., Richard N. A. Henson, Marie L. Smith, Pradeep J. Nathan, and Edward T. Bullmore. 2011. 'Cognitive Effort Drives Workspace Configuration of Human Brain Functional Networks'. *The Journal of Neuroscience* 31 (22): 8259–70. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0440-11.2011>.
15. Panaggio, Mark J, and Daniel M Abrams. 2015. 'Chimera States: Coexistence of Coherence and Incoherence in Networks of Coupled Oscillators'. *Nonlinearity* 28 (3): R67–87. <https://doi.org/10.1088/0951-7715/28/3/r67>.
16. Richiardi, Jonas, Andre Altmann, Anna-Clare Milazzo, Catie Chang, M. Mallar Chakravarty, Tobias Banaschewski, Gareth J. Barker, et al. 2015. 'Correlated Gene Expression Supports Synchronous Activity in Brain Networks'. *Science* 348 (6240): 1241–44. <https://doi.org/10.1126/science.1255905>.

17. Shanahan, Murray. 2010. 'Metastable Chimera States in Community-Structured Oscillator Networks'. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* 20 (1): 013108. <https://doi.org/10.1063/1.3305451>.

18. Shine, James M., Ian Eisenberg, and Russell A. Poldrack. 2016. 'Computational Specificity in the Human Brain'. *Behavioral and Brain Sciences* 39: e131. <https://doi.org/10.1017/S0140525X1500165X>.

19. Shine, James M., Patrick G. Bissett, Peter T. Bell, Oluwasanmi Koyejo, Joshua H. Balsters, Krzysztof J. Gorgolewski, Craig A. Moodie, and Russell A. Poldrack. 2016. 'The Dynamics of Functional Brain Networks: Integrated Network States during Cognitive Task Performance'. *Neuron* 92 (2): 544–54. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.09.018>.

20. Spadone, Sara, Stefania Della Penna, Carlo Sestieri, Viviana Betti, Annalisa Tosoni, Mauro Gianni Perrucci, Gian Luca Romani, and Maurizio Corbetta. 2015. 'Dynamic Reorganization of Human Resting-State Networks during Visuospatial Attention'. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112 (26): 8112–17. <https://doi.org/10.1073/pnas.1415439112>.

21. Wagner, Günter P., Mihaela Pavlicev, and James M. Cheverud. 2007. 'The Road to Modularity'. *Nature Reviews Genetics* 8 (12): 921–31. <https://doi.org/10.1038/nrg2267>.

22. Yeo, BT Thomas, Fenna M Krienen, Michael WL Chee, and Randy L Buckner. 2014. 'Estimates of Segregation and Overlap of Functional Connectivity Networks in the Human Cerebral Cortex'. *NeuroImage* 88 (March): 212–27. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.10.046>.

23. Zalesky, Andrew, Alex Fornito, Luca Cocchi, Leonardo L Gollo, and Michael Breakspear. 2014. 'Time-Resolved Resting-State Brain Networks'. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (28): 10341–46. <https://doi.org/10.1073/pnas.1400181111>.

## **Проявление эффекта неосознанного плагиата в зависимости от сформированности семантической иллюзии**

*В.В. Бурлан, В.А. Гершкович*  
*Санкт-Петербургский государственный университет,*  
*г. Санкт-Петербург, Россия*  
*v.burlan42@gmail.com*

**Ключевые слова:** *неосознанный плагиат, семантическая иллюзия памяти, ДРМ-парадигма.*

В исследованиях памяти описан эффект неосознанного плагиата – человек чувствует, что придумал (сгенерировал) оригинальное слово, идею или решение задачи, в реальности же они оказываются созданными другим человеком (Brown and Murphy 1989). В классических исследованиях

участники сначала генерируют решения задач совместно с партнером, а на втором этапе припоминают, какие решения были сгенерированы ими, а какие – партнером. Эффект плагиата фиксируется, когда испытуемые ошибочно атрибутируют себе решения, найденные партнером. Однако возможно, что испытуемые тоже были близки к решению, найденному партнером (фактически сгенерировали его), но не эксплицитовали, в результате они испытывают трудности в определении того, кому принадлежит найденное решение, так как репрезентация решения уже была сформирована. Показано, что эффект генерации положительно сказываясь на припоминании содержания информации, может отрицательно сказываться на припоминании источника информации (Marsh, Landau and Hicks 1997).

Таким образом, мы предполагаем, что неверно присваиваются себе не любые идеи, а только те, репрезентация которых у человека уже была сформирована на момент озвучивания этой идеи другим. В пользу такой версии свидетельствуют данные о более выраженном эффекте плагиата для частотных ответов (Brown and Murphy 1989), и идей, обладающих высокой предсказуемостью (Sigumori and Kitagami 2013). Цель настоящего исследования заключается в проверке влияния сформированности репрезентации ответа на степень проявления эффекта неосознанного плагиата.

Метод. Для операционализации наличия репрезентации ответа, в исследовании использовалась ДРМ-парадигма формирования иллюзорных воспоминаний (Roediger and McDermott 1995). В этой парадигме испытуемым предъявляется список слов (целей), обратно ассоциативно связанных (BAS) с одним ключевым словом, само ключевое слово при этом не предъявляется, в дальнейшем испытуемые ошибочно узнают ключевые слова, как ранее предъявленные. При этом вероятность появления иллюзии увеличивается в зависимости от увеличения количества слов в списке. Считается, что возникновение иллюзии связано с формированием общей семантической репрезентации списка (*gist*) по мере накопления ассоциаций (Roediger, Balota and Watson 2001). Ранее нами было показано, что люди имеют тенденцию ошибочно атрибутировать себе ключевое слово, даже если оно было первоначально озвучено партнером по взаимодействию в самом конце предъявления списка слов (Гершкович, Попова 2017). В настоящем исследовании мы предположили, что вероятность ошибочной атрибуции себе ключевого стимула будет зависеть от места его появления в предъявляемом списке слов, а именно эффект неосознанного плагиата будет наиболее выраженным в случае, если ключевой стимул озвучивался в конце списка (условие сформированной репрезентации), по сравнению с его положением в середине списка (снижение вероятности формирования репрезентации) и начальным положением (репрезентация не сформирована).

В исследовании принял участие 51 человек (35 женщин), М = 25 лет. В качестве стимульного материала использовались 6 ДРМ-списков (Гершкович, Попова 2017) по 11 слов в каждом, включая ключевое слово. Процедура исследования проходила в 2 этапа за монитором компьютера. На этапе запоминания участники совместно с виртуальным собеседником поочередно читали вслух и старались запомнить слова из ДРМ-списков (всего 66 слов), которые последовательно предъявлялись на 2 с. Порядок ДРМ-списков был рандомизирован. Через неделю проводился этап тестирования: испытуемым предъявлялись слова с инструкцией вспомнить, кто произносил то или иное слово. Испытуемые были разбиты на три экспериментальные группы: в первой группе ключевое слово виртуальный собеседник называл в самом начале предъявления списка, во второй группе – в середине списка (№5), в третьей группе – в самом конце предъявления списка (№11).

Результаты. Эффект неосознанного плагиата рассчитывался как разница в ошибочных атрибуциях себе ключевых стимулов и обычных слов из списка (контрольные неключевые), находившихся в списке наиболее близко к ним (табл. 1). При этом на первом этапе и ключевые и контрольные слова произносились виртуальным собеседником. Оценивалось проявление эффекта плагиата в зависимости от типа списка (положение ключевого слова в начале, середине или конце списка) при помощи однофакторного дисперсионного анализа. По результатам анализа фактор положения ключевого слова не оказался значимым (ANOVA,  $F(2,48) = 0.02$ ;  $p = 0.98$ ), т.е. разницы Я-атрибуций ключевого стимула в зависимости от его положения обнаружить не удалось. Разницы между неверными Я-атрибуциями не отличаются среди экспериментальных групп, т.е. уровень плагиата не повышается в зависимости от смещения ключевого слова в конец ДРМ-списка.

Таблица 1

**Среднее количество ошибочных атрибуций себе (max = 6) по ключевым и контрольным стимулам в трех экспериментальных условиях**

Стимулы/ Условия	Начало списка	Середина списка	Конец списка
Ключевые стимулы	M = 3,5, SD = 1,37	M = 3,56, SD = 1,15	M = 3,47, SD = 1,33
Контрольные стимулы	M = 3,63, SD = 1,26	M = 2,56, SD = 1,2	M = 2,0, SD = 1,72
p-уровень	P = 0,7	P = 0,008	P = 0,013

По результатам исследования было показано, что ключевые слова ошибочно атрибутировались себе чаще других (ANOVA RM,

$F(2,48) = 3.89$ ;  $p < 0,05$ ), что говорит о наличии эффекта неосознанного плагиата. Однако мы не получили подтверждения выдвинутой гипотезе: разница между количеством Я-атрибуций для трёх экспериментальных условий (местоположения ключевого стимула в начале, середине и в конце) не была значима ни в первом, ни во втором эксперименте. В то же время, мы обнаружили, что количество ложных Я-атрибуций ключевого стимула было примерно одинаковым во всех экспериментальных условиях, т.е. ключевое слово атрибутировалось себе почти с такой же силой и в начале, и в середине, и в конце ДРМ-списка. Данный результат может свидетельствовать в пользу того, что формирование ДРМ-иллюзии происходит не только на этапе кодирования, но и на этапе извлечения.

#### *Список литературы*

1. Brown A.S., Murphy D.R. 1989. Cryptomnesia: Delineating inadvertent plagiarism // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 15. 3. 432–442.
2. Marsh R.L., Landau J.D., Hicks J.L. 1997. Contributions of inadequate source monitoring to unconscious plagiarism during idea generation // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 23. 4. 886–897.
3. Sugimori E., Kitagami S. 2013. Plagiarism as an illusional sense of authorship: the effect of predictability on source attribution of thought // *Acta psychologica*. 143. 1. 35–39.
4. Roediger H.L., McDermott K.B. 1995. Creating false memories: Remembering words not presented in lists // *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 21. 4. 803–814.
5. Roediger H.L., Balota D.A., Watson J.M. 2001. Spreading activation and arousal of false memories // *The nature of remembering: Essays in honor of Robert G. Crowder*. 95–115.
6. Гершкович В.А., Попова А.С. 2017. Чья это мысль? Эффект Я-атрибуции источника сгенерированных и иллюзорных воспоминаний // *Когнитивная наука в Москве: новые исследования*. 84–88.

## Исследование особенностей решения математических примеров студентами с музыкальным и биологическим образованием

А.С. Фомина<sup>1</sup>, О.В. Куклис<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донской государственный технический университет, кафедра «Биология и общая патология», Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, кафедра физиологии человека и животных, Ростов-на-Дону, Россия

*a\_bogun@mail.ru*

Ключевые слова: *корректурная проба, арифметическая задача, биология, музыканты, темп выполнения, качество решения.*

В современной литературе слабо представлены данные, связанные со спецификой нейробиологического базиса выполнения интеллектуальных задач у людей с музыкальным образовательным профилем. Музыкальная практика обеспечивает когнитивные улучшения в рабочей памяти (Schulze et al., 2010), зрительном внимании (Rodrigues et al., 2013), и скорости обработки информации (Schellenberg and Michael, 2013). В качестве области, связанной с абсолютным слухом, предполагается *planum temporale* в височной коре (Gaser and Schlaug, 2003); критичным является вовлечение правой префронтальной и теменной коры, двусторонней задней дорзальной коры и зубчатой извилины (Pallesen et al., 2010).

Целью работы стало исследование нейрофизиологических механизмов решения когнитивных задач разного содержания и уровня сложности у студентов с музыкальным и биологическим профилем образования.

В исследовании приняли участие 22 студента музыкальных специальностей Ростовского Колледжа Искусств в возрасте 18-20 лет, и 20 студентов биологических специальностей Южного федерального университета в возрасте 17-20 лет. В качестве тестовых заданий использовался бланковый вариант корректурной пробы Бурдона, связанный с поиском арабской цифры (время выполнения - 3 минуты), и решение примеров на сложение двузначных чисел (50 примеров, операнды черного цвета, предъявляемые на сером фоне в течение 25 с). Для корректурной пробы рассчитывались точность, продуктивность и темп деятельности. Для математических примеров рассчитывалось время и качество решения. Для всех задач рассчитывалась спектральная мощность диапазонов ЭЭГ (дельта, тета, альфа, бета). В качестве фонового состояния для показателей ЭЭГ использовалось спокойное бодрствование с открытыми глазами.

При анализе значений поведенческих показателей было выявлено, что среднее время решения примеров у биологов в 2 раза превышало таковое у музыкантов (6,84 с и 3,95 с соответственно). Для музыкантов выявлена отрицательная корреляция времени и качества выполнения теста: с увеличением времени решения происходило снижение % правильных ответов. При выполнении корректурной пробы в обеих группах выявлен средний и высокий уровень устойчивости внимания и точности деятельности. У биологов точность выполнения теста была выше. Для музыкантов показано увеличение продуктивности и темпа деятельности от 1 к 3 минуте, что могло отражать рост концентрации внимания. Увеличение устойчивости внимания приводило к росту продуктивности и темпа работы, тогда как стабильность значений предполагала большую устойчивость внимания. Для биологов от 1 к 3 минуте показано двукратное снижение продуктивности, и трехкратное - темпа деятельности, что могло отражать уменьшение вовлеченности произвольного внимания ввиду низкой сложности задачи.

При анализе ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования у музыкантов доминировали симметричный тета-фокус в центральных областях и мощный альфафокус в теменно-затылочной области. Открывание глаз сопровождалось тета- и альфадесинхронизацией; за счет смещения тета-фокуса в передние области и сохранения теменного альфа-фокуса формировалась лобно-теменная противофаза активации. Для биологов показано доминирование альфа-диапазона в теменно-затылочных областях. При открывании глаз наблюдалась выраженная альфа-десинхронизация.

При выполнении корректурной пробы в обеих группах перестройки уровня активации происходили на 1 минуте и сохранялись на протяжении тестирования. У музыкантов наблюдалось усиление тета-диапазона в лобно-центральных и затылочных областях и концентрация альфа-частот в затылочных областях. У биологов при более низких значениях спектральной мощности и сохранении диффузного тета-фокуса в лобно-центральной области происходила десинхронизация альфа-диапазона. Вероятно, выполнение корректурной пробы, связанное с поддержанием избирательного внимания, требовало от музыкантов больших усилий, чем у биологов.

При выполнении задач на сложение у музыкантов наблюдалось сохранение переднего тета-фокуса и концентрация альфа-частот в затылочных областях, за счет чего сохранялась противофаза с максимумом в лобных областях. У биологов происходило значимое усиление тета-активности в лобно-центральных областях и альфа-активности в теменно-затылочных областях, за счет чего формировалась противофаза. У музыкантов правильное решение приводило к значимой альфа-десинхронизации и сохранению тета-фокуса, что связано с большей активацией системы рабочей памяти и произвольного внимания. При неправильном решении происходило снижение уровня ЭЭГ-активации, что отражало отказ от решения.

Для биологов независимо от правильности ответа показано поддержание уровня тета-диапазона и десинхронизация альфа-частот, что предполагало активацию системы произвольного внимания, долговременной памяти и снижение нагрузки на рабочую (Klimesch, 2012).

На основании полученных данных можно предположить, что музыканты и биологи использовали разный подход к решению когнитивных задач. В качестве одной из причин может выступать целостное восприятие задания, связанное с доминированием правого полушария у музыкантов, и поэтапное восприятие, связанное с активацией левого полушария у биологов (Schellenberg and Michael, 2013). Применение целостного подхода к решению задания приводило к увеличению темпа и снижению точности деятельности. При этом происходило избирательное притормаживание вовлекаемых структур на фоне общей тета- и альфа-активации. Это свидетельствовало о большей нагрузке на рабочую память и более мощной активации лобного компонента системы произвольного внимания, и требовало вовлечения фронто-таламической системы и префронтальной коры. Поэтапное решение задач требовало активации систем как рабочей, так и долговременной памяти, что приводило к снижению темпа выполнения и росту точности деятельности. Это отражалось в десинхронизации альфа-диапазона и сохранении стабильного тета-фокуса. Вероятно, поэтапное решение связано в большей степени с активирующими влияниями кортико-гиппокампальной системы, связанной с доминированием системы долговременной памяти (Pallesen et al., 2010), и меньшей – префронтальной системы рабочей памяти и фронто-таламической системы произвольного внимания.

#### *Список литературы*

1. Gaser C., Schlaug G. 2003. Brain Structures Differ between Musicians and NonMusicians. The Journal of Neuroscience 23, 9240–9245.
2. Klimesch W. 2012 Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. Trends in Cognitive Sciences 16, 606-617.
3. Pallesen K. J., Brattico E., Bailey C. J., Korvenoja A., Koivisto J., Gjedde A., Carlson S. 2010. Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. PLoS ONE 5, p.18.
4. Rodrigues A. C., Loureiro M. A., Caramelli P. 2013 Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. Brain and Cognition 3, 229–235.
5. Schellenberg E.G., Michael W.W. 2013 Music and cognitive abilities In D. Deutsch (Ed.). The Psychology of Music 3, 499-550.
6. Schulze K., Mueller K., Koelsch, S. 2010 Neural correlates of strategy use during auditory working memory in musicians and non-musicians. European Journal of Neuroscience 1, 189–196.

## Особенности запоминания контекстных связей в условиях вербальной многозначности<sup>1</sup>

*В.А. Гершкович, А.С. Кенсоринова*  
*Санкт-Петербургский государственный университет,*  
*Санкт-Петербург, Россия*  
*valeria.gershkovich@gmail.com, kensorinova@mail.ru*

Ключевые слова: *вербальная многозначность, выбор значения, конкретизация значения, контекст-зависимая память, узнавание.*

Та или иная степень многозначности присуща всей воспринимаемой человеком информации. Тем не менее, знак в конкретной ситуации должен быть более или менее однозначно связан со значением. Однако возникает вопрос, каким образом обеспечивается устойчивость этой связи. Согласно ряду концепций, в разрешении многозначности принимает участие центральный механизм селекции, результатом которого является выбор одного из значений (позитивный выбор (Аллахвердов 1993) или усиление (enhancement (Gernsbaher et al. 2001), а также подавление альтернативного, невыбранного значения (негативный выбор (Аллахвердов 1993), suppression (Gernsbaher et al. 2001). При этом, согласно модели В.М. Аллахвердова, поддержание стабильности интерпретации ситуации обеспечивается удержанием невыбранных значений за границами осознаваемого так, чтобы они не вступили в противоречие с выбранным значением. Согласно данному подходу, чем разнообразнее негативно выбранные, подавленные значения, тем конкретнее контекст воспринимаемой информации, и тем меньше возможности для изменений позитивного выбора. Таким образом, следствием разрешения многозначности должна являться конкретизация осознанного значения. Цель настоящего исследования заключалась в проверке данного предположения. Мы полагаем, что конкретизация значения при разрешении многозначности может проявиться в установлении более устойчивой связи между позитивно выбранным (осознанным) значением и контекстом, в котором оно было выбрано, по сравнению с ситуацией, когда необходимости в выборе не было (ситуацией однозначности).

В психологии памяти известен эффект: при изменении контекста, в котором ранее предъявлялся для запоминания стимул, возникают затруднения в его узнавании. Например, при изменении прилагательного,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00646 К (18-00-00644).

вместе с которым ранее предъявлялось существительное, ухудшается узнавание определяемого им существительного (Light and Sobell 1970). Согласно проверяемой нами гипотезе, многозначный стимул будет значимо хуже узнаваться при изменении контекстного прилагательного по сравнению с однозначными стимулами, а при сохранении контекстного прилагательного – узнаваться лучше, чем однозначные стимулы.

Для исследования был использован разработанный ранее стимульный материал (Gershkovich et al. 2019), позволяющий сравнивать ситуации многозначности и однозначности. Стимульный материал представлял собой словосочетания, состоящие из прилагательного и существительного, в каждом из которых была пропущена одна буква. Пропуск одной буквы в существительном позволял достраивать слово двумя альтернативными вариантами (например, пропуск первой буквы в слове П-РОГ, позволяет достроить его до слов ПИРОГ и ПОРОГ). Такой вариант стимула становился многозначным. При этом тот же самый стимул можно было сделать однозначным, пропустив другую букву: ПИР-Г/ПОР-Г, соответственно). К каждому слову было добавлено прилагательное с пропущенной буквой, которое задавало контекст и позволяло достраивать существительное до однозначной интерпретации (БОЛ-ВОЙ П-РОГ/ЯБ-ОЧНЫЙ П-РОГ (многозначный вариант), и (БОЛ-ВОЙ ПОР-Г/ЯБ-ОЧНЫЙ ПИР-Г (однозначный вариант той же пары)). Всего использовалось 32 словосочетания. Для второго этапа к каждому существительному было подобрано еще одно прилагательное, которое меняло бы контекст предъявления существительного, при этом не меняя значение на омонимичное (ВОЗРАСТНОЙ ПОРОГ).

Испытуемым (39 человек (8 мужчин), М – 23 года) последовательно предъявлялись словосочетания с пропущенными буквами (максимальное время предъявления: 5 секунд), требовалось достроить их до осмысленного словосочетания, записать и запомнить ответ. Варьировалось многозначность/однозначность стимулов. Второй этап проходил через день. Испытуемым предъявлялись те же самые существительные, либо с прежним прилагательным, либо с новым. Задачей испытуемых было вспомнить, было ли данное существительное предъявлено на первом этапе. Были также добавлены новые словосочетания. Для контрбалансировки условий было составлено 4 списка стимулов (однозначный/многозначный вариант с сохранением/изменением прилагательного). По окончании исследования проводилось постэкспериментальное интервью: испытуемым предъявлялся весь список стимулов с инструкцией указать, осознали ли они многозначность стимула на первом этапе исследования.

Результаты. На первом этапе однозначные стимулы правильно достраивались значимо чаще ( $M = 0,95$ ), чем многозначные ( $M = 0,87$ ) ( $t = 3,355$ ,  $df = 31$ ,  $p = 0,002$ ). Для дальнейшего анализа были взяты только правильно достроенные на первом этапе стимулы, а также стимулы, многозначность

которых не была осознана на первом этапе. Из анализа во всех условиях были исключены стимулы, доля правильных неосознанных ответов которых хотя бы в одном из условий составляла менее 30%. В итоговый анализ вошло 26 стимулов. По результатам ANOVA RM было обнаружено значимое влияние фактора изменения контекста ( $F(1,25) = 27,07$ ;  $p < 0,001$ ): при изменении контекстного прилагательного существительные узнавались значимо хуже ( $M = 0,6$ ), чем при его сохранении ( $M = 0,81$ ). Было также обнаружено взаимодействие факторов многозначности/однозначности стимула и сохранения/смены контекста на точность узнавания существительных ( $F(1,25) = 27,08$ ;  $p < 0,001$ ). При изменении прилагательного многозначные существительные узнавались значимо хуже, чем однозначные ( $p < 0,001$ ), при сохранении контекста значимых отличий обнаружить не удалось (табл. 1).

Таблица 1

**Доля правильно опознанных многозначных и однозначных существительных в зависимости от сохранения/изменения контекстного прилагательного**

Тип стимула/контекст	Сохранение контекста	Изменение контекста
Многозначные стимулы	$M = 0,82$ ; $SD = 0,16$	$M = 0,53$ ; $SD = 0,23$
Однозначные стимулы	$M = 0,80$ ; $SD = 0,15$	$M = 0,67$ ; $SD = 0,21$

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют в пользу конкретизации значения, являющейся следствием процесса его выбора. Мы полагаем, что стабильность интерпретации ситуации, все более и более быстрое распознавание ранее выбранного значения (позитивный прайминг-эффект) обеспечивается такой конкретизацией.

*Список литературы*

1. Аллаxвердов В.М. 1993. Опыт теоретической психологии (в жанре научной революции). СПб.: Печатный двор.
2. Gernsbacher M. A., Robertson, R. R. W., Werner, N. K. 2001. The Costs and Benefits of Meaning. In: D. Gorfein (ed.) On the consequences of meaning selection. Washington, DC: APA Publications, 119-137.
3. Light L.L., Sobell L. 1970. Effects of changed semantic context on recognition memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 9(1), 1-11.
4. Gershkovich V., Moroshkina N., Kostina D., Kireev M., Korotkov A., Slioussar N., Allakhverdov V., Chernigovskaya T. 2019. Aftereffects of ambiguity resolution in the word fragment completion task // The Night Whites Language Workshop: The Fifth Saint Petersburg Winter Workshop on Experimental Studies of Speech and Language (Night Whites 2019). V Международный зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи. Санкт-Петербургский государственный университет. 2020. С. 24.

## **Исследование механизмов решения арифметических примеров на умножение и деление при разной успешности деятельности**

*А.С. Фомина<sup>1</sup>, С.Г. Кочетова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Донской государственный технический университет,  
кафедра «Биология и общая патология», Ростов-на-Дону, Россия*

*<sup>2</sup>Южный федеральный университет,  
кафедра физиологии человека и животных, Ростов-на-Дону, Россия  
a\_bogun@mail.ru*

*Ключевые слова: арифметическая задача, умножение, деление, число операций, время решения, успешность решения, ЭЭГ.*

Успешность выполнения математической деятельности является одним актуальных вопросов современной психофизиологии. Данный тип задач выступает предиктором высокоуровневых навыков расчетов и успешности обучения (Hinault et al., 2017; Price et al., 2017). Успешность решения арифметических примеров связана с самопроверкой правильности решения, коррелирующей с когнитивным контролем. Этот процесс определяет увеличение точности решения, т. к. обеспечивает эффективное перераспределение ресурсов произвольного внимания и рабочей памяти (Polspoel et al., 2017; Price et al., 2017). Важным фактором является правильность формирования и применения стратегии решения, связанная с переходом от непосредственной реализации расчетов к извлечению правильного ответа из памяти (Polspoel et al., 2017).

Цель работы - изучить динамику поведенческих и нейрофизиологических параметров решения примеров на умножение и деление в зависимости от успешности решения.

В исследовании приняли участие 25 человек (18 женщин, 8 мужчин, возраст 19-25 лет). Тест состоял из блоков умножения и деления двузначных чисел (по 50 примеров). Участники нажимали на кнопку каждый раз после получения промежуточного и окончательного результатов. Предъявление стимулов проводилось с использованием программной среды «Аудиовизуальный слайдер» на расстоянии 1 м на уровне глаз. Регистрация комплекса электрофизиологических показателей проводилась с использованием многоканального электроэнцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03». В программной среде MATLAB анализировалось время и качество решения, количество и длительность промежуточных этапов решения, и значения спектральной мощности четырех диапазонов ЭЭГ. Достоверность различий поведенческих показателей оценивалась с применением дисперсионного анализа ANOVA при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

Выявлено, что качество решения примеров на умножение было достоверно выше, а время – ниже, в сравнении с делением. При успешном решении примеров на умножение происходило добавление новых этапов и разделение начальных, за счет чего возрастало время решения. Не успешное решение сопровождалось ростом длительности и разделением последнего этапа. Решение примеров на деление сопровождалось добавлением новых этапов, и переносом решения в конец. Можно предполагать, что при правильном ответе принятие окончательного решения происходило на начальных этапах и сопровождалось их последовательным выполнением, тогда как при неправильном принятии решения происходило на конечных этапах и сопровождалось их перекрыванием (Hinault et al., 2017; Shaki and Fischer, 2017). Данная ситуация была характерна для деления, т. к. одной из стратегий решения является приблизительное получение итогового ответа в 1 действие. Вследствие этого задача на деление расценивалась как более сложная, так как участники затруднялись при подборе оптимальной стратегии (Shaki and Fischer, 2017).

У не успешно решавших участников выявлена высокая фоновая мощность альфадиапазона ЭЭГ и ее слабая десинхронизация при решении. Успешно решавшие участники характеризовались большей фоновой устойчивостью уровня активации, а не успешные – не сбалансированным уровнем активации. Основные различия были связаны с альфа-синхронизацией в задних областях и тета-синхронизацией в передних и теменных. При успешном решении происходило снижение фоновых значений спектральной мощности в тета- и альфа-частотах и их перераспределение для достижения оптимального для задачи уровня общей активации. Выделение тета-диапазона как доминирующего при решении сложных примеров наряду со снижением альфа-частот отражало основное вовлечение в данной группе кортико-гиппокампальной системы (Shaki and Fischer, 2017; Stavros et al., 2017). При не успешном решении наряду с высокими значениями спектральной мощности в тета-и альфа-диапазонах выявлена прямая корреляция с уровнем сложности примеров. Для альфадиапазона выраженной была межполушарная асимметрия с фокусом в правом полушарии, а для тета-диапазона – передне-задняя с фокусом в лобных областях. Это позволило предполагать вовлечение кортико-гиппокампальной, фронтоталамической и таламо-париетальной систем. Таким образом, противоположная динамика изменений альфа- и тета-частот отражала разное вовлечение кортико-гиппокампальной и фронтоталамической систем в обеспечение общей активации коры при решении задач (Stavros et al., 2017). При формировании уровня общей активации, необходимого для успешного решения примеров, происходило доминирующее вовлечение кортико-гиппокампальной системы при сбалансированной активации остальных модулирующих систем. При не успешном

решении можно предполагать несбалансированную сильную активацию модулирующих систем.

#### *Список литературы*

1. Hinault T., Badier J., Baillet S., Lemaire P. 2017. The Sources of Sequential Modulations of Control Processes in Arithmetic Strategies. *J Cogn Neurosci* 6, 476.
2. Polspoel B., Peters L., Vandermosten M., De Smedt B. 2017. Strategy over operation: neural activation in subtraction and multiplication during fact retrieval and procedural strategy use in children. *Hum Brain Mapp* 5, 11-19.
3. Price R., Mazzocco M., Ansari D. 2013. Why mental arithmetic counts: brain activation during single digit arithmetic predicts high school math scores. *J Neurosci* 1, 156- 63.
4. Shaki S., Fischer MH. 2017. Competing Biases in Mental Arithmetic: When Division Is More and Multiplication Is Less. *Front Hum Neurosci* 1, 11-37.
5. Stavros I., Dimitriadis A., Nikolaos A., Laskaris B. 2017. Greater Repertoire and Temporal Variability of Cross-Frequency Coupling Modes in Resting-State Neuromagnetic Recordings among Children with Reading Difficulties. *Front Hum Neurosci* 10, 163.

### **Реконсолидация памяти после обучения разной интенсивности зависит от временного окна, проходящего до начала процесса напоминания<sup>1</sup>**

*И.Б. Дерябина<sup>1</sup>, Л.Н. Муранова<sup>1</sup>, В.В. Андрианов<sup>1</sup>, Т.Х. Богодвид<sup>1,2</sup>,  
Х.Л. Гайнутдинов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
Институт фундаментальной медицины и биологии,  
лаборатория двигательной нейрореабилитации*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Поволжская академия физической культуры,  
спорта и туризма», кафедра медико-биологических дисциплин,  
Казань, Россия.*

*kh\_gainutdinov@mail.ru*

*Ключевые слова: условный обстановочный рефлекс, анизомия, протоколы обучения, реконсолидация.*

На сегодняшний день установлено, что процессы формирования памяти и их хранения являются исключительно динамичными. Такой процесс как напоминание обстановки обучения вызывает пластичность, которая

---

<sup>1</sup> Субсидия КФУ господдержки научных исследований № 0671-2020-0059.

может привести к реконсолидации исходной памяти, когда необходимы критические молекулярные события, которые приведут к стабилизации памяти или ее угасанию (Alberini, 2011; Lattal and Wood, 2013). Одно из направлений исследований связано с поиском временных окон, когда напоминание может привести к реконсолидации и/или угашению памяти (Dudai, 2006; Deryabina et al., 2020). Эксперименты проводились на наземном брюхоногом легочном моллюске *Helix lucorum*. Рассмотрение процесса формирования памяти и ее реконсолидации у моллюсков привлекательно также в связи с возможностью поиска корреляций с механизмами памяти на клеточном уровне и на уровне рецепторов (Гайнутдинов и др., 2011; Балабан, 2017). Перед началом экспериментов моллюски не менее двух недель находились в активном состоянии. У всех животных вырабатывали обстановочный условный рефлекс (ОУР) по контекстуальной парадигме «на шаре» в ситуации, когда животные были жестко закреплены за раковину (Гайнутдинова и др., 2004; Balaban et al., 2014). При этом у них сохранялась свобода передвижения по поверхности шара, плавающего в воде, они полностью вытягивались из раковины.

В данной работе было проведено 2 серии экспериментов с использованием двух протоколов обучения: 1) «применение 5 стимулов в день в течение 5 дней» и 2) «применение 3 стимулов в день в течение 5 дней». Второй протокол был применен с целью снизить интенсивность обучения (общее число стимулов – 15 вместо 25-ти) и, таким образом, получить другую «силу памяти» (Deryabina et al., 2020). Животных каждый день на протяжении 5 дней помещали в экспериментальную обстановку (на шар) и предъявляли по 5 и 3 электрических раздражений в день (1-2 мА, 1 с, 50 Гц) прикосновением двух макроэлектродов – к дорзальной передней части ноги и к хвосту. Животных тестировали как до эксперимента, так и последующие дни после обучения. Тестирование уровня оборонительной реакции втягивания омматофор в ответ на тактильную стимуляцию проводили на шаре (в стандартных условиях обучения) и на плоской поверхности крышки террариума (в условиях, отличных от стандартных). Условный рефлекс считался сформированным, если реакция на шаре значительно превышала таковую на плоской поверхности. Для инициации реконсолидации памяти производили «напоминание» обстановки обучения в разное время, одним группам – третьи сутки, другим на шестые сутки после теста, подтверждающего выработку условного рефлекса с последующей инъекцией анизомидина (АНИ) или физиологического раствора (ФР) После напоминания на другой и в последующие дни животных тестировали.

Результаты показывают, что улитки, получившие после напоминания инъекцию ФР, демонстрируют сохранение памяти (уровень оборонительной реакции) после обучения по обоим протоколам. Этот результат демонстрирует, с одной стороны, длительное сохранение результатов обу-

чения, и, с другой стороны, что инъекция ФР после напоминания условного сигнала (обстановки) не препятствует реконсолидации. Тестирование в течение пяти суток после напоминания и инъекции АНИ, которые были произведены на третьи сутки после обучения, показало достоверное, примерно в 6 раз, снижение оборонительных реакций при тестировании на шаре для улиток, обученных по обоим протоколам. Этот результат демонстрирует полную достоверную потерю приобретенной контекстуальной памяти в обеих экспериментальных сериях. В случае тестирования в течение 5 суток после напоминания и инъекции АНИ, которые были произведены на 6 сутки после обучения, результаты были иными. В этом случае у улиток, обученных по протоколу 1, наблюдалось достоверное, примерно в 3 раза, снижение оборонительных реакций при тестировании на шаре. Однако в этом случае не было полной потери приобретенной памяти, хотя уровень оборонительных реакций при тестировании на шаре остался достоверно выше первоначального уровня до обучения. В то же время у животных, обученных по протоколу 2, не происходило достоверного снижения оборонительных реакций при тестировании на шаре. Уровень оборонительных реакций у этих улиток достоверно отличался от первоначального уровня оборонительных реакций на шаре до обучения и от реакций животных при нахождении их на плоскости. Таким образом, нами было найдено, что время, в течение которого возможна реконсолидация контекстуальной памяти, зависит от интенсивности обучения, связанной с выбором протокола обучения.

**Резюме.** Показано, что после выработки у улиток условного рефлекса на обстановку с предъявлением в течение 5 дней 5-ти (П1) и 3-х (П2) стимулов в день, «напоминание» обстановки обучения в сочетании с блокадой биосинтеза, на 3 сутки после обучения, приводит к нарушению реконсолидации памяти. Однако при «напоминании» на 6 сутки после обучения – результаты отличаются. У улиток, обученных по П1., происходит нарушение реконсолидации памяти, а – по П2 -, наблюдается сохранение памяти.

#### *Список литературы*

1. Alberini C.M. 2011. The role of reconsolidation and the dynamic process of long-term memory formation and storage. *Front. Behav. Neurosci.* 5:12.
2. Lattal K.M., Wood M.A. 2013. Epigenetics and persistent memory: implications for reconsolidation and silent extinction beyond the zero. *Nature Neuroscience.* 16, 124–129.
3. Dudai Y. 2006. Reconsolidations: the advantage of being refocused. *Curr. Opin. in. Neurobiol.* 16, 174-178.
4. Deryabina I.B., Muranova L.N., Andrianov V.V., Bogodvid T.K., Gainutdinov Kh.L. 2020. Effects of tryptophan hydroxylase blockade by p-chlorophenylalanine

on contextual memory reconsolidation after training of different intensity. Intern. J. Mol. Sci. 21:2087.

5. Гайнутдинов Х.Л., Андрианов В.В., Гайнутдинова Т.Х. 2011. Изменение возбудимости нейрональной мембраны как клеточный механизм обучения и памяти. Успехи физиол. наук 42, 33-50.

6. Балабан П.М. 2017. Молекулярные механизмы модификации памяти. Журн. высш. нервн. деят. 67:2, 131-140.

7. Гайнутдинова Т.Х., Тагирова Р.Р., Исмаилова А.И., Муранова Л.Н., Гайнутдинов Х.Л., Балабан П.М. 2004. Зависимая от белкового синтеза реактивация обстановочного условного рефлекса. Журн. высш. нервн. деят. 54, 795-800.

8. Balaban P.M., Roshchin M., Timoshenko A.K., Gainutdinov K.L., Bogodvid T.K., Muranova L.N., Zuzina A.B., Korshunova T.A. 2014. Nitric oxide is necessary for labilization of a consolidated context memory during reconsolidation in terrestrial snails. Eur. J. Neurosci. 40:6, 2963-2970.

## **Грамматические ошибки при эфферентной моторной аграфии в условиях реализации культурных функций письменной речи<sup>1</sup>**

*Е.Г. Иванова<sup>1,2,3</sup>, А.А. Скворцов<sup>4</sup>, Ю.В. Микадзе<sup>1,3,5</sup>*

*<sup>1</sup>ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ГБУЗ ЦПРиН ДЗМ, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>НИУ ВШЭ, Москва, Россия*

*<sup>5</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
ekozintseva@gmail.com*

*Ключевые слова: аграфия, культурно-историческая теория, функции речи, аграмматизм, грамматические ошибки.*

Изучение нарушений речевых процессов при органической патологии мозга может проводиться в терминах структуры (ассоцианисткий и когнитивный подходы) (Lichteim 1885, Caramazza 1998, Coltheart and Caramazza 2006) или функций (функционализм, культурно-исторический подходы) речи (Джексон 1996). Сопоставление этих подходов дает основание считать, что функциональный аспект в реализации психических функций может рассматриваться как ведущий по отношению к структурному (Леонтьев 1981). В этой связи актуальным становится более глубокий анализ нарушений (в рассматриваемом случае письменных ошибок), воз-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта No 19-013-00841\19.

никающих в условиях выполнения пациентами с афазией различных видов задач. Анализ вариативности синдрома афазии проводился на материале письменной продукции пациентов с афазией. Такой подход согласуется с логикой синдромного анализа по методу Лурия А.Р., предполагающего единый механизм нарушений как устной, так и письменной речи в структуре одного афазического синдрома.

Анализ функций речи, возникших в процессе онто- и антропогенеза позволил выделить несколько функций речи, среди них наиболее важными являются коммуникативная, мнестическая и регуляторная функции, которые впервые возникли ещё на этапе пиктографического письма примерно за 20 тысяч лет до нашей эры (Истрин 1965, Кликс 1983, Доблхoffer и Фридрих 2002, Жан 2005). Они также имеют фундаментальное значение на доинструментальной и инструментальной стадиях развития письменности в онтогенезе (Лурия 1950, Лурия 2002, Выготский 2004). Пациентам предлагалось 2 типа заданий - задания, традиционно используемые при диагностике нарушений письма (Лурия 1950, Хомская 1987, Ахутина 2001, Цветкова 2002, Ахутина и Иншакова 2008) и задания, предполагающие актуализацию различных культурных функций письма. К первому типу заданий относилось составление фраз по картинкам. Ко второму – задания, актуализирующие коммуникативную, мнестическую и регуляторную функции письма.

В исследовании приняли участие 22 пациента (9 женщин, средний возраст –  $55 \pm 8$  лет, возрастной диапазон 44 – 65 лет) с постинсультной эфферентной моторной афазией. Для анализа распределения ошибок использовались непараметрические критерии Хи-квадрат Фридмана и Т-критерия Вилкоксона для попарного сравнения данных с последующей поправкой на множественные сравнения методом Холма-Бонферрони.

Показано, что из грамматических ошибок, наиболее специфичными являются синтаксические ошибки в виде нарушения границ предложения, пропусков самостоятельных и служебных слов, нарушения норм согласования и управления. Различия при реализации различных по функциональному назначению письменных задач, нейропсихологическая компонентная структура которых была максимально схожей, объясняются выбором различных стратегий письменной деятельности. Однако общей закономерностью является доминирование смыслового содержания текста над его формальным структурированием, выраженным в грамматических правилах. Проведенное исследование подтверждает, что при изучении аграфии важно рассмотрение как структурного (изучение операций речевого акта) так и функционального (определяемого их культурно-исторической спецификой) аспектов реализации письменной речи.

*Список литературы*

1. Lichteim L. 1885. On aphasia. Brain. Vol. 7. No 4, 433–484.
2. Caramazza A. 1998. Some aspects of language processing revealed through the analysis of acquired aphasia: The lexical system. Annual Review of Neuroscience. 1988. Vol. 11. No 1, 395–421
3. Coltheart A., Caramazza A. 2006. Cognitive neuropsychology twenty years on. Cognitive neuropsychology. Vol. 23. No 1, 3–12
4. Джексон Дж.Х. 1996. Избранные работы по афазии. СПб.: Нива.
5. Леонтьев А.Н. 2020. Проблемы развития психики. М.: Смысл.
6. Истрин В.А. 1965. Возникновение и развитие письма. М.: Наука.
7. Кликс Ф. 1983. Пробуждающееся мышление. У истоков человеческого интеллекта. М.: Прогресс.
8. Доблхофер Е., Фридрих И. 2002. История письма. Эволюция письменности от Древнего Египта до наших дней. М.: Эксмо.
9. Жан Ж. 2005. История письменности и книгопечатания. М.: АСТ: Астрель.
10. Лурия А.Р. 1950. Очерки психофизиологии письма. М.: изд-во АПН РСФСР.
11. Лурия А.Р. 2002. Письмо и речь. Нейролингвистические исследования: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии. М.: Академия.
12. Выготский Л.С. 2004. Психология развития человека. М.: Эксмо.
13. Хомская Е.Д. 1987. Нейропсихология: учеб. для вузов по спец. «Психология». М.: МГУ.
14. Ахутина Т.В. 2001. Трудности письма и их нейропсихологическая диагностика. В: О.Б. Иншакова (ред.) Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция: учебное пособие. М.: МПСИ, 7–20.
15. Цветкова Л.С. 2002. Афазиология: современные проблемы и пути их решения. М.: МПСИ.
16. Ахутина Т.В., Иншакова О.Б. 2008. Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников. М.: В. Секачев.

## Закономерности восприятия эмоциональных экспрессий лица и цвета

*Д.А. Винуцкий, А.А. Кисельников, Г.Я. Меньшикова, А.А. Сергеев  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия  
poplavok418@gmail.com*

Ключевые слова: *эмоции, цвет, многомерное шкалирование.*

Хорошо известно, что цвета могут вызывать сильные эмоциональные реакции, в силу чего художники и дизайнеры особое внимание уделяют цветовой гамме своих произведений. Несмотря на долгую историю изучения взаимосвязи цвета и вызываемых ими эмоциональных состояний, механизмы этой связи остаются малоизученными. Были предложены различные методы изучения этого взаимодействия. Так, в одной из наших работ была построена модель связи цвета и эмоций, в которой в качестве стимульного материала использовались вербальные обозначения эмоций и цвета – русскоязычные слова (Kiselnikov, Sergeev, Vinitskiy, 2019). Мы предположили, что полученная модель является универсальной и будет эффективно описывать данные, полученные при помощи другого типа стимульного материала – изображений эмоциональных лиц и изображений окрашенных поверхностей. Чтобы подтвердить данную гипотезу, мы провели исследование, используя в качестве стимулов изображения реальных цветов и лицевых экспрессий.

В исследовании приняло участие 26 человек (18 женщин, средний возраст  $22.5 \pm 4.2$  лет). Участники исследования должны были оценить субъективные различия между изображениями 10 лиц, отражающих базовые экспрессии и изображениями 10 окрашенных участков поверхности. Были выбраны следующие экспрессии: 6 базовых, предложенных П. Экманом (Ekman, 1992), «гнев», «радость», «печаль», «страх», «удивление», «отвращение», а также нейтральная экспрессия «спокойствие». Эмоциональные экспрессии были взяты из набора POFA (Ekman, Friesen, 1976). Цветовые стимулы представляли собой однородные по окраске поверхности: 7 хроматических цветов – «красный», «оранжевый», «жёлтый», «зелёный», «голубой», «синий», «фиолетовый», а также 3 ахроматических цвета – «белый», «серый» и «чёрный». Чтобы количество изображений цветовых оттенков и экспрессий были уравнены, было выбрано несколько вариантов изображений для некоторых экспрессий. Все стимулы предъявлялись на экране монитора, цветояркостьные характеристики которого были откалиброваны профессиональным яркомером. Двадцать стимулов

(10 экспрессий + 10 цветов) предъявлялись последовательно парами, причем предъявлялись все возможные сочетания цвет-цвет, экспрессия-экспрессия и цвет-экспрессия. Задачей испытуемого было сравнить стимулы внутри каждой пары и оценить субъективную разницу по шкале различия от 1 до 9. На основе балльных оценок методом неметрического многомерного шкалирования было построено пространство субъективных различий экспрессий базовых эмоций и базовых цветов. Перед построением пространства все индивидуальные матрицы проходили проверку на внутреннюю согласованность данных, которая позволяла убедиться, что участники отвечали не случайно. Кроме того, индивидуальные матрицы сравнивались с усреднённой матрицей, что позволяло проконтролировать однородность используемых участниками критериев различий. Если индивидуальная матрица ответов слабо коррелировала с усредненной матрицей, она исключалась из дальнейшей обработки.

Матрицы ответов респондентов показали высокую согласованность: средний коэффициент корреляции индивидуальных матриц с усреднённой матрицей составил 0.63. На основании дополнительного анализа, были отобраны 18 индивидуальных пространств, которые характеризовались высоким уровнем взаимосвязи субъективных репрезентаций цвета и эмоциональных экспрессий. Дальнейший анализ был проведен для усреднённого пространства этих 18 участников. Было выбрано двухмерное решение по критерию каменистой осыпи, а также в силу того, значение стресс-1 Крускала для двухмерного пространства составило 0.18, что является достаточно хорошим показателем выбора размерности пространства для таких гетерогенных стимулов. Оси пространства были обозначены как «Удовольствие-Неудовольствие» (Valence) и «Интенсивность» (Arousal). Эти обозначения находятся в хорошем соответствии с осями эмоционального круга Рассела (Yik, Russell, Steiger, 2011). Кроме того, все эмоции расположились по порядку в соответствии с эмоциональным кругом Расселла. При этом пространственная структура хроматических цветов соответствовала структуре цветового круга Ньютона.

Структура взаимного расположения цвета и экспрессий в пространстве различий была следующей. На полюсе удовольствия расположилась эмоция «радость» и хроматические цвета «оранжевый», «зелёный» и «жёлтый». Полюс неудовольствия отображался ахроматическими цветами «чёрный» и «серый» и экспрессиями «печаль», «гнев» и «отвращение». По оси интенсивности на полюсе больших значений сконцентрировались цвета «красный» и «оранжевый», а также экспрессии «гнев», «отвращение» и «страх». На полюсе низкой интенсивности расположились цвета «белый», «голубой», «серый» и «синий» и эмоции «спокойствие» и «печаль».

Высокая общность ответов респондентов говорит о единых механизмах, стоящих за связью цвета и эмоций. Общее двухмерное цвето-

эмоциональное пространство структурировано по осям, имеющим эмоциональную природу. В полученном пространстве цвета интегрировались в эмоциональные оси и имеют высокие нагрузки по ним. Относительное расположение реальных эмоциональных экспрессий и реальных цветов, а также оси полученного пространства в значительной степени соответствуют тому, что было получено нами на материале вербальных стимулов. Полученные нами результаты выявляют единство механизмов категоризации разных типов стимулов.

#### *Список литературы*

1. Ekman, P. 1999. Basic emotions. In T. Dalgleish & M. Power (eds.) Handbook of cognition and emotion. Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd, 45-60. <https://doi.org/10.1002/0470013494.ch3>.
2. Ekman, P., Friesen, W.V. 1976. Pictures of facial affect. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
3. Kiselnikov, A.A., Sergeev, A.A., Vinitkiy, D.A. 2019. A four-dimensional spherical model of interaction between color and emotional semantics. Psychology in Russia: State of the Art 12(1). 48–66. <https://doi.org/10.11621/pir.2019.0104>.
4. Yik, M., Russell, J. A., & Steiger, J. H. 2011. A 12-point circumplex structure of core affect. Emotion 11(4), 705–731. <https://doi.org/10.1037/a0023980>.

## **Automated Metaphor Identification in Russian and its Implications for Metaphor Studies<sup>1</sup>**

*Yu.G. Badryzlova*

*National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia  
yuliya.badryzlova@gmail.com*

Keywords: *automated metaphor identification, Russian, linguistic theory.*

Metaphor occupies a prominent place in contemporary linguistic theory: it is recognized to be one of the most powerful cognitive tools with which humans conceptualize (Lakoff & Johnson, 1980). Evidence from psycholinguistic research demonstrates that metaphor guides reasoning and decision-making in societal, economic, health-related, educational, and environmental issues (see, for example, Flusberg et al., 2017; Hauser & Schwarz, 2015; Landau et al., 2014, 2014; Thibodeau & Boroditsky, 2011). Metaphor is truly ubiquitous in everyday discourse and it forms a fundamental part of the language system. Not

---

<sup>1</sup> LinearSVC, as implemented in scikit-learn (Pedregosa et al., 2011).

surprisingly, metaphor identification and interpretation pose a serious challenge to a wide range of real-world NLP applications.

Most of the computational metaphor identification work for Russian has been carried out within the paradigm of conceptual metaphor, i.e. they aim to identify context that contain surface manifestations of pre-established mappings between two conceptual domains, the Source and the Target (e.g. ‘We’ve hit a crossroads in this relationship.’ is viewed as a linguistic realization of the underlying conceptual metaphor LOVE IS A JOURNEY (Lakoff et al., 1991)). The other approach to metaphor identification, known as the linguistic metaphor paradigm, makes no *a priori* assumptions about the underlying conceptual mechanisms of metaphor and aims to identify any stretches of text that contain indirectly used lexical units. Each of the paradigms is motivated by their own methodological and practical considerations which, however, lie beyond the scope of the present discussion. For examples of computational systems for automated identification of conceptual metaphor in Russian texts, see (Dodge et al., 2015; Dunn et al., 2014; Mohler et al., 2014; Strzalkowski et al., 2013). The experiments for computational identification of linguistic metaphor in Russian are presented in (Badryzlova & Panicheva, 2018; Panicheva & Badryzlova, 2017; Tsvetkov et al., 2014, 2013).

This paper presents the design of a multi-feature classifier for identification of linguistic metaphor in Russian, an analysis of the features used in this machine learning experiment, and the broader, linguistic and cognitive, implications for metaphor studies which are suggested by the results of this analysis.

The experimental corpus is comprised of ~ 7,000 sentences each of which contains one of the 20 polysemous Russian verbs (*бомбардировать* ‘to bombard smth/smb’, *нападать* ‘to attack smth/smb’, *утюжить* ‘to iron smth (about clothes)’, *взрывать* ‘to blow up/to explode smth’, *взвешивать* ‘to weigh smth’, etc.). Each sentence is tagged is either metaphoric (MET) or non-metaphoric (NONMET) depending on whether the target verbs is used metaphorically or non-metaphorically; the corpus is balanced by class. Thus, our classification task is defined as binary sentence-level classification. We train the Support Vector Machine (SVM) classifier with linear kernel<sup>1</sup> and run the experiment using 5-fold cross-validation. We chose to use this classical ML algorithm (rather than more advanced deep learning architectures) since it allows an in-depth insight into the linguistic and cognitive characteristics of metaphor, which is the focus of the current research.

The following set of features was extracted for the experiment:

- 1 Lexical indexes of metaphor association, computed as a statistical measure of association between lexemes and the MET/NONMET contexts.
- 2 Morphosyntactic indexes of metaphor association, computed as a statistical measure of association between lexemes’ morphosyntactic tags and the MET/NONMET contexts.

3 Semantic similarity indexes, computed as average pairwise cosine similarity between the distributional semantic vectors of all words in a sentence.

4 Concreteness indexes, computed as the average pairwise cosine similarity between a lexeme's distributional semantic vector and the vectors of its top ten neighbours from the seed lists of concrete nouns (e.g. *самолёт* 'airplane', *трактор* 'tractor', *ведро* 'bucket', *корзина* 'basket', *одеяло* 'blanket', *скатерть* 'table cloth', etc.) and abstract nouns (e.g. *альтернатива* 'alternative', *восхищение* 'admiration', *единообразие* 'uniformity', *идеализм* 'idealism', *ирреальность* 'irreality', *истинность* 'truth', *коллективизм* 'collectivism', *лицемерие* 'hypocrisy', etc.). (For more detail on the experimental features, see (Badryzlova, 2019)).

The classifier has demonstrated the F1-score of 0.82 when run on the combination of all the four experimental features, which can be considered to be a moderately high result. The subsequent analysis of the features' contributions and performance revealed the observations presented below.

Lexical indexes of metaphors association appear to hold the greatest potential for generalizability, since this feature alone yields an F1 score of 0.82, which is comparable to the performance of the classifier on the combination of all the four experimental features. This finding accords with the results of Klebanov et al. (2014) which demonstrated robustness of lexical unigrams in the metaphor classification task on English data.

The robustness of the lexical metaphor association feature suggests that certain lexemes may function as predictors of metaphoricity. The attempt to extract such predictors (by means of the Random Forest feature importance selector) has resulted in a list of 230 words (nouns, verbs, adjectives, and adverbs) which are presumed to be likely to predict MET vs. NONMET contexts (for the complete list of lexical predictors, see (Badryzlova, 2019, p. 134).

The analysis revealed distinct correlation between metaphoricity and concreteness of lexemes. Thus, words with higher indexes of metaphor association tend to be more abstract, i.e. they have lower indexes of concreteness; conversely, words with lower indexes of metaphor association tend to be more concrete, that is, they have higher concreteness indexes. This observation may be cautiously interpreted as corroborative evidence in favour of one of the basic tenets of the Conceptual Metaphor Theory, the one that postulates metaphor as a mapping between a concrete Source and an abstract Target domain – as well as in favour of the psycholinguistic theories of embodied and grounded cognition.

Analysis of the semantic similarity feature established a strong statistical correlation between the efficiency of classification and the semantic homogeneity within the MET and the NONMET subcorpora. That is, the classifier performs better when at least one of them forms a well-defined semantic field, as is the case with the verb *распылять* 'to spray smth', where the NONMET con-

texts predominantly contain words from the semantic class of liquids, gases, and powder-like substances, while the MET sentences tend to feature words denoting valuable resources. By contrast, the NONMET subcorpus of the verb *взвешивать* ‘to weigh smth’ contains a considerable amount of abstract vocabulary (e.g. *количество* ‘amount / quantity’, *часть* ‘part’, *вес* ‘weight’, *точность* ‘precision’, etc.); moreover, the typical arguments of this verb are highly heterogeneous concrete terms, since almost any physical object can be weighed. These factors blur the semantic borderline between the MET and the NONMET contexts: as a consequence, the semantic similarity classifier performs poorly.

Examination of the morphosyntactic association feature revealed it tends to be heavily verb-specific, reflecting the patterns of morphosyntactic combinability that are characteristic of each verb. This is the most likely reason to account for the fact that this feature generalizes poorly across the target verbs.

There appears to exist a certain interrelation between the genre specifics of discourse and metaphoricality, when some morphosyntactic characteristics are more likely to occur either in MET or NONMET contexts. For instance, superlative form of adjectives are strongly associated with the MET class. Particles which mark the sentential focus and to fulfil the rhetoric function (e.g. *же, только, даже, просто, вот, лишь, ли, именно*, etc.) also gravitate towards MET. The first and the second person forms of verbs and nominal pronouns also tend to favour metaphoric discourse. It can be hypothesized that this tendency is promoted by the fact that the MET subcorpus contains more sentences where users write in a language which approximates spoken discourse. Spoken discourse, in its turn, is construed with the aim of conveying an immediate and often personal message to the other person – and thus it is characterized by greater expression of emotions and shades of modality. However, this observation should be subject to further scrutiny, preferably on a larger corpus.

#### *References*

1. Badryzlova, Y. (2019). *Automated metaphor identification in Russian texts*. National Research University Higher School of Economics.
2. Badryzlova, Y., & Panicheva, P. (2018). A Multi-feature Classifier for Verbal Metaphor Identification in Russian Texts. *Conference on Artificial Intelligence and Natural Language*, 23–34.
3. Flusberg, S.J., Matlock, T., & Thibodeau, P. H. (2017). Metaphors for the war (or race) against climate change. *Environmental Communication*, 11(6), 769–783.
4. Hauser, D.J., & Schwarz, N. (2015). The war on prevention: Bellicose cancer metaphors hurt (some) prevention intentions. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 41(1), 66–77.

5. Klebanov, B.B., Leong, B., Heilman, M., & Flor, M. (2014). Different texts, same metaphors: Unigrams and beyond. *Proceedings of the Second Workshop on Metaphor in NLP*, 11–17.
6. Lakoff, G., Espenson, J., & Schwartz, A. (1991). *Master Metaphor List*.
7. Landau, M.J., Oyserman, D., Keefer, L.A., & Smith, G. C. (2014). The college journey and academic engagement: How metaphor use enhances identity-based motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 106(5), 679.
8. Panicheva, P., & Badryzlova, Y. (2017). Distributional semantic features in Russian verbal metaphor identification. *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*, 1, 179–190.
9. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., & Dubourg, V. (2011). *Scikit-learn: Machine Learning in Python Journal of Machine Learning Research*.
10. Thibodeau, P. H., & Boroditsky, L. (2011). Metaphors We Think With: The Role of Metaphor in Reasoning. *PLoS ONE*, 6(2), e16782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016782>.
11. Tsvetkov, Y., Boytsov, L., Gershman, A., Nyberg, E., & Dyer, C. (2014). Metaphor detection with cross-lingual model transfer. *Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 1, 248–258.
12. Tsvetkov, Y., Mukomel, E., & Gershman, A. (2013). Cross-lingual metaphor detection using common semantic features. *Proceedings of the First Workshop on Metaphor in NLP*, 45–51.

## **Сенсорная чувствительность и эмоциональное состояние у крыс с гипергомоцистеинемией при моделировании мигрени введением нитроглицерина<sup>1</sup>**

*Е.В. Герасимова, Д.Р. Еникеев, Г.Ф. Ситдикова  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, ИФМиБ,  
кафедра физиологии человека и животных, Казань, Россия  
gerasimova.el.2011@yandex.ru*

Ключевые слова: *гипергомоцистеинемия, мигрень, сенсорная чувствительность, тревожность.*

Гомоцистеин (ГЦ) – это серосодержащая аминокислота, в высоких концентрациях обладающая нейротоксическими эффектами, вызывая эндотелиальные дисфункции, окислительный стресс, эксайтотоксичность.

---

<sup>1</sup> Работа поддержана РФФ 20-15-00100.

Связь между повышенным уровнем ГЦ в плазме и возникновением приступов мигрени не однозначна.

Целью данной работы было изучение влияний высоких доз гомоцистеина на тактильную, световую чувствительность и эмоциональное состояние животных при развитии нитроглицерин-вызванной мигрени. Исследование проводилось на крысах линии Wistar (P45-90) обоих полов. Контрольная группа включала крыс на стандартном рационе питания ( $n = 10$ , уровень ГЦ в плазме  $< 10$  мкМ/л). В модели постнатальной гипергомоцистеинемии крысы получали метионин с пищей (7.7 г/кг в сут.) в течение 21 суток (МЕТ группа,  $n = 10$ , уровень ГЦ  $> 30$  мкМ/л). Крысы с пренатальной гипергомоцистеинемией, были рождены от самок с МЕТ группы, и находились на стандартном рационе питания (ГГц группа,  $n = 10$ , уровень ГЦ в плазме  $> 18$  мкМ/л). Для моделирования мигрени крысам внутривенно вводили раствор нитроглицерина в NaCl 0.9 % из расчета 10 мг/кг за 10 мин до начала тестирования (Harrington, 2011). Тестирование проводили до и после введения нитроглицерина в течение 3 ч. В тесте «Темно-светлая камера» крысу помещали в светлый отсек и регистрировали время до первого захода в темный отсек и время, проведенное в светлом отсеке. С помощью волосков Фрея определяли порог чувствительности подошвенной области задней лапы. Статистический анализ проводился с использованием критерия Манна - Уитни для оценки различий между двумя независимыми выборками ( $P_u < 0.05$ ) и критерия Вилкоксона – для связанных выборок ( $P_w < 0.05$ ).

Одним из симптомов мигрени, является повышенная чувствительности к различным внешним раздражителям, в том числе, наблюдается механическая аллодиния при введении нитроглицерина (Bates, 2010). Исходные тактильные пороги у контрольной и МЕТ групп достоверно не отличались и составили  $4.2 \pm 1.2$  г и  $4.8 \pm 1.8$  г соответственно, тогда как у ГГц группы порог составил  $2.1 \pm 0.1$  г ( $P_u < 0.05$ ).

После введения нитроглицерина в течение 1 ч наблюдалось резкое снижение порогов чувствительности у всех групп, однако, у МЕТ и ГГц групп они снизились до минимальных значений –  $1.04 \pm 0.52$  г и  $0.16 \pm 0.04$  г, соответственно ( $P_u < 0.05$ ,  $P_w < 0.05$ ). В контрольной группе минимальные пороги наблюдались ко 2 часу и составили  $1.25 \pm 0.46$  г ( $P_w < 0.05$ ). Таким образом, порог тактильной чувствительности у ГГЦ крыс достоверно ниже, чем у контрольных животных. А эффекты нитроглицерина быстрее проявлялись у животных с высоким уровнем гомоцистеина.

Известно, что мигреневые боли могут сопровождаться фотофобией и повышением тревожного состояния (Амелин, 2001).

В тесте «Темно-светлая камера» время первого захода в темный отсек у контрольной группы составило  $84 \pm 12$  с, МЕТ гр. –  $36 \pm 5$  с, ГГц гр. –  $15 \pm 3$  с ( $P_u < 0.05$ ).

Это может свидетельствовать о более высоком уровне тревожности групп с высоким уровнем гомоцистеина, однако время, проведенное в светлой камере, во всех групп достоверно не отличалось: в контроле составило  $83 \pm 26$  с, МЕТ –  $58 \pm 11$  с, ГГЦ –  $62 \pm 12$  с ( $P_u > 0.05$ ). После введения нитроглицерина время первого захода животных в темную камеру уменьшилось по отношению к исходным данным, но достоверно не отличалось между группами. Ко 2 часу действия нитроглицерина у животных МЕТ и ГГЦ групп время проведенное в светлой камере составило  $44 \pm 8$  с и  $26 \pm 9$  с ( $P_u < 0.05$ ,  $P_w < 0.05$ ) соответственно, что было меньше показателей контрольной группы ( $74 \pm 2$  с). К 3 ч, время нахождения животных в светлой камере у контрольных животных достоверно снизилось по отношению ко времени «до введения нитроглицерина» и составило  $44 \pm 14$  с, а в группах МЕТ –  $32 \pm 14$  с, ГГЦ –  $22 \pm 18$  с ( $P_w < 0.05$ ). Таким образом, исходный уровень тревожности животных был выше в группе ГГЦ и МЕТ, при этом развитие фотофобии происходило быстрее в группах ГГЦ и МЕТ.

Известно, нитроглицерин – донор NO, который является фактором расслабления сосудов, а также вызывает высвобождение CGRP из периферических нервных окончаний и ядрах тригеминального нерва в стволе мозга, что приводит к сенситизации ноцицептивных путей. Недавно нами было показана механическая аллодиния у животных с гипергомоцистеинемией, связанная с усилением экспрессии/активности низкопороговых Ca каналов T-типа (Gaifullina 2019), что может лежать в основе сенситизации и повышенной чувствительности к введению нитроглицерина. Кроме того, повышение тревожности в условиях гипергомоцистеинемии является фактором развития мигрени в экспериментальных моделях. Таким образом, быстрое развитие фотофобии и гипералгезии, усиление тревожности и у животных с гипергомоцистеинемией при действии нитроглицерина свидетельствует о связи высоких доз гомоцистеина и развитии мигрени.

#### *Список литературы*

1. Harrington M.G., Chekmenev E.Y., Schepkin V., Fonteh A.N., Arakaki X. 2011. Sodium MRI in a rat migraine model and a neuron simulation study support a role for sodium in migraine. *Cephalalgia* 31, 1254-1265.
2. Амелин А.В., Игнатов Ю.Д., Скоромец А.А. 2001. Мигрень (патогенез, клиника и лечение) Санкт-Петербургское медицинское издательство
3. Bates E.A., Nikai T., Brennan K.C., Fu Y.H., Charles A.C., Basbaum A.I., Ptacek L.J., Ahn A.H. 2010 Sumatriptan alleviates nitroglycerin-induced mechanical and thermal allodynia in mice. *Cephalalgia* 30, 170–178.
4. Gaifullina A.S., Lazniewska J., Gerasimova E.V., Burkhanova G.F., Rzhpetskiy Y., Tomlin A., Rivas-Ramirez P., Huang J., Cmarko L., Zamponi G.W., Sitdikova G.F., Weiss N. 2019. A potential role for T-type calcium channels in homocysteinemia-induced peripheral neuropathy. *Pain*, 160(12), 2798-2810.

## **Формирование ассоциации между словом и движением связано с усилением бета осцилляций после движения<sup>1</sup>**

*А.А. Павлова<sup>1,2</sup>, А.Ю. Николаева<sup>1</sup>, В.В. Скавронская<sup>1</sup>,  
Н.Б. Тюленев<sup>1</sup>, А.О. Прокофьев<sup>1</sup>, Т.А. Строганова<sup>1</sup>, Б.В. Чернышев<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*МГППУ, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*НИУ ВШЭ, Москва, Россия*

*anne.al.pavlova@gmail.com*

*Ключевые слова: формирование ассоциаций, бета-активность, моторные программы, семантика.*

Слова, обозначающие движения частей тела, остаются популярной моделью в нейрокогнитивных исследованиях проблемы телесно укорененного познания. В данной работе мы исследовали нейрофизиологические корреляты усвоения человеком семантики псевдослов через повторяющуюся ассоциацию псевдослова и означаемого им движения. Мы отвечали на вопрос, как изменяются мозговые процессы, обеспечивающие подготовку и реализацию движения, если они совершаются с целью запоминания его связи с новым псевдословом. В качестве показателя работы систем инициации и контроля движения мы использовали динамику сенсомоторных бета осцилляций (15–25 Гц) в активности коры больших полушарий. Известно, что десинхронизация корковых бета осцилляций перед и сразу после движения отражает активацию этих систем, тогда как усиление бета осцилляций (БО), напротив, характеризует их активное торможение (Jurkiewicz et al. 2006). При этом, усиление БО, возникающее вслед за некоторыми движениями, связывают с торможением инициации новых движений, необходимым для удержания в памяти существующей моторной программы или в когнитивных задачах - сенсомоторной установки (Engel and Fries 2010). Мы предположили, что подобная функция пост-двигательного торможения должна быть чрезвычайно востребована при совершении движений, подтверждающих, что испытуемый начал запоминать их ассоциацию с определенным псевдословом.

Двадцать восемь испытуемых приняли участие в исследовании (все правши, без неврологических заболеваний). Мы использовали новую экспериментальную парадигму, в которой испытуемые, активно двигая конечностями (правой или левой рукой или ногой), методом «проб и ошибок» устанавливали однозначную связь между слуховым предъявлением 4

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-02168).

псевдослов и движением одной из конечностей. После каждой двигательной реакции на псевдослово испытуемый получал обратную связь. Магнитоэнцефалография (306 сенсоров) регистрировалась в 3 экспериментальных условиях: 1) поисковые случайные движения в начале сессии обучения, когда испытуемый пытался установить связь между псевдословом и движением той или иной конечности; 2) целевые движения в конце экспериментальной сессии, которые испытуемый совершал избирательно в ответ на определенное псевдослово; 3) спонтанные движения, совершаемые испытуемым вне сессии ассоциативного обучения.

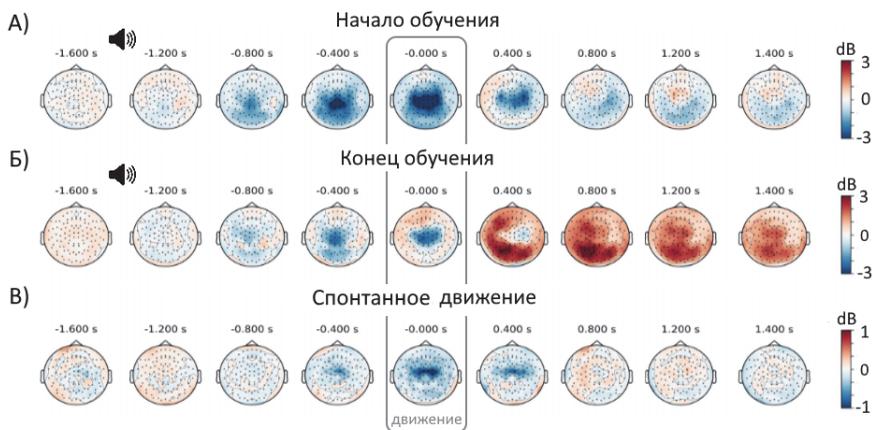


Рис. 1. Топография мощности бета-ритма (15-30 Гц):  
 А) начале процесса научения;  
 Б) конце обучающей серии;  
 В) задаче спонтанного движения конечностями

Результаты показали, что в период подготовки и реализации движения БО подавлялись во всех трех экспериментальных условиях, при этом глубина подавления была максимальна при поисковых движениях и минимальна – при спонтанных (рис. 1). Вероятно, динамика подавления БО соответствует величине нагрузки на систему выбора и инициации движения в трех условиях: при поисковых движениях нагрузка на нее высока из-за нескольких конкурирующих моторных программ, она снижается к целевым движениям, когда вероятность выбора одной из программ резко возрастает, и ничтожно мала для спонтанных движений. Такая интерпретация соответствует известному факту, что падение мощности бета-ритма тем больше, чем больше число конкурирующих моторных программ (Grent et al. 2013).

Наиболее новой и интересной находкой данной работы оказалась динамика усиления БО после движения в зависимости от стадии ассоциативного обучения. В соответствии с исходной гипотезой, резкое усиление БО в течение первых 400 мс после начала движения характеризовало исключительно целевые движения, тогда как поисковые и спонтанные движения, напротив, вызывали подавление БО в том же временном интервале (рис. 1). Таким образом, полученные данные впервые демонстрируют, что ассоциативное обучение словам, означающим движения частей тела, сопровождается чрезвычайно выраженным усилением бета осцилляций сразу по окончании целевого движения. В нашем эксперименте в конце обучающей сессии происходило упрочение только что сложившегося следа памяти, интегрирующего программу совершенного движения и слуховой стимул. Исходя из этого, мы предполагаем, что всплеск бета осцилляций, наступающий сразу после совершения целевых движений, отражает активное торможение, способствующее удержанию в кратковременной памяти только что выработанной «сенсомоторной установки».

#### *Список литературы*

1. Engel A. K., Fries P. 2010. Beta-band oscillations—signalling the status quo? *Current opinion in neurobiology*, 20(2), 156-165.
2. Grent T., Oostenveld R., Jensen O., Medendorp W. P., Praamstra P. 2013. Oscillatory dynamics of response competition in human sensorimotor cortex. *Neuroimage*, 83, 27-34.
3. Jurkiewicz M. T., Gaetz W. C., Bostan A. C., Cheyne D. 2006. Post-movement beta rebound is generated in motor cortex: evidence from neuromagnetic recordings. *Neuroimage*, 32(3), 1281-1289.

## **Факторная структура функционального состояния детей 6-7 лет и информативные показатели его диагностики**

*И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова*  
*Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия*  
*i.krivolapchuk@mail.ru*

*Ключевые слова: функциональное состояние, структура, факторы, информативные показатели, возрастные особенности, половой диморфизм.*

Функциональное состояние (ФС) отражает общие закономерности жизнедеятельности целостного организма в его сложнейших взаимосвязях со средой обитания. Согласно современным представлениям для раскрытия содержания понятия ФС как интегральной характеристики организма целесообразно использовать ключевые принципы системного подхода (Анохин 1996, Медведев 1998, Drack 2015, Millius and Ueda 2017, Nassiri et al. 2018). Описывая ФС как систему, в качестве элементарных структур выделяют функции и процессы физиологического, психологического и поведенческого уровней (Фарбер и Безруких 2001, Данилова 2012, Илюхина 2018, Леонова и Кузнецова 2019, Прохоров 2020).

На основе взаимодействия этих звеньев многоуровневой системы формируется ФС для достижения полезного приспособительного результата. Определение особенностей ФС организма, выявление факторов, характеризующих его структуру и специфику организации у детей разного возраста и пола, является одной из важных задач физиологии развития. Вместе с тем структура ФС детей 6-7 лет в рассматриваемом контексте не исследовалась, её возрастные и половые особенности не анализировались.

Цель исследования – выявить факторную структуру функционального состояния детей 6-7 лет и определить информативные показатели для его оценки.

**Методика.** В исследовании приняли участие практически здоровые мальчики ( $n = 110$ ) и девочки ( $n = 118$ ) 6-7 лет. Испытуемые не имели каких-либо противопоказаний для выполнения тестовых нагрузок, не употребляли лекарств и продуктов, содержащих кофеин. Организация исследования соответствовала требованиям Хельсинской декларации. Обследование осуществлялось в состоянии покоя, а также при выполнении тестовых когнитивных заданий с комфортной и максимальной скоростью. Моделью когнитивной нагрузки служила работа с фигурными таблицами.

Изучение ФС осуществлялась на основе использования комплекса физиологических, психологических и поведенческих показателей. Регистри-

ровали:  $\omega$ -потенциал, сердечный ритм, артериальное давление крови, рассчитывали интегральные показатели вегетативного баланса. Определяли комплекс показателей эффективности и психофизиологической цены познавательной деятельности. Использовали тесты и показатели, позволяющие оценить состояние механизмов энергообеспечения скелетных мышц и физическую работоспособность. Батарея контрольных упражнений включала показатели, характеризующие развитие основных физических качеств. Для определения эмоционального состояния и личностных особенностей использовали методики психодиагностики. Изучение заболеваемости осуществлялось на основе анализа содержания медицинских справок и записей в индивидуальных медицинских картах. Для выявления структуры ФС и информативных показателей его оценки применяли факторный анализ – метод главных компонент с последующим вращением референтных осей по Варимакс-критерию. Возможность проведения факторного анализа оценивалась с помощью критерия Кайзера-Мейера-Олкина (КМО). Выборка рассматривалась как приемлемая, если величина этого критерия превышала 0,6.

**Результаты исследования.** В ходе исследования выявлены шесть основных факторов, определяющих структуру ФС организма детей 6-7 лет: вегетативная регуляция физиологических функций; эффективность когнитивной деятельности; физическая работоспособность; гемодинамическое обеспечение когнитивной деятельности; неспецифическая устойчивость организма; эмоциональный статус. Данные факторы рассматриваются как специфические аспекты ФС, характеризующие активность различных функциональных систем, слаженно взаимодействующих в целях достижения полезных для организма приспособительных результатов. Они иерархически связаны с ФС организма, как системой более высокого уровня.

Результаты сопоставления факторных структур ФС у мальчиков и девочек 6-7 лет показывают, что выделенные аспекты ФС могут рассматриваться в качестве наиболее стабильных его компонентов, формирующихся в ходе индивидуального развития, независимо от половой принадлежности детей. Установлено, что мальчики и девочки 6-7 лет существенно отличаются по вкладу рассматриваемых факторов в обобщенную дисперсию выборки, занимаемой позиции в структуре ФС и числу переменных, входящих в их состав. Все это, по-видимому, отражает особенности организации систем вегетативной регуляции физиологических функций, эффективности когнитивной деятельности, энергетического обеспечения мышечной работы и физической работоспособности, неспецифической резистентности организма и эмоционального статуса, обусловленные половой принадлежностью детей.

Выявленные особенности факторной структуры ФС в целом указывают на необходимость обоснования новых подходов к оценке приспособительных возможностей организма и оптимизации ФС детей 6-7 лет дифференцированно в зависимости от их пола. Сравнение полученных результатов с результатами ранее опубликованных нами работ показало, что выявленная факторная структура ФС детей 6-7 лет в значительной степени совпадает со структурами ФС детей 5-6, 9-10 и 13-14 лет. Вместе с тем у детей разных возрастных групп существенно изменяется место выделенных факторов в структуре ФС организма. Эти изменения, по-видимому, отражают не только индивидуальные особенности развертывания наследственной программы в разные периоды онтогенеза в определенных условиях среды, но и общие закономерности роста и развития. К последним, прежде всего, относятся системогенез, сенситивные и критические периоды развития, возрастающая гетерогенность тканей организма, повышение специфичности реакций, увеличивающаяся надежность биологической системы, гетерохрония, адаптивность, нелинейность развития (Анохин 1996, Фарбер и Безруких, 2001).

**Заключение.** Установлено, что на фоне выявленной общности структуры ФС организма у мальчиков и девочек 6-7 лет по-разному распределены вклады данных факторов в обобщенную дисперсию выборки. Различия касаются и состава психофизиологических показателей, интегрированных в отдельные факторы и их весовых коэффициентов. С учетом данного обстоятельства определены наиболее информативные показатели и разработаны сопоставительные нормы, пригодные для экспресс-оценки ФС мальчиков и девочек рассматриваемой возрастной группы.

#### *Список литературы*

1. Анохин П.К. 1996. Кибернетика функциональных систем: избранные труды. М.: Медицина, 400.
2. Медведев В.И. 1998. Взаимодействие физиологических и психологических механизмов в процессе адаптации. Физиология человека 24, № 4, 7-13.
3. Drack M. 2015. Ludwig von Bertalanffy's organismic view on the theory of evolution. J Exp Zool B Mol Dev Evol. 324, №2, 77-90.
4. Millius A., Ueda H.R. 2017. Systems Biology-Derived Discoveries of Intrinsic Clocks. Front Neurol. 8, 25.
5. Nassiri V., Lovik A., Molenberghs G., Verbeke G. 2018. On using multiple imputation for exploratory factor analysis of incomplete data. Behav Res Methods. 50 (2), 501-517.
6. Фарбер Д.А., Безруких М.М. 2001. Методологические аспекты изучения физиологии развития ребенка. Физиология человека, 27(5), 8-16.
7. Данилова Н.Н. 2012. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 372.

8. Илюхина В.А. 2018. Научные предвидения в познании принципов жизнедеятельности мозга человека, их развитие и реализация. СПб.: Институт мозга РАН, 338 с.

9. Леонова А.Б., Кузнецова А.С. 2019. Структурно-интегративный подход к анализу функциональных состояний: история создания и перспективы развития. Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология 1, 13-33.

10. Прохоров А.О. 2020. Структурно-функциональная модель ментальной регуляции психических состояний субъекта. Психологический журнал 41(1), 5-17.

## **Исследование фонологического дефицита у русскоязычных детей с дислексией<sup>1</sup>**

*С.В. Дорофеева<sup>1</sup>, В.А. Решетникова<sup>1</sup>, Е.В. Искра<sup>1,2</sup>, Д.Н. Горанская<sup>1</sup>,  
А.С. Зырянов<sup>1</sup>, Е.А. Гордеева<sup>1</sup>, М.Н. Серебрякова<sup>2</sup>,  
Т.В. Ахутина<sup>3</sup>, О.В. Драгой<sup>1,4</sup>*

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Центр патологии речи и нейрореабилитации, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>Федеральный центр мозга и нейротехнологий, Москва, Россия  
sdorofeeva@hse.ru*

*Ключевые слова: младшие школьники, чтение, фонологическая обработка, дислексия фонематическое восприятие, фонематический анализ, лингвистические тесты, трудности обучения.*

Исследования связи фонологического дефицита и нарушений чтения на материале английского языка проводятся в течение десятилетий (Swan and Goswami 1997; Hogan et. al. 2005, Wagner and Torgesen 1987). Несмотря на то, что было показано, что чтение на кириллице отличается от чтения на латинице (Laurinavichyute et al. 2019), до сих пор влияние нарушений фонологической обработки на чтение не изучалось экспериментально на материале языков с кириллической письменностью – как в русском. Чтобы восполнить этот пробел, мы исследовали навыки фонологической обработки у русскоязычных детей младшего школьного возраста с дислексией, а также проанализировали связь фонологического дефицита со скоростью чтения.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект No. 17-29-09122.

В исследовании приняли участие 100 монолингвальных русскоговорящих детей, 55 детей с диагностированной клиническими специалистами Центра патологии речи и нейрореабилитации дислексией, подтвержденной субнормативными показателями чтения, и 45 детей без дислексии с нормативными показателями чтения. У всех детей было нормальное или скорректированное до нормального зрение, нормальных слух, нормативные показатели уровня невербального интеллекта, оцененные с помощью цветных прогрессивных матриц Равена (Равен 2004), родители подтвердили отсутствие истории неврологических заболеваний. Развитие навыков чтения оценивалось с помощью Стандартизированной методики исследования навыков чтения (СМИНЧ, Корнев, Ишимова 2010), сравнение с нормативными показателями производилось на основе актуальных данных для СМИНЧ (Дорофеева и др. 2019). Уровень фонологической обработки оценивался с помощью стандартизированной батареи фонологических тестов ЗАРЯ (Звуковой Анализ Русского Языка, Дорофеева и др. 2018), являющейся автоматизированным приложением для планшета системы Android и состоящей из семи субтестов («Дискриминация фонем», «Лексическое решение», «Повторение псевдослов», «Наличие звука в слове», «Первый звук в слове», «Количество звуков в слове», «Замена звука в псевдослове»).

Статистический анализ показал, что две группы детей (с дислексией и типично осваивающих чтение), не различаясь статистически значимо по возрасту, показателям невербального интеллекта и успешности выполнения двух самых простых фонологических тестов батареи ЗАРЯ («Дискриминация фонем» и «Лексическое решение»), значимо различаются по скорости чтения ( $t(98) = -9.72, p = 0.001$ ) и успешности выполнения всех более сложных фонологических тестов: «Повторение псевдослов» ( $t(98) = -3.76, p = 0.001$ ), «Первый звук в слове» ( $t(98) = -4.93, p = 0.001$ ), «Наличие звука в слове» ( $t(98) = -3.59, p = 0.001$ ), «Количество звуков в слове» ( $t(98) = -3.33, p = 0.001$ ), «Замена звука в псевдослове» ( $t(98) = -3.54, p = 0.001$ ). Кроме того, корреляционный анализ в объединенной группе 100 детей с и без дислексии показал, что скорость чтения значимо положительно коррелирует только с успешностью в самых сложных фонологических субтестах: «Наличие звука в слове» ( $r = 51, p < 0.001$ ), «Количество звуков в слове» ( $r = 43, p < 0.001$ ) и «Замена звука в псевдослове» ( $r = 52, p < 0.001$ ).

Таким образом, мы впервые показали, что по мере усложнения задания за счет повышенного вовлечения фонологической рабочей памяти или манипуляций фонологическим материалом способность фонологических тестов предсказывать скорость чтения увеличивается, с наибольшей предсказательной способностью у самых сложных тестов. Полученные результаты имеют непосредственное значение как для дальнейших междисциплинар-

ных исследований дислексии, так и для клинической практики. В соответствии с этими результатами, различие детей с дислексией, имеющих нарушения фонологической обработки и не имеющих таковых, должны базироваться на результатах тестирования именно сложными фонологическими тестами как наиболее показательными и дискриминативными.

#### *Список литературы*

1. Swan, D., Goswami, U. 1997. Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 18–41.
2. Hogan, T.P., Catts, H.W., Little, T.D. 2005. The Relationship Between Phonological Awareness and Reading: Implications for the Assessment of Phonological Awareness. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 36(4), 285–293.
3. Wagner, R.K., Torgesen, J.K. 1987. The nature of phonological processing and its casual role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192–212.
4. Laurinavichyute A., Sekerina I.A., Alexeeva S.V., Багдасарян К.А., Kliegl R. 2019. Russian Sentence Corpus: Benchmark measures of eye movements in reading in Russian. *Behavior Research Methods* 51(3), 1161–1178.
5. Равен Дж. 2004. Цветные прогрессивные матрицы Равена. М.: Когито-Центр.
6. Корнев А.Н., Ишимова О.А. 2010. Методика диагностики дислексии у детей. Методическое пособие. СПб.: Издательство Политехнического университета.
7. Дорофеева С.В., Решетникова В.А. Серебрякова М.Н., Горанская Д.Н., Ахутина Т.В., Драгой О.В. 2019. Оценка диагностической валидности Стандартизированной методики исследования навыков чтения на русском языке и проверка актуальности имеющихся нормативных данных // *Российский журнал когнитивной науки*, 6(1), 14–24.
8. Дорофеева С.В., Решетникова В.А., Зырянов А.С., Горанская Д.Н., Гордеева Е., Серебрякова М., Ахутина Т., Драгой О.В. 2018. Батарея тестов для выявления особенностей фонологической обработки у русскоязычных детей: данные нормы и группы детей с дислексией // *Восьмая международная конференция по когнитивной науке: тезисы докладов*. М.: Институт психологии РАН, 331–333.

## Исследование роли когнитивных функций при помощи вызванной ритмической активности мозга

*М.А. Павловская, Е.К. Айдаркин  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия  
mpavlovskaya@mail.ru, aek@sfedu.ru*

Ключевые слова: *внимание, восприятие, дельта, тета, альфа ритмы мозга.*

Известно, что нейронные колебания мозга на различных частотах образуют иерархию скоординированной деятельности, циклическим образом модулируя когнитивные процессы (Thut et al., 2012), усиливая или подавляя обнаружение внешних раздражителей (Schroeder et al., 2010).

Основными моделями межсенсорной обработки являются обработка с обратной связью, модуляция внимания и прогнозирующее кодирование (Keil, Senkowski, 2018). Динамическая обработка с обратной связью отражается в увеличении тета-, альфа- и бета-ритмов, снижении мощности альфа- и бета-диапазона и увеличении мощности локального гамма-диапазона. Взаимное влияние между первичными областями коры отражается в низкочастотных колебаниях дельта- и тета-диапазонов. Модуляция внимания отражается в локальной мощности в альфа-, бета- и гамма-диапазонах, а также в функциональных связях альфа- и бета-ритмов. Top down контроль отражается в функциональной связи тета-диапазона между лобной и сенсорной областями. Прогнозирующее кодирование связано с модуляцией одной сенсорной модальности, влияя на обработку информации в другой модальности. Нисходящее влияние этих предсказаний отражено в гамма-полосе, мощности тета- и гамма-диапазонах, и функциональной связности бета-диапазона. Нарушения прогнозов отражаются в увеличении мощности гамма-диапазона и функциональной связности.

Взаимодействие кросс-частотных связей между низкой (1–8 Гц) и высокой (30–120 Гц) частотами коррелирует с подавлением внимания; между дельта и альфа-ритмами играют противоположные роли в избирательном внимании (Lakatos et al., 2005); между тета (4–7 Гц) и альфа-диапазонами (8–13 Гц) ассоциированы с постоянным вниманием и торможением (Thut et al., 2012).

Для изучения механизмов игнорирования или привлечения внимания к отдельным стимулам в паттерне использовалась сенсорная (прямая, обратная и охватывающая) маскировка.

Регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ), времени реакции (ВР) и режим стимуляции осуществлялись с помощью компьютерного энцефало-

графа «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). ЭЭГ 115 человек записывалась в 21 стандартном отведении с полосой пропускания 0,5-70 Гц. Оцифрованная ЭЭГ экспортируется в среду MATLAB для дальнейшей обработки. В условиях обратной маскировки целевой стимул предшествует маскеру, а при прямой – наоборот. Процедура охватывающей маскировки представляет совокупность трех стимулов одной или разных модальностей, где первый и третий стимулы – маскировочные, второй – целевой стимул. В качестве дифференцировочных целевых стимулов использовались тоны частотой 1,0 и 1,2 кГц, интенсивностью 80 дБ, длительностью 30 мс или 1-2 вспышки, длительностью 2 мс, яркостью 9 кД. Вероятность целевых стимулов составляла 0,85; 0,5 и 0,15. Маскерами были 30 мс тон частотой 1,1 кГц, 90 дБ или 5 мс вспышка, яркостью 9 кД. Межмаскировочные интервалы составляли 500, 300, 200, 100 и 50 мс. Протестировано 115 человек без видимых патологий органов зрения и слуха.

Анализ изопотенциальных карт дельта и тета ритмических составляющих ССП, отражающих изменение корково-подкорковых и корково-корковых связей, в условиях одно- и разномодальной охватывающей маскировки показал, что независимо от модальности и порядка следования целевого стимула и маскера: 1) восприятие маскера связано с десинхронизацией дельта-ритма и доминированием тета-ритма ССП; 2) дифференцировка целевых стимулов связана с повышением дельта-ритма и снижением тета-ритма, что может быть связано с формированием направленного \ селективного внимания к ним; 3) флуктуация авторитмичности альфа-ритма (лобный и теменно-затылочный фокусы), возможно, организует межмодальную сенсомоторную интеграцию посредством направления внимания на воспринимаемый стимул. Мы предполагаем, что увеличение дельта колебаний ССП связано с привлечением внимания к целевому стимулу, а тета – с игнорированием маскировочного стимула. Однако взаимодействие дельта- и тета-ритмов, по литературным данным, проявляется в фазово-амплитудной координации ритмов, которая заключается в том, что фаза низкочастотных колебаний модулирует амплитуду более высокочастотных осцилляций в иерархическом порядке. Это происходит в обоих гиппокампах (Buzsáki et al., 2012) и неокортексе (Lakatos et al., 2007), что позволяет обрабатывать и передавать информацию по иерархии частотного диапазона (временной шкале) (Calderone et al., 2014; Harmony, 2013).

Следовательно, мозговые колебания могут способствовать обработке информации в мозге человека различными способами, создавая гибкую динамичную систему, работающую по принципу суперпозиции / синергичности или мультиплексирования.

1. Buzsáki G, Anastassiou CA, Koch C. (2012). The origin of extracellular fields and currents-EEG, ECoG, LFP and spikes. *Nat Rev Neurosci.* 13(6):407-20.
2. Calderone DJ, Lakatos P, Butler PD, Castellanos FX. (2014). Entrainment of neural oscillations as a modifiable substrate of attention. *Trends Cogn Sci.* (6):300-9.
3. Harmony T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Front Integr Neurosci.* 7:83.
4. Keil J, Senkowski D. (2018). Neural Oscillations Orchestrate Multisensory Processing. *Neuroscientist.* 24(6):609-626.
5. Lakatos P, Chen CM, O'Connell MN, Mills A, Schroeder CE. (2007). Neuronal oscillations and multisensory interaction in primary auditory cortex. *Neuron.* 53(2):279-92.
6. Thut G, Miniussi C, Gross J. (2012). The functional importance of rhythmic activity in the brain. *Curr Biol.* 22(16): P. 658-63.
7. Schroeder CE, Wilson DA, Radman T, Scharfman H, Lakatos P. (2010). Dynamics of Active Sensing and perceptual selection. *Curr Opin Neurobiol.* 20(2):172-6.

## Нейрофизиологические корреляты особенностей принятия решений у больных депрессией<sup>1</sup>

А.Ф. Изнак, Е.В. Изнак, Т.И. Медведева, И.В. Олейчик  
ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия  
iznak@inbox.ru

Ключевые слова: *принятие решений, депрессия, количественная ЭЭГ, слуховые когнитивные вызванные потенциалы, сенсомоторные реакции, WCST, IGT.*

**Введение.** В современной психиатрии все большее внимание уделяется нейрокогнитивным дефицитам, которые не только вносят существенный вклад в социальную дезадаптацию пациентов, но и имеют важное значение для ранней диагностики и прогноза течения психических расстройств. Одним из проявлений таких дефицитов является нарушение процессов принятия решений. Депрессия является одним из самых распространенных социально-значимых психических заболеваний и имеет крайне неблагоприятные экономические, демографические и социальные последствия. При этом, хотя до 60 % больных депрессией проявляют признаки нарушений когнитивных функций (памяти, внимания, исполнительных функций, снижения скорости психомоторных реакций), нейрокогнитивные дефициты при де-

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано грантом РФФИ № 18-01-00029а.

прессии изучены относительно слабее по сравнению с аналогичными расстройствами при шизофрении (Reichenberg et al., 2009).

**Целью** исследования был анализ связи нарушений принятия решений в модельных экспериментальных ситуациях с нейрофизиологическими показателями у больных депрессией.

**Материал и методы.** Мультидисциплинарное клинико-психолого-нейрофизиологическое исследование было проведено с соблюдением современных норм биомедицинской этики на 40 больных (все женщины, праворукие, 20-50 лет, средний возраст  $36,3 \pm 12,8$  лет) с депрессивными состояниями легкой и умеренной степени тяжести, отвечающими критериям рубрик F31.3, F33.0 и F33.1 по МКБ-10. Средняя по группе оценка значения тяжести депрессии по шкале Гамильтона (HDRS-17) до начала курса терапии составила  $22,3 \pm 5,2$  баллов.

До начала курса терапии у всех пациентов записывалась многоканальная фоновая электроэнцефалограмма (ЭЭГ) в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами с последующим спектральным анализом в 8 узких частотных поддиапазонах, а также регистрация слуховых когнитивных вызванных потенциалов в парадигме odd ball.

Исследование функции принятия решений проводилось на следующих экспериментальных моделях: простая сенсомоторная реакция на слуховой стимул, сенсомоторная реакция двух-альтернативного выбора в парадигме odd ball, Висконсинский тест сортировки карточек (Wisconsin Card Sorting Test – WCST) (Heaton, 2003) и Айовская Игровая Задача (Iowa Gambling Task – IGT) (Must et al., 2013).

Результаты психометрического исследования пациентов сравнивались с результатами группы из 50 здоровых испытуемых того же пола и возраста с применением методов описательной статистики. Для выявления связей между клиническими, психологическими и нейрофизиологическими показателями в группе больных депрессией применялись методы кластерного и корреляционного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** У больных депрессией, по сравнению со здоровыми испытуемыми, выявлен дефицит принятия решений, основанных как на логике (в тесте WCST), так и на эмоциональном научении (в тесте IGT), а также большие значения времени сенсомоторных реакций и пиковой латентности поздних компонентов (P2, N2 и P3) слуховых когнитивных вызванных потенциалов.

Более низкие показатели выполнения психометрических тестов (WCST и IGT) положительно коррелировали с большей выраженностью депрессивной симптоматики по шкале HDRS-17.

Трудности принятия решений на основе логики (при выполнении теста WCST) ассоциировались с большими значениями спектральной мощности дельта-поддиапазона ЭЭГ (2-4 Гц) и с большей пиковой латентностью волн

P2, N2 и P3 слуховых когнитивных вызванных потенциалов в лобно-центрально-височных отведениях, что отражает сниженное функциональное состояние передних областей коры головного мозга – «гипофронтальность».

При выполнении теста IGT относительно более высокие показатели принятия решений на основе эмоционального научения были связаны с большими значениями спектральной мощности тета2 (6-8 Гц) и альфа1 (8-9 Гц) поддиапазонов фоновой ЭЭГ в большинстве отведений, что отражает сниженное функциональное состояние коры и повышенную активность лимбических структур головного мозга.

**Выводы.** При депрессии наблюдаются нарушения принятия решений как в простых модельных ситуациях (сенсомоторные реакции), так и в более сложных моделях принятия решений, основанных как на логике (в тесте WCST), так и на эмоциональном научении (в тесте IGT). Этот нейрокогнитивный дефицит выражен сильнее при большей тяжести депрессии. Полученные данные позволяют предполагать, что «гипофронтальность», обуславливающая затруднения в принятии решений, требующих логического мышления, приводит к растормаживанию других отделов коры, а также лимбических структур головного мозга, повышение активации которых может опосредовать относительно более высокие показатели эмоционального научения.

#### *Список литературы*

1. Reichenberg A., Harvey P.D., Bowie C.R., Mojtabai R., Rabinowitz J., Heaton R.K., Bromet E. 2009. Neuropsychological function and dysfunction in schizophrenia and psychotic affective disorders. *Schizophr. Bull.* 35, 1022-1029.
2. Heaton R.K. 2003. WCST: CV4. Wisconsin Card Sorting Test: Computer Version 4 (Research Ed.). Lutz: Psychological Assessment Resources.
3. Must A., Horvath S., Nemeth V.L., Janka Z. 2013. The Iowa Gambling Task in depression - what have we learned about sub-optimal decision-making strategies? *Front. Psychol.* 4. 732.

## Связь когнитивной гибкости и особенностей устной связной речи у детей 5-6 лет<sup>1</sup>

Е.С. Ощепкова<sup>1</sup>, Д.А. Бухаленкова<sup>2</sup>, А.Н. Веракса<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт языкознания РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
oshchepkova\_es@iling-ran.ru

Ключевые слова: *детская речь, регуляторные функции, когнитивная гибкость, нарративы.*

Связь регуляторных функций и речи у детей остается актуальной проблемой для целого ряда наук: онто- и психолингвистики, возрастной и педагогической психологии, теории коммуникации, нейропсихологии и нейролингвистики. Данные зарубежных исследований часто противоречат друг другу в том, что касается направленности влияния этих психических функций друг на друга, в частности тех аспектов языка, которые находятся во взаимозависимости с когнитивной гибкостью. В одних исследованиях когнитивная гибкость не является предиктором способности ребенка понимать речь (Simless 2017). В некоторых исследованиях было показано, что развитие речи является значимым предиктором развития когнитивной гибкости (Fuhs 2014). В других, наоборот, утверждается, что именно уровень развития регуляторных функций выступает предиктором развития речевых навыков у детей дошкольного возраста (Weiland 2013). Наконец, есть работы, в которых постулируется двусторонняя связь между этими функциями с преобладанием влияния уровня развития речи на регуляторные функции (Bohlmann 2015; Slot 2018). Отметим, что в России подобные исследования до сих пор не проводились. Задача установить степень взаимовлияния когнитивной гибкости и устной речи у дошкольников речи важна как для теоретической психологии и нейронауки, так и для практики, в частности, для преодоления задержек в развитии речи и других ВПФ у детей, особенно при их поступлении в школу и подготовке к ней.

Чтобы понять, как когнитивная гибкость и устная речь дошкольников связаны между собой, мы использовали как психологические, так и нейролингвистические методики. Для оценки когнитивной гибкости дошкольников в нашем исследовании была использована методика «Сортировка карт по изменяемому признаку» («Dimensional Change Card Sort») (Zelazo 2006). Для оценки уровня развития речи детей применялась целая батарея методик (Корнев 2006), однако для диагностики связной речи наилучшим образом

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-09112.

зарекомендовали себя нейролингвистические методики, введенные в научный оборот А.Р. Лурией и адаптированные для детей Т.В. Ахутиной и ее коллегами (2016). В частности, нами были использованы методика «Пересказ текста» и «Составление рассказа по картинке». Полученные от детей тексты-высказывания оценивались с помощью как нейролингвистических критериев, разработанных и введенных в широкий научный оборот Т.В. Ахутиной (2016), так и критериев, восходящих к лингвистике текста и теории речевых актов (Van Dijk, 1978).

Выборку составили 287 детей (145 девочек и 142 мальчика) в возрасте 5-6 лет (средний возраст 68,4 мес.,  $Sd = 5,8$  мес.), посещавших старшую группу детских садов г. Москвы.

По результатам первого этапа анализа и статистической обработки результатов проведенных методик были получены корреляционные зависимости, показывающие значимые взаимосвязи уровня когнитивной гибкости с развитием речи по целому ряду показателей. Прежде всего, это значимые взаимосвязи с теми речевыми функциями, которые отражают уровень развития 3-го блока (блока программирования и контроля по А.Р. Лурия) (Ахутина 2016): смысловая полнота, адекватность, программирование рассказа, а также соблюдение нарративной структуры и тип нарратива. Кроме того, значимые корреляции были найдены между когнитивной гибкостью ребенка и общим уровнем развития его речи (количество слов, синтагм и предложений). Причем данные взаимосвязи оказались выявлены и для пересказа, и для самостоятельного рассказа по картинке.

Для интерпретации полученных результатов наилучшим образом подходит нейропсихологическая теория, основанная на идеях А.Р. Лурии и разработанная для детей Т.В. Ахутиной и ее коллегами (2016), которые показали, что смысловая полнота, адекватность и программирование рассказа ребенка отражают уровень развития его третьего блока программирования и контроля. С другой стороны, когнитивная гибкость, похожа на нейропсихологическую пробу «Точки» (Корнеев 2019) и также измеряет уровень развития третьего блока мозга по А.Р. Лурии. В практическом плане это дает возможность психологу-практику определить, чем обусловлены трудности ребенка и его проблемы, связанные с трудностями обучения в школе или при подготовке к ней, и подобрать необходимые задания и упражнения на развитие именно этого блока мозга.

#### *Список литературы*

1. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. и др. 2016. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет. М.: В.Секачев
2. Корнев А.Н. 2006. Основы логопатологии детского возраста: клинические и психологические аспекты. – СПб.: Речь.

3. Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В. 2019. Компьютерные методы нейропсихологической диагностики // Вестн БДПУ. Серия 1 №2. С.84-89.
4. Bohlmann N.L., Maier M.F., Palacios N. 2015. Bidirectionality in self-regulation and expressive vocabulary: Comparisons between monolingual and dual language learners in preschool // Child development. V. 86. № 4. P. 1094–1111.
5. Fuhs M.W., Day J.D. 2011. Verbal ability and executive functioning development in preschoolers at head start // Developmental Psychology. V. 47. № 2. P. 404.
6. Simlesa S., Ceganec M., Ljubescic M. 2017. The Role of Executive Functions in Language Comprehension in Preschool Children // Psychology. V. 8. № 2. P. 227.
7. Slot P.L., von Suchodoletz A. 2018. Bidirectionality in preschool children's executive functions and language skills: Is one developing skill the better predictor of the other? // Early Childhood Research Quarterly. V. 42. P. 205–214.
8. Van Dijk T. 1978. Semantic Macro-Structures and Knowledge Frames in Discourse Comprehension // Cognitive Processes in Comprehension / Just M.A., Carpenter P.A. : Taylor & Francis, – P. 3-31.
9. Weiland C., Barata M. C., Yoshikawa H. 2014. The co-occurring development of executive function skills and receptive vocabulary in preschool-aged children: A look at the direction of the developmental pathways // Infant and Child Development. V. 23. № 1. C. 4–21.
10. Zelazo P.D. 2006. The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children // Nature protocols. V. 1. № 1. P. 297.

## **Параметры малоамплитудных движений верхних конечностей здоровых испытуемых во время решения сложной двигательно-когнитивной задачи с биоуправлением<sup>1</sup>**

*Н.Д. Бабанов<sup>1</sup>, Е.А. Бирюкова<sup>2</sup>, Э.Р. Джелдубаева<sup>2</sup>,  
Е.О. Касьянова, Е.Н. Чуян<sup>2</sup>, О.В. Кубряк<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина»,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет  
им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия  
n.babanov@nphys.ru*

*Ключевые слова: мышечные адаптации, электрическая активность мышц рук, управляющие движения рук, амплитуда электромиограммы, силовой джойстик.*

На сегодняшний день биологической обратной связи (БОС) и использованием силовых платформ приобретает все большую популярность в качестве метода коррекции множества двигательных нарушений (Чуян и др. 2019). В настоящее время в медицинской практике широкое распространение получило использование методов компьютерной стабилometрии, которые основным направлены на оценку функции равновесия, баланса тела у испытуемых. На наш взгляд актуальным является исследование силовых характеристик верхних конечностей, а также применение малоамплитудных тренировок с применением силовых платформ. В этом случае испытуемый может изменять траекторию центра давления на опору посредством специального джойстика, закрепленного неподвижно в центре силовой платформы (Джелдубаева и др. 2020).

Целью данной работы является оценка параметров малоамплитудных движений верхних конечностей здоровых добровольцев во время решения сложной двигательно-когнитивной задачи с биоуправлением по визуальному каналу.

Наблюдение выполнялось на 25 условно здоровых праворуких мужчинах-добровольцах в возрасте 20-25 лет на сертифицированной силовой платформе ST-150 (N ФСР 2010/07900; RU.C.39.004.A N 41201; GMDN: 43114 Balance/mobility management system platform, 43115 Balance/mobility management system application software. Силовой джойстик для ST-150 –

---

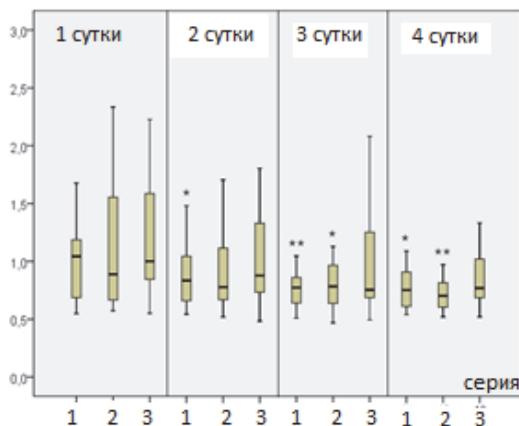
<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» гранта №АААА-А20-120012090164-8.

RU 2018145572/14(076192) с соблюдением современных этических норм. Процедура тестирования представляла собой серию из четырех повторяющихся тестов, на протяжении которых испытуемый трижды поочередно каждой руки производил управление траекторией метки на экране монитора, связанной с регистрируемыми силовой платформой усилиями. По результатам каждого теста рассчитывались такие показатели, как длина статокинезиограммы ( $L$ , мм), индекс энергозатрат по перемещению центра давления (ЦД) в плоскости опоры ( $Av$ , мДж/с), сила давления на платформу ( $F$ , Н) и, в качестве показателя оценки внешнего результата – время наведения центра давления на мишень ( $Tr$ , с). Статистическая обработка полученных данных произведена с помощью программы SPSS 17.0. с применением непараметрических критериев (критерий Фридмана, критерий Вилкоксона).

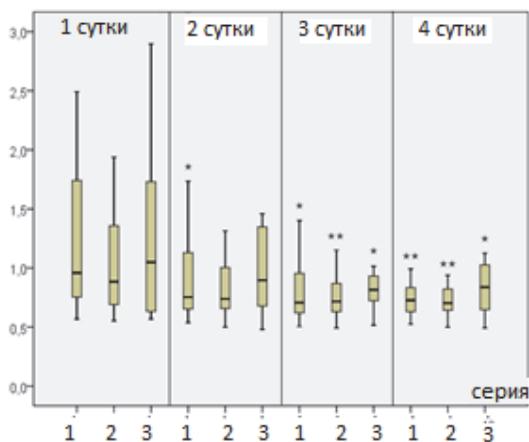
Анализ статокинезиограммы испытуемых в первой серии наблюдения, показал статистически значимые различия эффективности выполнения данной двигательной задачи с помощью правой и левой рук. Так, значения показателя силы давления на опору в первые сутки исследования составили 44,1 (39,2; 50,0) Н для правой, и 43,1 (41,1; 49,0) Н для левой руки соответственно. Длина статокинезиограммы – 3002 (2710; 3663) мм для правой и 3065 (2679; 3383) мм для левой руки.  $Av$  – 5753 (3861; 12304) мДж/с для правой руки и 4660 (3961; 9748) мДж/сек для левой руки. Также отметим значимые различия во времени наведения метки на мишень – 0,96 (0,75; 1,74) с, для левой – 1,04 (0,69; 1,18) с.

При оценке динамики изученных показателей стабилотрии уже со второй серии наблюдения было зарегистрировано их значимое снижение под влиянием курсового применения БОС по опорной реакции: силы давления на опору для правой руки на 4-7 % ( $p < 0,05$ ), для левой – на 2-3 % ( $p < 0,05$ ); длины на 10-11 % ( $p < 0,05$ ) для правой руки и на 8-9 % ( $p < 0,05$ ) для левой; времени наведения метки – на 15 и 28 % для правой и левой рук,  $Av$  для правой руки на 24 % ( $p < 0,05$ ) (рис. 1).

Отметим, что максимальные изменения значений изученных показателей зарегистрированы в четвертой серии исследования.  $F$  – на 7-11 % ( $p < 0,05$ ), для правой руки и на 5-7 % ( $p < 0,05$ ) для левой руки;  $L$  на 8-10 % ( $p < 0,05$ ) для обеих рук. Времени наведения метки снижение для правой руки на 24 % ( $p < 0,05$ ), для левой руки на 22 % ( $p < 0,05$ ). Отметим, что показатель  $Av$  в четвертые сутки снизился на 78 % ( $p < 0,05$ ) для левой руки, в то время как для правой статистически значимое увеличение данного показателя было зарегистрировано только для третьей серии 54 % ( $p < 0,05$ ).



А



Б

Рис. 1. Динамика показателя времени наведения центра давления на мишень (с) у исследуемых добровольцев для левой (А) и правой руки (Б) соответственно

*Примечание:* \* – достоверность различий  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  по критерию Фридмана.

В пилотном наблюдении обнаружено выполнение сложной двигатель-но-когнитивной задачи по визуальному каналу в короткой серии последовательных процедур оказывает влияние на силовые характеристики верхних конечностей испытуемых. Результативность выполнения задачи с использованием силовых платформ зависит как от управляющей руки, так и от длительности курсового воздействия. Полученные в нашем исследовании данные могут быть полезны при организации двигательной реабилитации у пациентов с нарушением моторики верхних конечностей, тренировки спортсменов для подбора оптимальных режимов адаптивного биоуправления.

#### *Список литературы*

1. Чуюн Е.Н., Бирюкова Е.А., Бабанов Н.Д. 2019. Двигательная реабилитация пациентов с нарушениями моторики верхних конечностей: анализ современного состояния исследований (обзор литературы) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – Т. 5. – № 1.
2. Джелдубаева Э.Р., Бирюкова Е.А., Махин С.А., Бабанов Н.Д., Чуюн Е.Н., Кубряк О.В. 2020. Максимальная амплитуда электромиограмм сгибателей и разгибателей рук в серии сеансов управления силовым джойстиком у здоровых добровольцев // Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова. Т. 106, № 1. – С. 44-54.

## **The role of areas of ventral visual cortex in color and shape information processing<sup>1</sup>**

*S. Kozlovskiy, A. Rogachev*

*Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
s\_t\_a\_s@mail.ru*

**Keywords:** *visual perception, ventral visual cortex, visual working memory.*

**Introduction.** Large amount of data suggest that various characteristics of visual stimuli are processed by the ventral part of the visual cortex. Although the areas of the brain responsible for the perception of complex objects such as faces are fairly well established, it was more difficult to localize cortex areas that process simpler visual characteristics such as the color and shape of objects. For example, there is conflicting data on the role of the hV4 area (*human V4*) in visual perception: some studies have found that this area is involved

---

<sup>1</sup> The research was financially supported by the Russian Science Foundation, project No 19-18-00474.

exclusively in the processing of color information (Bannert & Bartels, 2018) or other characteristics of stimuli (Seymour et al., 2010).

We suggest that the reason for this discrepancy is due to the peculiarities of experimental procedures. In most studies, experimental schemes are designed so that subjects perceive stimuli passively, without performing any task. In our opinion, perception is an active process that depends on the task being performed by a person at the moment. In our study, the subjects were given a task in which they were required to select and remember individual characteristics of visual stimuli. The aim of the study is to identify areas of the ventral visual cortex involved in processing the color and shape of stimuli.

**Methods.** The subjects ( $N = 22$ ,  $M = 19.6$  years,  $SD = 1.84$ ) were presented with the picture of color blot for 400 ms time period (there were 8 different shapes and 9 colors). The task was to remember either the color or shape, or both characteristics together. In the control series, the same stimuli were presented, but the task was to count the number of figures with a certain color.

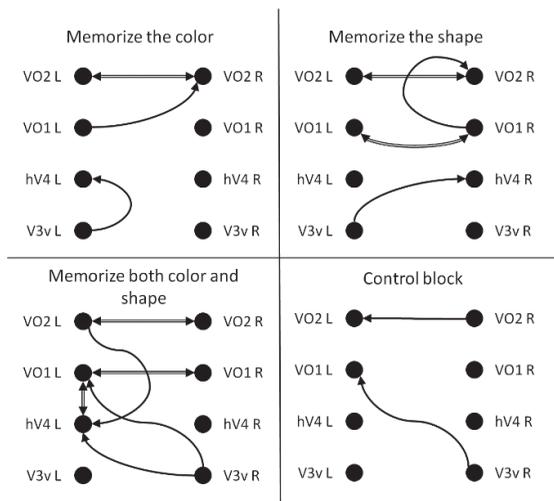


Fig. 1. Granger causal connections between the areas of ventral visual cortex for experimental sessions and the control block. «L» and «R» mean «left» and «right», respectively. The line with one arrow indicates unidirectional connections, double line with two arrows – bidirectional connections

EEG was recorded (19 channels, 10-20 % system) and evoked potentials (ERP) were calculated for presenting an image with a figure in each of the series. Based on the results obtained, the sources of brain activity were localized via Brainstorm (Tadel et al., 2011) using the dSPM algorithm (Dale et al., 2000). For further analysis, we selected 8 areas of the ventral visual cortex:

V3v, V4, VO1, and VO2 in both hemispheres. Coordinates of areas boundaries according to Wang et al. (2014) were adapted for Brainstorm. Using the Granger causality estimation method (Seth et al., 2015), causal relationships between these areas of the ventral visual cortex were calculated (see fig. 1).

**Results and discussion.** Both the experimental and control series show activation of VO2 areas in both hemispheres. We assume that the mutual activation of VO2 is associated with the perception of stimuli as already familiar because the experimental design with ERP involves multiple presentation of similar stimuli. In the series where color was required to be remembered (both separately and in combination with the form), a strong relationship was found between the V3v and hV4 areas, which we associate with the processing of color information. Finally, in series where the shape of stimuli was required to be remembered, there are strong connections between the VO1 areas of both hemispheres. We propose that these connections are related to the processing of shape information. In addition, in a series in which both color and shape were required to be remembered at the same time, there are bidirectional connections between the hV4 and VO1, which can be associated with the integration of these visual characteristics to form of a holistic image of perception, because the subject's attention is focused not on a single characteristic of the stimulus, but on the stimulus as a whole.

**Conclusion.** Our study clarifies the role of areas of the ventral visual cortex in the perception of color and shape of objects. We suggest that the hV4 area is related with processing color information, the VO1 area is related with processing the shape of objects, and the integration of their activity is related with the formation of a holistic image of perception that combines all the characteristics at once.

#### *References*

1. Bannert M. M., Bartels A. Human V4 activity patterns predict behavioral performance in imagery of object color // *Journal of Neuroscience*. – 2018. – T. 38. – № 15. – C. 3657-3668.
2. Seymour K. et al. Coding and binding of color and form in visual cortex // *Cerebral cortex*. – 2010. – T. 20. – № 8. – C. 1946-1954.
3. Tadel F. et al. Brainstorm: a user-friendly application for MEG/EEG analysis // *Computational intelligence and neuroscience*. – 2011. – T. 2011.
4. Dale A. M. et al. Dynamic statistical parametric mapping: combining fMRI and MEG for high-resolution imaging of cortical activity // *Neuron*. – 2000. – T. 26. – № 1. – C. 55-67.
5. Wang L. et al. Probabilistic maps of visual topography in human cortex // *Cerebral cortex*. – 2015. – T. 25. – № 10. – C. 3911-3931.
6. Seth A. K., Barrett A. B., Barnett L. Granger causality analysis in neuroscience and neuroimaging // *Journal of Neuroscience*. – 2015. – T. 35. – № 8. – C. 3293-3297.

**LexiaD, шрифт для людей, испытывающих сложности  
при чтении на русском языке:  
пример применения у оптического дислексика<sup>1</sup>**

*С.В. Алексеева<sup>1</sup>, В.И. Зубов<sup>1</sup>, И.В. Рябова<sup>2</sup>, Е.Ю. Григорьева<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>ГБОУ школа № 3 Красногвардейского района, Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>3</sup>ГБОУ СОШ № 491, Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>1</sup>s.alekseeva@spbu.ru*

Ключевые слова: *шрифт, оптическая дислексия, чтение, общее недоразвитие речи.*

**Введение.** В недавнем времени для русского языка был создан первый специализированный шрифт (LexiaD) для дислексиков – людей, испытывающих сложности с чтением (Alexeeva et al. 2020). В отечественной науке под дислексией обычно понимают состояние, основным проявлением которого является стойкая избирательная неспособность овладеть навыком чтения при достаточном уровне интеллектуального и речевого развития, оптимальных условиях обучения и отсутствии нарушений слуха и зрения (Корнев 2003). Сложности со зрительно-пространственной обработкой – одна из причин оптической дислексии (Лалаева 2002), которая характеризуется смешиванием похожих букв, перестановками или пропуском букв, слов и строк при чтении. Именно для оптических дислексиков разрабатывался шрифт LexiaD: его главная особенность в том, что схожие по написанию буквы представлены разными формами. Данное исследование посвящено проверке эффективности шрифта LexiaD при чтении оптическими дислексиками. Для достижения данной цели необходимо было решить две задачи: (1) выявить оптических дислексиков; (2) провести тестирование скорости чтения и качества понимания прочитанного.

**Задача 1. Отбор участников исследования.** В отсутствие повсеместного скрининга в общеобразовательных школах на предмет выявления дислексии мы приняли решение обратиться в Речевую школу № 3 в Санкт-Петербурге, где обучаются дети с нормальными зрением и слухом, имеющие в своем анамнезе диагноз «Общее недоразвитие речи III степени». В некоторых случаях такой диагноз проявляется в виде сложностей с овладением навыком чтения. Для выявления оптических дислексиков мы

---

<sup>1</sup> Проект поддержан грантом Президента РФ для молодых кандидатов наук (#МК-1373.2020.6).

привлекли учащихся 3-4 классов (12 человек, возраст 9-12 лет), которые, по оценкам логопедов школы, имеют признаки дислексии. Каждый ученик прошел два теста из батареи Т. В. Ахутиной: (а) тест на уровень невербального интеллекта (матрицы Равена) и (б) тест на уровень развития зрительно-пространственной обработки, в котором участнику были предъявлены шесть утверждений, описывающих относительное расположение предметов (бочки и ящика), и соответствующий набор рисунков, из которых необходимо выбрать подходящие к утверждению.

Для определения контрольных значений мы собрали данные по этим же тестам среди детей 3-4 классов из СОШ № 491 (г. Санкт-Петербург) без каких-либо проблем с чтением (57 школьников, возраст 9-12 лет). Отбросив по 10% самых успешных и неуспешных детей в каждом тесте, мы посчитали среднее значение и стандартное отклонение точности выполнения каждого теста в контрольной выборке. Мы отнесли к оптическим дислексикам тех детей из речевой школы, которые не отличались на 2,5 стандартных отклонения в любую сторону от среднего в контрольной группе по тесту на интеллект, но при этом были значительно хуже (больше, чем на 2,5 стандартных отклонения) в тесте на уровень развития зрительно-пространственной обработки. В результате, нам удалось обнаружить одного оптического дислексика, школьника 3 класса (далее будем называть его СА).

**Задача 2. Оценка эффективности шрифта LexiaD при чтении СА.**  
*Процедура и материал.* Для оценки скорости чтения и понимания прочитанного была использована Стандартизированная методика исследования навыков чтения (Корнев 2003) в адаптированном виде: с использованием двух текстов одинаковой читабельности, разработанных логопедами речевой школы. СА предложили прочитать эти тексты вслух и ответить на вопросы (по 6 вопросов на текст). Один текст был набран шрифтом LexiaD, другой – шрифтом Verdana (оба шрифта без засечек). Пример панграммы на обоих шрифтах:

Съешь же ещё этих мягких французских булок, да выпей чаю. (LexiaD)

Съешь же ещё этих мягких французских булок, да выпей чаю. (Verdana)

*Анализ.* Фиксировалось количество правильно прочитанных слов в минуту, количество правильных ответов на вопросы и количество штрафных баллов за ошибки разного типа для неправильно прочитанных слов (качество чтения по Дорофеева и др. 2019). Мы использовали расширенную систему штрафных баллов (табл. 1).

*Результаты.* Шрифт LexiaD показал преимущество по сравнению со шрифтом Verdana в скорости (38 vs. 25 правильно прочитанных слов в минуту) и качестве (28 vs. 60 штрафных баллов) чтения. Шрифт LexiaD сокращает количество замен слов на неслова, а также на слова, отличающихся от правильных на 2-3 буквы. Полную таблицу со всеми ошибками

СА, сами тексты и вопросы к ним, можно найти по ссылке: <https://osf.io/fjs5a>. Понимание прочитанного в обоих шрифтах можно считать полноценным, так как в обоих случаях СА ответил на более 70 % вопросов (4 vs. 5).

Таблица 1

### Система штрафных баллов за ошибки разного типа

Тип ошибки (без самокоррекции)	Штраф. балл. за одну ошибку	Пример ошибки (прав. прочтение)
Неверное ударение в слове	1	долóто (долотó)
Другое слово, не аграмматизм, из-за ПЗД одного звука	1	слышал (слыхал)
Другое слово, аграмматизм, из-за ПЗД одного звука	2	вылечит (вылечат)
Неслово из-за ПЗД одного звука	3	спарая (старая)
Другое слово, не аграмматизм, ПЗДПе 2-3 звуков	2	чашечками (чашками)
Другое слово, аграмматизм, ПЗДПе 2-3 звуков	3	пришлось (пришелся)
Неслово из-за ПЗДПе 2-3 звуков	4	смить (сменить)
Другое слово, не аграмматизм, ПЗДПе > 3 звуков	3	кувыркаться (картину)
Другое слово, аграмматизм, ПЗДПе > 3 звуков	4	карантином (картину)
Неслово из-за ПЗДПе > 3 звуков	5	вертушийся (вертишейка)
Пропуск слово длиной одна буква	2	(у)
Пропуск слова длиной 2-3 буквы	3	(он)
Пропуск слова длиной > 3 букв	4	(птица)
Пропуск строки	5	(люстре ... повис)
Повтор слова	2	как-как (как)
Вставка слова из одной буквы	2	у ()
Вставка слова из 2-3 букв	3	она ()
Вставка неслова из одного звука	3	ш ()
Вставка не слова из 2-3 звуков	4	лям ()

*Обозначения.* ПЗД/ПЗДПе – Пропуск, Замена, Добавление, Перестановка.

**Заключение.** На основании полученных результатов можно сделать предварительный вывод о том, что разработанный шрифт LexiaD позволяет улучшить скорость и качество чтения у оптических дислексиков по сравнению с современными кириллическими шрифтами типа Verdana. Для дальнейшего подтверждения данной гипотезы необходимо привлечь большее количество оптических дислексиков, что осложняется отсутствием повсеместного скрининга на дислексию: именно из-за этого наше исследование основано на данных одного человека. Проект поддержан грантом Президента РФ (#МК-1373.2020.6).

#### *Список литературы*

1. Дорофеева С. В., Решетникова В. А., Серебрякова М. Н. и др. 2019. Оценка диагностической валидности СМИНЧ на русском языке и проверка актуальности имеющихся нормативных данных. *The Russian Journal of Cognitive Science*, 6 (1), 13.
2. Корнев А. Н. 2003. Нарушения чтения и письма у детей. Учебно-методическое пособие. СПб.: Речь.
3. Лалаева Р. И. 2002. Нарушения чтения и пути их коррекции у младших школьников. Учебное пособие. СПб.: Издательство «Союз».
4. Alexeeva S., Dobrego A., Zubov V. 2020. Towards the First Dyslexic Font in Russian // Workshop on Linguistic and Neurocognitive Resources: Proceedings. Paris: European Language Resources Association (ELRA), 9–14.

### **Вклад когнитивного контроля в эффективность намеренного забывания<sup>1</sup>**

*А.А. Гофман*  
*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*  
*gofmanalena@gmail.com*

*Ключевые слова: намеренное забывание, мнемическая цель, амнезогенный прием, задача go/no go, когнитивный контроль, исполнительные функции.*

Реализация намеренного забывания включает в себя механизм активного подавления воспроизведения, что подразумевает вклад когнитивного контроля (Величковский, 2009). Тем не менее, на сегодняшний день отсутствуют исследования, где характеристики когнитивного контроля рас-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 19-29-07069 «Эмоционально-мнемические составляющие человеческого капитала»).

сматривались бы в качестве потенциально дифференцирующего признака относительно эффективности достижения негативной мнемической цели (забыть) с использованием различных стратегий и приемов. Ранее нами были получены данные о том, что для достижения эффекта намеренного забывания требуется сочетание осознанной цели забыть и адекватного амнезогенного приема (Гофман, Нуркова, 2019). Однако, согласно нашей гипотезе, высокий уровень когнитивного контроля может обеспечить способность достигать сопоставимой выраженности забывания исключительно за счет изолированной мнемической цели без необходимости использования эксплицитного приема.

В исследовании приняли участие 66 студентов факультета психологии МГУ в возрасте 18-22 лет (80 % женщин). Для измерения уровня когнитивного контроля все испытуемые прошли тест на подавление преактивированных моторных репрезентаций – задача Go-No Go. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы при предъявлении целевого стимула нажимать на кнопку и воздерживаться от моторного ответа при предъявлении других стимулов.

Стимульным материалом выступали 24 псевдослова (например, «певил»). На первом этапе испытуемые заучивали стимульный материал до уровня 100 % узнавания без ложных тревог. В основной экспериментальной сессии использовалась презентация MS Power Point, каждый слайд которой включал экспозицию стимульного слова и один из пяти вариантов инструкции. Команда присутствовала на слайде вместе со словом в течении 10 с. В эксперименте были использованы 5 инструкций. Первое – «Фрагментация стимула» (потенциально амнезогенный прием без мнемической цели) представляло собой медленное чтение вслух только согласных букв псевдослова в течение 10 с. Условие основано, с одной стороны, на предположении о нарушении сложившейся схемы слова, за счет создания новых ассоциативных связей между элементами стимула. С другой, на исследованиях В.Я. Ляудис, эмпирически продемонстрировавшей зависимость качества воспроизведения от соответствия запроса сформированной ранее мнемосхеме (Ляудис, 2011). Условие «Генерация» (прием запоминания без мнемической цели) – генерирование различных грамматических форм псевдослова, согласно заданному правилу. Условие «Забыть» (изолированная от приема негативная мнемическая цель) - испытуемым предлагалось забыть предъявленные на экране псевдослова, способ забывания стимулов не уточнялся. Также в экспериментальную манипуляцию были включены 2 условия, сочетающие мнемическую цель и прием: «Забыть + Фрагментация» и «Забыть» + Генерация». Контрольным условием, выступали псевдослова, заученные до 100 % узнавания, но не включенные в экспериментальную презентацию. Каждое из условий включало 4 целевых псевдослова. Все псевдослова были рандомизирова-

ны между условиями для каждого испытуемого. Эксперимент проводился по внутригрупповому плану. Тестирование уровня владения материалом проводилось в виде оценки эксплицитного воспроизведения с подсказкой через 1 неделю и через 1 месяц после экспериментальной манипуляции.

**Низкая группа по результатам пробы go/ no go (испытуемые с низкой скоростью ответа и большим числом ошибок).** Дисперсионный анализ 2 (Время: 1 неделя, 1 месяц) X 6 (Экспериментальное условие) выявил отсутствие главного эффекта времени  $F(1, 27) = .000, p = .982$ , выявил главный эффект экспериментального условия  $F(5, 27) = 3.603, p = .004, MSE = 8.407, \eta_p^2 = .118$ , и отсутствие эффекта их взаимодействия  $F(5, 27) = .191, p = .966$ . Было установлено равенство средних баллов в контрольном условии ( $M = 3.61, SE = .519$ ) и в условии, сочетающем в себе мнемическую цель и конгруэнтный этой цели прием «Забыть + Фрагментация» ( $M = 3.88, SE = .513, p = .628$ ). Тот факт, что баллы по данным условиям значимо ниже всех остальных условий (уровень  $p$  варьирует от .001 до .046), является показателем забывания.

**Высокая группа по результатам пробы go/ no go (испытуемые с высокой скоростью ответа и меньшим числом ошибок).** Дисперсионный анализ 2 (Время) X 6 (Экспериментальное условие) выявил отсутствие главного эффекта времени  $F(1, 26) = .000, p = .965$ , выявил главный эффект экспериментального условия  $F(5, 26) = 6.918, p < .001, MSE = 8.453, \eta_p^2 = .210$ , и отсутствие эффекта их взаимодействия  $F(5, 26) = .488, p = .785$ . В данном случае, среднему баллу в контрольном условии оказались равны не только баллы по условию «Забыть + Фрагментация» ( $M = 4.59, SD = 2.952, p = .122$ ), но и по условию, изолированной мнемической цели «Забыть» ( $M = 4.07, SD = 2.716, p = .294$ ). Так как данные факты оказались значимо ниже всех остальных условий (уровень  $p$  варьирует от .000 до .002) они были классифицированы как эффекты забывания.

Главным результатом проведенного исследования является выявление большей эффективности намеренного забывания у лиц с высоким когнитивным контролем. У всех участников исследования наблюдается снижение уровня воспроизведения в условии сочетания негативной мнемической цели и конгруэнтного приема («Забыть + Фрагментация»). Отличием наиболее успешных в моторной пробе участников исследования является снижение воспроизведения в условии изолированной негативной мнемической цели. Согласно полученным данным можно заключить, что высокая степень контроля над исполнительными функциями повышает значимость мнемической цели.

### *Список литературы*

1. Величковский Б.Б. 2009. Возможности когнитивной тренировки как метода коррекции возрастных нарушений когнитивного контроля // Экспериментальная психология. 2(3), 78–91.
2. Гофман А.А., Нуркова В.В. 2019. Эффект отсроченного снижения узнавания знакомого материала как результат сочетания намерения забыть и приема генерирования ассоциаций // Вестник СПбГУ. Психология. 9(1), 57–76.
3. Ляудис В.Я. 2011. Память в процессе развития. Москва; Воронеж: МПСИ; МОДЭК, 287 с.

### **Особенности когнитивного стиля полезависимость-полenezависимость и пола в младшем подростковом возрасте**

*Е.Г. Будрина*  
*Институт психологии РАН, Москва, Россия*  
*bydrina@yandex.ru*

Ключевые слова: *когнитивный стиль, полезависимость-полenezависимость, пол, младший подростковый возраст*

История психологии познания изначально формировалась как наука об общих закономерностях познавательной психической деятельности, постепенно она превращалась в науку о механизмах индивидуальных различий между людьми. Уже с середины пятидесятих годов прошлого века предметом внимания психологов становятся индивидуальные особенности протекания познавательных процессов. И в это же время появляется понятие «когнитивный стиль» (КС), как устойчивые индивидуальные различия в предпочитаемых способах организации и переработки информации (Messick, 1984).

Психология когнитивных стилей берет свое начало с работ Г. Уиткина и его коллег, которые занимались изучением особенностей восприятия и ориентации в пространстве. В ходе экспериментов выяснилось, что одни участники полагаются на внешнее видимое поле, с трудом преодолевают его влияние, им требуется много времени, чтобы «увидеть» нужную фигуру в сложном изображении (это явление получило название полезависимости). Другие участники, напротив, склонны контролировать влияние зрительных впечатлений за счет опоры на некоторые внутренние критерии, быстро находят деталь в сложном изображении (это явление получило название полenezависимости) (Холодная, 2004).

В самом начале исследований КС полезависимость-полenezависимость (ПЗ/ПНЗ) было показано наличие половых различий в степени выраженности у мужчин и женщин. Г. Уиткин считал, что полenezависимость ассоциируется в большей степени с мужским поведением, и приписывал его носителям такие качества как аналитичность и уверенность в своих силах. Женщины по мнению Г. Уиткина не способны формировать чувство личной идентичности, так же они менее успешно решают когнитивные задачи и подвержены групповому влиянию (Witkin, 1950).

Авторитет Г. Уиткина, как автора методик («Стержень-рамка», «Регулирование положения тела», «Включенные фигуры»), для исследования КС ПЗ/ПНЗ был очень высок, поэтому исследователям приходилось искать объяснение отличию полученных результатов от результатов автора методик. Хотя уже тогда, Дж. Шерман сделал предположение, что половые различия в проявлении данного КС являются артефактом, потому что особенности ориентации в пространстве не обязательно должны приводить к тому, что женщины будут менее аналитичны, чем мужчины (Sherman, 1967).

Если обратиться к результатам исследований по КС ПЗ/ПНЗ степени выраженности у мужчин и женщин, то их можно разделить на три группы. В первой группе исследований различий у мужчин и женщин в выраженности КС ПЗ/ПНЗ не обнаружено; в другой группе исследований показано, что мужчины более полenezависимы; в третьей группе исследований, наоборот, показано, что женщины более полenezависимы.

По мнению Е.В. Беловол 2011, причиной таких неоднозначных и зачастую противоречивых результатов может выступать как процедура сбора соответствующих данных, так и способ их анализа и интерпретации. Она подвергла повторному анализу результаты работы Г. Уиткина, в которой впервые была показана большая полenezависимость женщин. В исследовании при расчетах использовался параметрический критерий Стьюдента, а адекватным для данной выборки будет непараметрический критерий Манн-Уитни, который показал отсутствие значимых различий между временем выполнения заданий женщинами и мужчинами.

Поэтому целью данного исследования является проверка одних и тех же данных параметрическим и непараметрическим критериями достоверности различий между мальчиками и девочками в младшем подростковом возрасте по КС ПЗ/ПНЗ.

В исследовании применялась методика «Фигуры Готтшальдта» для выявления КС полenezависимость/полenezависимость. Показатели: Общее время выполнения всех 30 заданий (в минутах) (Время); Количество правильных решений (КПО); Продуктивность, равная отношению количества правильных решений к времени выполнения (ПЗ/ПНЗ).

Исследование проходило на базе МБОУ СОШ №31 г. Мытищи. Диагностика КС проводилась индивидуально с каждым учащимся. Общая выборка младших подростков составила – 106 учащихся из них 56 мальчиков и 50 девочек.

Для обработки данных применялся стандартизированный пакет программ SPSS (версия 22). Для оценки различий были использованы параметрический критерий для независимых выборок (Т-критерий Стьюдента) и непараметрический критерий для независимых выборок (U-критерий Манн-Уитни).

Ниже представлена таблица средних значений с достоверностью различий по Т-критерию Стьюдента и средние ранги с достоверностью различий по U-критерию Манн-Уитни у мальчиков и девочек в младшем подростковом возрасте.

**Таблица показателей полезависимости-полenezависимости у мальчиков и девочек**

Показатели	Мальчики	Т-критерий/ Ур. Знач.	Девочки	Мальчики Средние ранги	U-критерий/ Ур. Знач.	Девочки
	Среднее / Стд. отклонение		Среднее / Стд. отклонение			Средние ранги
КПО	20,8/5,8	-1,688/,095	22,7/5,3	48,9	1143,0/,103	58,6
Время	9,2/3,9	1,907/,059	7,9/3,3	57,7	1162,0/,132	48,7
ПЗ/ПНЗ	2,7/1,6	-2,179/,032	3,8/3,3	48,3	1113,0/,069	59,2

Как мы видим из таблицы, применение разных критериев оценки достоверности различий в одной и той же выборке может кардинально повлиять на интерпретацию полученных результатов. Параметрический критерий Стьюдента показал, что точность и скорость перцептивного сканирования не отличаются у мальчиков и девочек, а продуктивность, которая оценивается через показатель ПЗ/ПНЗ у девочек выше. Следовательно, можно говорить, что девочки в большей степени полenezависимы, чем мальчики. Непараметрический критерий Манн-Уитни показал, что точность, скорость и продуктивность у мальчиков и девочек не имеет отличий. Следовательно, мальчики и девочки не имеют отличий по данному когнитивному стилю. Так как данные не имели нормального распределения, то вывод сделанный на основании Т-критерия неправомерный. Тем самым, вслед за Е.В. Беловол, мы считаем, что одной из проблем исследований взаимосвязи пола и когнитивных стилей заключается в применении неадекватных методов для анализа данных эмпирических исследований.

Исследование выполнено по гос. заданию № 0159-2019-0008.

### Список литературы

1. Беловол Е.В. 2011. Пол и когнитивный стиль: артефакт исследования или закономерность? Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. № S5. С. 19-28.
2. Холодная М.А. 2018. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 3-е изд. М.: Юрайт, - 307 с.
3. Messick S. 1984. The nature of cognitive styles: problems and promise in educational practice // Educational Psychologist. V. 19(2). - P. 59-74.
4. Sherman J.A. 1967. Problems of sex differences in space perception and aspects of intellectual functioning // Psychological Review. V. 74. - P. 290-299
5. Witkin H.A. 1950. Individual differences in ease of perception of embedded figures // Journal of Personality. V. 19. - P. 1-15.

## Статические характеристики основной стойки у профессиональных хоккеистов и новичков<sup>1</sup>

*И.С. Поликанова, С.В. Леонов, А.П. Кручинина,*

*Г.С. Бугрий, Н.И. Булаева, П.Ю. Сухочев*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*Москва, Россия*

*irinapolikanova@mail.ru*

Ключевые слова: *хоккей, стойка хоккеиста, статические характеристики стойки, позиционное отслеживание движений, регуляция позы, DTrack2, SteamVR Tracking 2.0.*

Стойка, или посадка, является основополагающей позой хоккеиста, необходимой ему как для отработки различных навыков и движений, так и во время игры. Отработка любых навыков в хоккее начинается с принятия основной стойки атлетом, при этом важным аспектом является умение переносить центр тяжести с одной ноги на другую, а также с пятки на носок и обратно (покачивание). Такой навык обеспечивает правильную технику передвижения на коньках без отрыва коньков ото льда (Букатин, 1985).

Во время игры правильная стойка хоккеиста обеспечивает ему устойчивое положение на льду, а также создает оптимальные условия для максимального отталкивания, скольжения, смены движения и ритма бега, а также для работы рук. Кроме того, правильная посадка обеспечивает хоккеисту хороший обзор поля.

---

<sup>1</sup> Исследование проводится при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-78-10134.

Основные характеристики посадки хоккеиста: живот втянут, голова поднята, туловище наклонено вперед, ноги согнуты под углом 100–120 градусов, голеностопные и тазобедренные суставы по углом 70 градусов и располагаются примерно на ширине плеч. Плечи немного выдвинуты вперед и опережают проекцию колен. Проекция колен опережает проекцию стопы. Руки хоккеиста согнуты в локтевых суставах (Букатин, 1985).

Сохранение стойки, или так называемого постурального баланса, является сложным процессом, включающим в себя интегрированную совокупность биомеханических, нейрофизиологических и нейропсихических явлений, которые влияют друг на друга и взаимно компенсируются в каждый момент времени (Грибанов, Шерстенникова, 2013).

В математической модели, предназначенной для исследования механизмов регуляции позы (Терехов, Левик, 2007), выделяют две составляющие: биомеханическую модель тела человека и модель управления, отражающую, собственно, механизмы регуляции позы, – причем последняя во многом зависит от первой.

Обычно при анализе положения тела анализируются углы, хотя рассмотрение изменения угла, как самостоятельного параметра стойки, не менее информативно. В хоккейной стойке основной характеристикой является взаиморасположения голени, бедер, тела человека. Оценивая взаиморасположение данных сегментов можно наблюдать динамику стойки у игрока в процессе выполнения произвольного задания, например, при реагировании на летящие в его направлении шайбы.

Для анализа динамики стойки во время выполнения различных заданий одной из эффективных стратегий представляется использование методов отслеживания движений тела, в частности использование оптических систем видеонализа.

Чтобы восстановить положение тела в пространстве по данным видеонализа, или данным другой системы отслеживания движений, необходимо знать как минимум положение двух точек на каждом из отслеживаемых сегментов тела. Современные системы позволяют регистрировать не только положение отслеживаемых маркеров, но и их ориентацию. Изменение ориентации маркера, закрепленного на сегменте тела совпадает с изменением ориентации и этого сегмента.

Таким образом, помимо фиксации значений углов в суставах, для анализа стойки человека можно использовать данные об ориентации маркеров, используя при этом меньший набор маркеров. Для восстановления углов в таком случае может использоваться калибровочное положение, которое позволит связать начальные значения направляющих векторов отслеживаемых тел с сегментами. Предлагаемый подход не противоречит дополнительному использованию калибровочной позы, но наличие точно

определенных значений углов между сегментами тела, т.е. углов в суставах, не является базовой информацией необходимой для анализа.

Для анализа динамики стойки хоккеиста предлагается использовать следующие маркерные показатели: изменения углов в коленных и тазобедренных суставах. Изменения угла в голеностопном суставе, зафиксированным ботинком, претерпевают незначительные изменения вне зависимости от изменения стойки, в связи с чем они были исключены из рассмотрения.

Анализ дополнительных величин, таких как расстояние между маркерами на бедрах и высота головы над полом позволяют отслеживать наиболее распространенные ошибки, совершаемые начинающими хоккеистами, в том числе:

- сведение коленей;
- распрямление ног;
- смещение центра масс вперед.

С использованием систем позиционного отслеживания движения DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 нами было проведено пилотное исследование статических характеристик стойки у хоккеистов по сравнению с новичками (10 испытуемых – 4 профессиональных хоккеиста и 6 новичков). Задача испытуемых заключалась в принятии основной стойки хоккеиста и нахождение в ней в течении 5 минут. В целях обеспечения экологической валидности исследования все испытуемые надевали защитное снаряжение (коленные щитки, шлем, перчатки), а также коньки и брали в руку клюшку. В качестве напольного покрытия использовался специальный искусственный лед из пластика.

По результатам анализа данных позиционного отслеживания с систем DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 можно сделать следующие выводы:

(1) профессиональные хоккеисты при сохранении стойки характеризуются большей амплитудой колебаний, чем новички, которые не имели опыта игры в хоккей. Опытные хоккеисты имели характерные изменения углов в суставах – от 1 до 3 градусов. Новички же характеризовались колебаниями, не превосходящими 1 градуса.

(2) по данным записанным на DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 различия в выбранных маркерных величинах не наблюдалось.

На основе полученных данных мы можем сделать предположение о том, что у неопытных спортсменов сохранение стойки хоккеиста требует участия других более сложных механизмов в связи с отсутствием автоматизации навыка, а также более сильным напряжением регуляторных систем организма, которое проявляется в меньшей амплитуде колебаний.

### *Список литературы*

1. Букагин А.Ю. Начальное обучение технике катания на коньках / Букагин А.Ю., Перегудов Ю.Н. // Хоккей: Ежегодник. - М., 1985. - С. 43-45,48-49.
2. Грибанов А.В., Шерстенникова А.К. Физиологические механизмы регуляции постурального баланса человека (обзор) // Журнал медико-биологических исследований, 2013.
3. Терехов А.В., Левик Ю.С., Солопова И.А. Механизмы коррекции референтного положения в системе регуляции вертикальной позы // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 3. С. 1–8.

## **Присвоение синтаксических ролей в русском языке у детей 3-7 лет**

*И.Д. Коркина, В.А. Решетникова, Н.С. Ладинская, А.А. Лопухина  
Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия  
iskra.92@mail.ru*

**Ключевые слова:** *языковое развитие, русский язык, присвоение синтаксических ролей.*

Установление этапов и норм речевого развития для русскоязычных детей дошкольного возраста – важная задача, стоящая перед современной онтолингвистикой. Между тем существующие исследования усвоения русского языка как родного либо основывают свои выводы на единичных случаях описания речевого развития конкретного ребенка (Гвоздев 1981; Елисеева 2014; Цейтлин 2000), либо не ставят перед собой задачу описания этапов усвоения уровней языка (Kornilov et al. 2012; Polinsky 2011; Rakhlina et al. 2016). Наше исследование посвящено изучению морфосинтаксического уровня языка. Мы хотим определить, в каком возрасте русскоязычные дети 3-7 лет начинают присваивать синтаксические роли словам в предложениях.

В исследовании Slobin и Bever (1982) было показано, что в простых предложениях с двумя участниками – субъектом и объектом – дети до 4 лет полагались на порядок слов, а не на морфологические показатели, то есть первому существительному в предложении с большой вероятностью присваивалась роль субъекта, независимо от того, стояло ли оно в именительном или косвенном падеже (например, *Ververicu grebe štene* (Белку царапает собака (сербохорв.)). Мы предположили, что в нашем исследовании дети 3-4 лет будут опираться на порядок слов и делать меньше

ошибок в присвоении ролей субъекта и объекта в предложения с прямым порядком слов (SVO, S – субъект, V – предикат, O – объект), чем в предложениях с обратным порядком слов (OVS), а после 5 лет эта разница уменьшится. Мы также предположили, что в предложениях с тремя участниками, где третий участник выступал в роли инструмента (в творительном падеже) или в роли локации (в предложном падеже), участник в роли инструмента будет вызывать больше трудностей при понимании и порождении предложений у детей до 6 лет, потому что творительный падеж в русском языке обычно усваивается позже предложного (Цейтлин 2000; Ladinskaya et al. 2019; Polinsky 2006). К 7 годам разница в правильности интерпретации участника в роли инструмента или в роли локации должна нивелироваться.

**Метод.** В исследовании приняли участие 150 детей (87 девочек и 63 мальчика): 21 ребёнок в возрасте 3 лет, 39 детей в возрасте 4 лет, 31 ребёнок в возрасте 5 лет, 47 детей в возрасте 6 лет и 12 детей в возрасте 7 лет. Каждый ребёнок выполнил два задания: на понимание и на порождение предложений. В задании на понимание предложений участникам было предложено выбрать одно из двух изображений, соответствующих звучащему предложению (N = 24). Изображения в паре были подобраны так, что на них изображались одни и те же действия с участниками в разных ролях: например, для предложения «Где бык бодает козла?» на изображении-дистракторе козёл бодал быка. Предложения различались порядком слов (SVO – Где коза тянет корову?, OVS – Где дядю стрижёт тётя?), количеством участников (1 – Где мальчик моется?, 2 – Где внучка кормит бабушку?, 3 – Где бабушка накрывает шарф шапкой?), ролью третьего участника (локация – Где дедушка ставит на ящик бочку?, инструмент – Где дедушка трогает доской пилу?) и порядком второго и третьего участника (прямой – Где мальчик кладёт мешок в ведро?, обратный – Где бабушка ставит под миску чайник?). Все глаголы в предложениях с двумя и тремя участниками были семантически обратимыми. В задании на порождение предложений участники слышали предложение, которое описывало изображение слева, и по аналогии с этим описанием должны были описать изображение справа (N = 24). Предложения различались количеством участников (1 – Мама обувается, 2 – Дочка спасает папу, 3 – Мальчик достаёт книгу из папки), обратимостью глагола (обратимый – Девочка догоняет мальчика, необратимый – Корова жуёт сено) и ролью третьего участника (локация – Мальчик достаёт книгу из папки, инструмент – Бабушка накрывает шляпу платком). Во всех предложениях был прямой порядок слов (SVO). Задания предъявлялись на планшете. Перед каждым заданием исследователь объяснял участнику его задачу и проверял её понимание на этапе тренировки. Ответы в задании на понимание кодировались как правильные или непра-

вильные автоматически. В задании на порождение производилась аудиозапись ответов, которые впоследствии кодировались исследователем.

**Результаты и выводы.** Наша первая гипотеза, состоящая в том, что участники 3-4 лет будут совершать больше ошибок в предложениях с порядком слов OVS, чем SVO, а в более старшем возрасте это различие уменьшится, не подтвердилась. Задание на понимание предложений показало, что OVS-предложения действительно вызывают у детей большие трудности, чем SVO-предложения. Успешность выполнения проб с OVS-предложениями растёт с возрастом медленнее, чем проб с SVO-предложениями, однако это изменение происходит постепенно (нет значимой разницы между возрастами). Вторая гипотеза также не подтвердилась: мы обнаружили, что дети совершали больше ошибок в предложениях с участниками в роли локации, чем инструмента, вплоть до 7 лет, когда доля ошибок достигала, соответственно, 15 % и 5 %, и что правильность выполнения проб с участниками в роли локации растёт с возрастом медленнее, чем с участниками в роли инструмента. Таким образом, наши результаты показывают, что уже в 3 года русскоговорящие дети успешно используют морфологические подсказки для присвоения синтаксических ролей в предложениях с обратным порядком слов, что противоречит выводам Slobin и Bever (1982). Также дети испытывают трудности в предложениях с тремя участниками, причём большие трудности вызывает участник в роли локации, чем участник в роли инструмента. Возможно, это происходит потому, что предложный и творительный падежи усваиваются последними, и семантика локативных предлогов в возрасте до 7 лет может быть ещё не полностью усвоена (Leikin 1998; Polinsky 2006).

#### *Список литературы*

1. Гвоздев А.Н. 1981. От первых слов до первого класса. Дневник научных наблюдений. Саратов: Изд-во Саратовского университета.
2. Елисеева М. 2014. Становление индивидуальной языковой системы ребенка: ранние этапы. М.: Языки славянских культур.
3. Цейтлин С.Н. 2000. Язык и ребенок: Лингвистика детской речи. М.: ВЛАДОС.
4. Kornilov S.A., Rakhlin N.V., Grigorenko E.L. 2012. Morphology and developmental language disorders: New tools for Russian. *Psychology in Russia: State of the Art* 5, 371–387.
5. Polinsky M. 2011. Reanalysis in adult heritage language. *Studies in Second Language Acquisition* 33(2), 305–328.
6. Rakhlina N., Kornilov S.A., Kornilova T.V., Grigorenko E.L. 2016. Syntactic Complexity Effects of Russian Relative Clause Sentences in Children with and without Developmental Language Disorder. *Language Acquisition* 23(4), 333–360.
7. Slobin, D.I., Bever, T.G. 1982. Children use canonical sentence schemas: A crosslinguistic study of word order and inflections. *Cognition* 12(3), 229–265.

8. Ladinskaya N., Chrabaszcz A., Lopukhina A. 2019. Acquisition of Russian nominal case inflections by monolingual children: a psycholinguistic approach. Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 81/LNG/2019.

9. Polinsky M. 2006. Acquisition of Russian: Uninterrupted and incomplete scenarios. *Glossos* 8, 1–64.

10. Leikin M. 1998. Acquisition of locative prepositions in Russian. *Journal of Psycholinguistic Research* 27, 91–108.

## **Продуктивность пространственной рабочей памяти у подростков с 10 до 17 лет**

*В.И. Исматуллина, И.А. Воронин, И.М. Захаров*  
*Психологический институт Российской академии образования,*  
*Москва, Россия*  
*ismatullina.v@pirao.ru*

Ключевые слова: *подростки, рабочая память, продуктивность, возрастная динамика.*

Рабочая память (РП) – это система, представляющая временное хранилище информации и реализующая операции, необходимые для решения когнитивных задач (Baddeley and Hitch, 1974). Одним из компонентов рабочей памяти является пространственная рабочая память. Этот компонент определяется как способность удерживать пространственную информацию в памяти и управлять ею для того, чтобы осуществить поставленные цели (Arnsten, 1998). Существует множество свидетельств связи между рабочей памятью и многочисленными аспектами обучения и успеваемости у детей (Nevo and Breznitz, 2011; Stevenson et al., 2014), особенно в области грамотности и счета (Alloway et al., 2005). Фундаментальной характеристикой РП являются индивидуальные различия в ее продуктивных возможностях. Люди с более высокой продуктивностью РП обычно показывают более хорошие результаты в ряде познавательных задач по сравнению с людьми с более низкой продуктивностью РП. В ряде исследований также показано, что продуктивность РП растет от младшего к старшему школьному возрасту (Conway, 2008). В рамках настоящего исследования мы предполагаем, что увеличение продуктивности РП в более позднем возрасте может позволить индивидам успешно решать ранее недоступные им комплексные задачи, приводя к снижению индивидуальных различий при решении задач, требующих оперирования большими фрагментами информации.

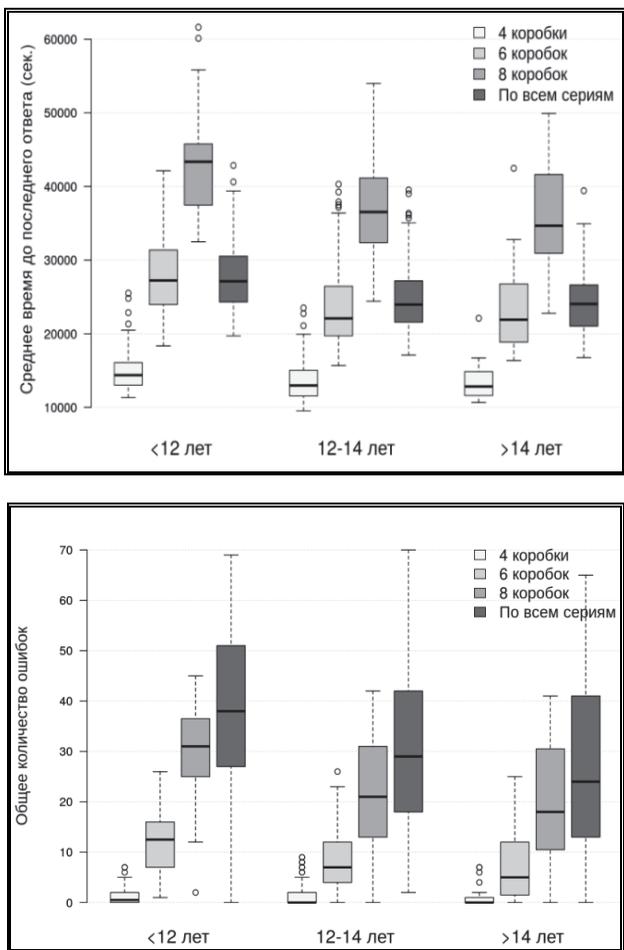


Рис. 1. Показатели теста SWM по возрастам

Для оценки особенностей пространственной рабочей памяти, мы использовали методику «Пространственная рабочая память» (SWM) из нейропсихологической батареи тестов SANTAbeclipse, которая оценивает возможность участников удерживать в памяти и использовать в работе информацию пространственного характера (Cambridge cognition, 2006). Тест позволяет оценить продуктивность рабочей памяти предлагая задания на поиск нужного стимула в 4, 6 и 8 боксах, тем самым усложняя решение. Для оценки нами были взяты следующие показатели: *общее коли-*

*чество ошибок* которое позволяет говорить о качестве рабочей памяти испытуемого, о его способности удерживать в памяти условия задачи и ее решения и *среднее время до последнего ответа* характеризующее скорость мыслительной деятельности в целом над задачей.

Статистический анализ данных проводился с помощью языка программирования для статистической обработки данных R 2.13.1 (Ihaka and Gentleman, 2011).

Выборку исследования составили 292 детей и подростков в возрасте от 10 до 17 лет, средний возраст 12,2 года, SD = 1.9 года (девушки 58 %). Данные ответов по субтестам с 6 и 8 боксами по тесту SWM были доступны у 231 респондента.

Для оценки возрастных различия мы использовали корреляционный анализ, чтобы установить связь между возрастом участников и показателями теста в целом и по сериям на 4, 6 и 8 боксов. Поскольку данные были распределены ненормально и все распределения разные, была вычислена параметрическая и непараметрическая корреляция. Возрастные различия обнаружены для всех выбранным показателям теста (от  $r = 0,199$  до  $r = -0,247$  при  $p$  от 0,001 до 0,05). Так, старшие подростки решают задачу быстрее и с меньшим количеством ошибок. При сравнении серии разной сложности на 4, 6 и 8 боксов, возрастные различия оказались более выражены в сложных сериях, по сравнению с простой. Возрастных отличий в *общем количестве ошибок* в сериях на 4 бокса не было установлено, различия были обнаружены в сериях на 6 и 8 боксов. При оценках возрастных отличий во *времени ответа* были получены различия по всем сериям теста ( $r$  = от -0,193 до -0,272 при  $p$  = от 0,001 до 0,05). Полученные различия представлены на рис. 1.

Результаты исследования согласуются с ранее полученными данными о том, что старшие подростки лучше справляются с задачи удерживать в памяти условия задачи и ее решения. Возрастные различия были также получены и для скорости мыслительной деятельности в целом. При этом в простых заданиях таких различий обнаружено не было. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в возрасте от 10 до 17 лет наблюдается увеличение продуктивности РП, связанное с возможностью оперировать большими объемами информации. Результаты также косвенно могут говорить об увеличении в скорости принятия решения, связанные с возрастными изменениями.

#### Список литературы

1. Arnsten, A.F. 1998. Catecholamine modulation of prefrontal cortical cognitive function. Trends in cognitive sciences, 2(11), 436-447.

2. Nevo, E., & Breznitz, Z. 2011. Assessment of working memory components at 6 years of age as predictors of reading achievements a year later. *Journal of experimental child psychology*, 109(1), 73-90.
3. Stevenson, C.E., Bergwerff, C.E., Heiser, W.J., & Resing, W. 2014. Working memory and dynamic measures of analogical reasoning as predictors of children's math and reading achievement. *Infant and Child Development*, 23(1), 51-66.
4. Alloway T.P., Gathercole SE, Willis C, Adams AM 2005. Working memory and special educational needs. *Educ. Child Psychol.* 22:56-67.
5. Conway A., Jarrold C., Miyake A. (ed.). *Variation in working memory*. – Oxford University Press, 2008.
6. Cambridge Cognition. *Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB-Beclipse) manual*. Cambridge: Cambridge Cognition Limited, 2006.

## **Уникальные характеристики липидома мозжечка человека<sup>1</sup>**

*О.И. Гавриленко, Е.П. Попова, О.И. Ефимова, Г.Н. Владимиров,  
Е.Н. Николаев, Ф.Е. Хайтович  
Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия  
o.gavrilenko@skoltech.ru*

*Ключевые слова: мозг, мозжечок, эволюция, липиды, липидом.*

Липидомика – раздел омиксных технологий, направленный на обнаружение и количественное определение совокупности всех липидов в образце – липидом (Han, Gross 2003). Липиды являются важными структурными и функциональными компонентами мозга, где они составляют половину сухого веса органа (Piomelli et al. 2007). Раньше считалось, что липиды всего лишь образуют мембраны клеток и служат биоэнергетическим топливом. Но сейчас липиды рассматривают как ключевые регуляторы синаптической пластичности. Регулируя химические и механические свойства мембран, липиды влияют на процессы слияния и деления пузырьков, поток ионов и боковую диффузию мембранных белков (Rohrbough and Broadie 2005; van Deijk et al. 2017; Moine and Vitale 2019). Однако, несмотря на рост доказательств критической роли липидов в функционировании мозга, исследования липидного состава мозга редки (Khrameeva et al. 2018). Пространственный метод масс-спектрометрии – MALDI имиджинг (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization, матрично-активированная лазерная десорбция / ионизация) – позволяет измерять интенсивность тысяч липидных пиков на срезах образцов с латеральным разрешением до 10 микрон. Для исследования

---

<sup>1</sup> Работы по масс-спектрометрической визуализации срезов мозга проводились при поддержке гранта РФФИ №18-29-01026 мк.

такой гетерогенной ткани, как мозг, такой тип масс-спектрометрического анализа является наиболее информативным. Все больше появляется свидетельств о новых функциях мозжечка в нейрональной пластичности и специфических особенностях развития этой структуры у человека (Gray 2017; Keefe and Nowakowski 2020).

Целями работы было: 1) найти закономерности пространственного распределения липидов в микросетях мозжечка; 2) выявить специфические для человека особенности липидома мозжечка при сравнении с мозжечками шимпанзе и макаки.

Методом MALDI имиджинга с использованием установки Q-Exactive orbitrap (Thermo Scientific Q-Exactive orbitrap with MALDI/ESI Injector from Spectrolyph, LLC, with 355nm Nd:YAG Laser) в режиме регистрации положительно заряженных ионов в диапазоне 500-1500 Da были получены спектры с замороженных срезов мозжечка человека ( $n = 3$ ), шимпанзе ( $n = 3$ ) и макаки ( $n = 3$ ). Стандартная обработка данных осуществлялась в программном обеспечении R с использованием пакета Cardinal 2.3. Для определения границ расположения структур прилежащий срез был иммуногистохимически окрашен антителами к NeuN (маркеру нейронов) по стандартной методике. Пространственное распределение липидов анализировали в следующих морфологических регионах: молекулярный слой, гранулярный слой и белое вещество мозжечка.

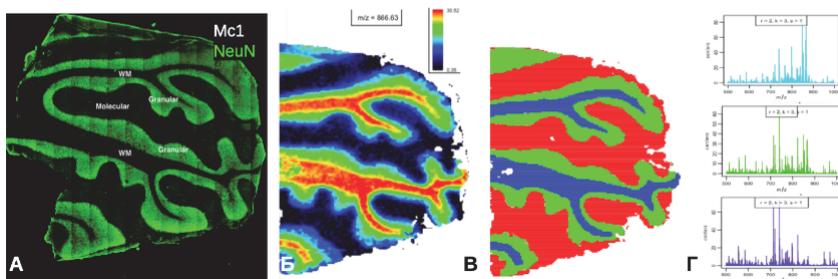


Рис. 1. Распределение липидных остатков в структурах мозжечка макаки: А – срез мозжечка, окрашенный с использованием нейронального маркера (NeuN): WM – белое вещество, Granular – гранулярный слой, Molecular – молекулярный слой; Б – распределение иона с  $m/z$  866.63 в мозжечке макаки; В – пространственная кластеризация на основе всех 1733 ионов, детектируемых в образце; Г – средние спектры ионов белого вещества, гранулярного и молекулярного слоев (сверху вниз)

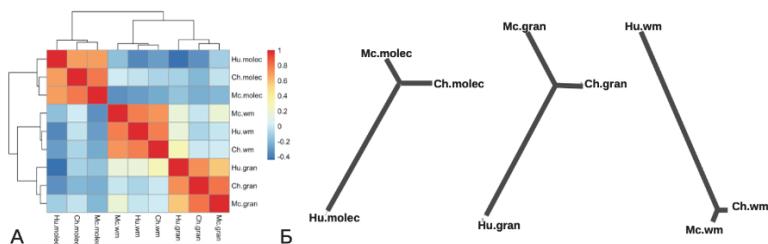


Рис 2. Тепловая карта, построенная на основе 279 усредненных интенсивностей пиков, показывающих распределение по слоям по крайней мере у одного вида (А) и дерева эволюционных расстояний между соответствующими структурами трех видов (Б). Сокращения: Hu – человек, Ch – Шимпанзе, Mc – макака; molec – молекулярный слой, wm – белое вещество, gran = гранулярный слой

Результаты показали, что каждый из анализируемых регионов мозжечка имеет уникальный липидный профиль (рис. 1А-Г). Иерархическая кластеризация различных регионов мозжечка выявила эволюционные различия (рис. 2А). Высокая корреляция между гомологичными регионами разных видов говорит о консервативности липидных профилей приматов. Липидный состав мозжечков макаки и шимпанзе эволюционно значительно ближе друг к другу, чем к человеку (рис. 2Б).

Полученные данные хорошо согласуются с результатами анализа липидома гомогената мозга человека, шимпанзе и макаки (Bozek et al 2015). Примечательно, что наиболее значительное эволюционное расстояние наблюдалось между липидными профилями белого вещества человека и других приматов. Этот факт может отражать значительное изменение миелиновых оболочек аксонов в ходе эволюции мозга человека (Sherman and Peter 2015).

### Список литературы

1. Bozek K., et al. 2015. Organization and evolution of brain lipidome revealed by large-scale analysis of human, chimpanzee, macaque, and mouse tissues. *Neuron*. 85.4, 695-702.
2. Bray N. 2017. Cerebellum: The little learning brain. *Nature Review Neuroscience*. 18.5, 263.
3. Han X., Gross R.W. 2003. Global analyses of cellular lipidomes directly from crude extracts of biological samples by ESI mass spectrometry: a bridge to lipidomics. *Journal of Lipid Research*. 44.6, 1071-9.
4. Keefe MG, Nowakowski TJ. 2020. Evolutionary Expansion of Human Cerebellar Germinal Zones. *Trends Neurosci*. 43. 2, 75-77.
5. Khrameeva E., et al. 2018. Lipidome evolution in mammalian tissues. *Molecular biology and evolution*. 35.8, 1947-1957.

6. Moine H., Vitale N. Of local translation control and lipid signaling in neurons. *Advances in Biological Regulation*. 71, 194-205.
7. Piomelli D., et al. 2007. A neuroscientist's guide to lipidomics. *Nature Review Neuroscience*. 8.10, 743-54.
8. Rohrbough J., Broadie K. 2005. Lipid regulation of the synaptic vesicle cycle. *Nature Reviews Neuroscience*. 6.2, 139-50.
9. Sherman D.L., Peter J.B. 2015. Mechanisms of axon ensheathment and myelin growth. *Nature Reviews Neuroscience*. 6.9, 683-690.
10. van Deijk A.F., et al., 2017. Astrocyte lipid metabolism is critical for synapse development and function in vivo. *Glia*. 654, 670-682.

### **Функциональное состояние учащихся вторых классов с разной двигательной подготовленностью в условиях интенсивного использования средств информатизации**

*И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, И.И. Криволапчук  
Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия  
i.krivolapchuk@mail.ru*

Ключевые слова: *информатизация, функциональное состояние, двигательная подготовленность.*

Интернет и средства доступа к нему, такие как компьютеры, планшеты и смартфоны, а также платформы социальных сетей и приложения для обмена сообщениями, стали неотъемлемой частью жизни детей во всем мире. К сожалению, наряду с существенными возможностями, которые приносит информатизация, возникают разнообразные риски, связанные с чрезмерным и неэффективным использованием компьютерных средств и цифровых технологий. Важным условием предотвращения этого негативного влияния может явиться направленное использование различных физических упражнений. Однако в настоящее время этот вопрос остается малоизученным. В частности, не ясно, как влияет уровень развития различных показателей двигательной подготовленности на функциональное состояние (ФС) организма учащихся начальной школы на фоне интенсивного использования компьютерных средств и информационных технологий.

Цель исследования – выявить особенности ФС организма учащихся начальной школы с разным уровнем двигательной подготовленности в условиях интенсивного использования средств информатизации.

В популяционном ( $n > 2500$ ) и экспериментальном ( $n = 120$ ) исследованиях приняли участие практически здоровые школьники 8-9 лет.

Анализ использования информационных технологий и компьютерных средств в режиме дня детей проводился на основе анкетного опроса и хронометража разных видов деятельности. Уровень информатизации условий жизнедеятельности определяли посредством расчета модифицированного индекса информатизации (Imod).

Запись сердечного ритма осуществлялась в состоянии покоя в положении сидя во II стандартном отведении в течение 5 мин. Анализировались такие переменные как средняя продолжительность R-R интервала (RRNN), разброс кардиоинтервалов (MxDMn), амплитуда моды (AMo50), среднеквадратическое отклонение (SDNN), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50), стресс-индекс (SI).

Регистрировали также частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление крови по Короткову. На основании этих измерений определяли среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ИК), индекс Мызникова (ИМ) и показатель адаптационного потенциала (АП). Измеряли рост и массу тела. Полученные результаты использовали для расчета индекса массы тела (ИМТ).

Показатели мышечной энергетики и работоспособности детей определяли на основе уравнения Muller после выполнения двух беговых нагрузок. Рассчитывали индивидуальные константы уравнения Muller, характеризующие емкость аэробного источника (b) и соотношение возможностей аэробного и анаэробно-гликолитического источников (a), находили скорость беговых нагрузок, время реализации которых составляло 1, 40, 240, 900 с (Vmax, V40, V240, V900) и показатель интегральной работоспособности (LnS). Комплекс тестов двигательной подготовленности включал: бег 30 метров, наклон вперед, челночный бег 3x10 м, поднятие туловища из положения, лёжа на спине, прыжок в длину, шестиминутный бег.

В исследовании выявлены различия по суммарной компьютерной нагрузке и величине «экранный времени», обусловленные половой принадлежностью учащихся 2-х классов. По этим показателям мальчики статистически значимо ( $p < 0,05-0,001$ ) превосходили девочек. Половые различия проявились и в более высоком уровне физического развития, физической активности, двигательной подготовленности и мышечной работоспособности ( $p < 0,05-0,001$ ) у мальчиков по сравнению с девочками. Учитывая эти данные, анализ особенностей ФС учащихся начальной школы с разным уровнем двигательной подготовленности в условиях интенсивного использования средств информатизации проводили для мальчиков и девочек отдельно. Для этого на основе величины Imod определены высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий уровни информатизации условий жизнедеятельности для мальчиков и девочек. В даль-

нейшем исследовании участвовали только мальчики и девочки с высоким индексом информатизации, характеризующиеся разной двигательной подготовленностью. Среди них аналогичным образом выделяли 5 уровней развития отдельных двигательных способностей.

Полученные результаты показывают, что у мальчиков с высоким уровнем выносливости и скоростных способностей при интенсивной информатизации условий жизнедеятельности по сравнению со сверстниками с низкой двигательной подготовленностью отмечается повышенная мышечная работоспособность, оптимальный вегетативный баланс и высокий адаптационный потенциал организма ( $p < 0,05-0,001$ ). Аналогичные данные получены и в отношении девочек. Установлено, что ученицы 2-х классов с высокой общей и силовой выносливостью, скоростной и скоростно-силовой подготовленностью отличались хорошей мышечной работоспособностью в разных зонах относительной мощности, сдвигом вегетативного баланса в сторону преобладания активности парасимпатического отдела ВНС и высоким уровнем адаптационных возможностей ( $p < 0,05-0,001$ ). Полученные результаты в целом согласуются с результатами других работ (Morita et al. 2016, Hardy et al. 2018, Potter et al. 2018, Cabanas-Sánchez et al. 2019).

**Заключение.** Сравнение детей 8-9 лет с высоким уровнем информатизации условий жизнедеятельности, характеризующихся разной двигательной подготовленностью, выявило статистически значимые различия между ними в отношении ряда показателей ФС. Установлено, что мальчики и девочки с высокой двигательной подготовленностью на фоне интенсивного использования компьютерных средств и информационных технологий, характеризуются более оптимальным ФС организма по сравнению с такими же детьми с недостаточной двигательной подготовленностью.

Полученные результаты дают основание полагать, что адекватный режим физического воспитания, обеспечивающий удовлетворение биологической потребности детей в физической активности, может явиться важнейшим фактором повышения их двигательной подготовленности, профилактики и коррекции неблагоприятных изменений приспособительных возможностей организма в условиях нарастающего использования цифровых технологий во всех сферах общественной жизни. Вместе с тем рассматриваемый вопрос требует дальнейшего глубокого и всестороннего изучения.

#### *Список литературы*

1. Morita N., Nakajima T., Okita K., Ishihara T., Sagawa M., Yamatsu K. 2016. Relationships among fitness, obesity, screen time and academic achievement in Japanese adolescents. *Physiol Behav.* 163, 161-166.

2. Hardy L.L., Ding D., Peralta L.R., Mhrshahi S., Merom D. 2018. Association Between Sitting, Screen Time, Fitness Domains, and Fundamental Motor Skills in Children Aged 5-16 Years: Cross-Sectional Population Study. *J Phys Act Health.* 15(12), 933-940.
3. Potter M., Spence J.C., Boulé N., Stearns J.A., Carson V. 2018. Behavior Tracking and 3-Year Longitudinal Associations Between Physical Activity, Screen Time, and Fitness Among Young Children. *Pediatr Exerc Sci.* 30(1), 132-141.
4. Cabanas-Sánchez V., Martínez-Gómez D., Esteban-Cornejo I., Pérez-Bey A., Castro Piñero J., Veiga O.L. 2019. Associations of total sedentary time, screen time and non-screen sedentary time with adiposity and physical fitness in youth: the mediating effect of physical activity. *J Sports Sci.* 37(8), 839-849.

## Липидомная карта мозга человека<sup>1</sup>

*М.С. Осетрова, А.И. Ткачев, Е.А. Стекольников, А.И. Митина,  
О.И. Ефимова, Е.Е. Храмева, Ф.Е. Хайтович*  
Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия  
*maria.osetrova@skoltech.ru*

Ключевые слова: *липиды, мозг, биоинформатика, липидомика, масс-спектрометрия, нейробиология.*

Липиды являются одним из жизненно важных компонентов человеческого тела, в частности – мозга: в организме человека насчитываются тысячи различных видов липидов, а около 5 % генома человека посвящено метаболизму липидов (van Meer et al. 2008). Кроме того, мозг – второй по концентрации липидов в организме человека (Hamilton et al 2007). Благодаря разнообразию химической структуры липиды выполняют самые разные функции: они действуют как энергетические субстраты, образуют клеточные мембраны и органеллы, а также используются в качестве сигнальных молекул, что особенно важно для мозга (Tracey et al 2018). Тем не менее, липидом мозга остается одной из наименее изученных областей по сравнению с другими «омиксными» исследованиями мозга.

В предыдущих работах липидом анализировали либо на уровне мозга как целого (Khrameeva et al 2018), либо для нескольких областей, но только на уровне жирных кислот (Naud et al 2012). Кроме того, липидный состав всего мозга был ранее изучен в одномерной шкале – с использованием структурной МРТ, оценивающей количество миелина, который в основном состоит из липидов (Ganzetti et al 2014). В то же время ранее было показано,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-34-90146.

что некоторые связанные с мозгом заболевания, в том числе психические, могут быть связаны с метаболизмом липидов (Hamilton et al 2007).

Мы предположили, что липидный состав отдельных областей мозга должен отражать как структурные, так и функциональные различия между ними. В частности, мы предположили, что профили интенсивности липидов в разных регионах будут зависеть от цитоархитектонических особенностей и функциональной активности региона.

Для анализа структурной и функциональной организации липидома головного мозга человека были вырезаны образцы из 75 регионов мозга четырех здоровых людей. Липидную фракцию экстрагировали смесью метанол: метил-трет-бутиловый эфир (1:3 по объему), а затем измеряли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией в режимах измерения положительных и отрицательных ионов. Необработанные данные были сначала откалиброваны, а затем обработаны программой XCMS для обнаружения пиков (Smith et al. 2006). Пики, выбранные с помощью XCMS, затем фильтровались по времени их удерживания, средней интенсивности, количеству пропущенных значений и интенсивности в пустых образцах. Кроме того, часть липидов была аннотирована вручную на основе комбинации их отношения массы к заряду и времени удерживания.

Описанные выше процедуры привели к списку из 3573 пиков и подмножеству 503 аннотированных вручную липидов, охватывающих 20 липидных классов. Представление липидов было нормализовано на сырой вес образцов, интенсивность стандартов и среднюю интенсивность для отдельного мозга.

Кластеризация областей мозга на основе их липидных профилей привела к стабильному отделению областей белого вещества от областей подкоркового и серого вещества, а также к отделению префронтальной и первичной моторной коры от остальной части неокортекса. Поскольку общее содержание липидов хорошо согласуется со данными структурной МРТ (T1w/T2w), корреляция с содержанием миелина была использована для классификации липидов по группам «липидов белого вещества» (Pearson's  $R > 0.5$ , BH-adjusted P-value  $< 0.05$ ) и «липидов серого вещества» ((Pearson's  $R < -0.5$ , BH-adjusted P-value  $< 0.05$ ), а также липидов с равномерным распределением интенсивностей по всем областям мозга. Каждая из этих групп имела наиболее характерные липидные классы, а также подгруппы липидов с определенным количеством двойных связей и определенной длиной цепи. Кроме того, оказалось, что некоторые виды липидов имеют значительные различия в интенсивности между регионами, что не объясняется сигналом миелина. Сравнение их профилей с данными функциональной МРТ в состоянии покоя выявило их связь с функциональными сетями головного мозга. Интересно, что эта группа «функ-

циональных липидов» была обогащена фосфолипидами с полиненасыщенными жирными кислотами в их составе.

Сравнение представленности липидов в мозге четырех здоровых доноров с аналогичными данными для четырех больных шизофренией показало разную степень изменений для разных липидных кластеров с наибольшими изменениями в кластере «липидов белого вещества». Помимо глобальных изменений в уровне липидов в масштабах всего мозга, были обнаружены регионы с наиболее выраженными изменениями в представленности липидов: большинство различий наблюдались в среднем мозге, таламусе, ассоциативной и вторичной коре (повышенный уровень), белом веществе и базальных ганглиях (сниженный уровень).

Результаты данной работы указывают на статистически значимые отличия в поведении различных видов липидов в разных областях мозга, что может быть связано с citoархитектурными различиями. Более того, сходство с функциональной архитектурой мозга делает липиды потенциальной мишенью для диагностики психических расстройств.

#### *Список литературы*

1. Ganzetti M., Wenderoth N., Mantini D., 2014. Whole brain myelin mapping using T1- and T2-weighted MR imaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8.
2. Hamilton J.A., Hillard C.J., Spector A.A., Watkins P.A., 2007. Brain uptake and utilization of fatty acids, lipids and lipoproteins: application to neurological disorders. *J. Mol. Neurosci.*, vol. 33, no. 1, p. 2–11.
3. Khrameeva E., Kurochkin I., Bozek K., Giavalisco P., and Khaitovich P., 2018. Lipidome Evolution in Mammalian Tissues. *Mol. Biol. Evol.*, vol. 35, no. 8, p. 1947–1957.
4. van Meer G, Voelker D.R., Feigenson G.W., 2008. Membrane lipids: where they are and how they behave. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, vol. 9, no. 2, p. 112–124.
5. Naud A. et al., 2012. Region Specific Vulnerability to Lipid Peroxidation in the Human Central Nervous System. *Lipid Peroxidation*.
6. Smith C.A. et al., 2006. XCMS: Processing Mass Spectrometry Data for Metabolite Profiling Using Nonlinear Peak Alignment, Matching, and Identification. *Anal Chem*, vol. 3.
7. Tracey T.J., Steyn F.J., Wolvetang E.J., Ngo S. T., 2018. Neuronal Lipid Metabolism: Multiple Pathways Driving Functional Outcomes in Health and Disease. *Front. Mol. Neurosci.*, vol. 11, p. 10.

## Личностные характеристики женщин с разной мотивацией публикации селфи<sup>1</sup>

*Е.А. Никитина*  
*Институт психологии РАН, Москва, РФ*  
*NikitinaEA@ipran.ru*

Ключевые слова: *селфи, самооценка, мотивация публикации селфи, психологическое благополучие, мотивация к успеху, избегание неудач, социальная поддержка.*

Распространившееся в последние годы увлечение созданием и публикацией селфи требует серьезного социологического, культурологического, а главное, психологического исследования. Массовое распространение привычки регулярно делиться своими фотографиями принято связывать с включением современных технологий в ежедневную деятельность человека. Но при равной доступности смартфонов и подобных им устройств одни молодые люди увлекаются публикацией селфи на уровне зависимого поведения, другие выкладывают свои фотографии время от времени, а третьи не делают этого никогда. На уровне обыденного знания существуют разнообразные и иногда противоречащие друг другу стереотипы о том, что чрезмерное увлечение селфи связано с эгоцентризмом, с неуверенностью в себе, со стремлением к самоутверждению, с избытком свободного времени, с актуальной модой и т.д.

Психологические исследования показывают, что сетевая активность респондентов связана как с их полом (Stefanone, Lackaff, Rosen, 2011) и возрастом (Dhir, 2016, Boursier, Manna, 2018), так и с рядом личностных характеристик, например, с чертами «темной триады»: нарциссизмом (Sorokowski et al 2015, Ковалева, Книголюбова, 2019), макиавеллизмом и психотизмом (Fox & Rooney, 2015). Однако, более интересным представляется вопрос о не том, кто чаще или реже выкладывает свои фотографии в социальные сети, а с какой целью они это делают.

К числу основных причин Й. Сунг с коллегами (2016) относят: желание привлечь к себе внимание, общение, сохранение информации, а также развлечение. В некоторых работах к этому списку добавляют самолюбование, передачу информации о своем актуальном состоянии или местонахождении и др. На основании теоретических моделей авторами предложены и апробированы опросники с различным числом факторов (от 2 до

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено по госзаданию по теме НИР № 0159-2020-0004.

7). Некоторые пункты этих методик могут вызывать социально желательные ответы, некоторые пункты культурно-специфичны.

На основании литературных данных и работы 2-х фокус групп нами был создан опросник мотивации селфи, который был предложен 85 респондентам (ср возраст 27,6 лет, 86 % женщины). Респондентам следовало указать степень своего согласия с предложенными высказываниями, а также отметить, как бы сделали это их ровесники. По результатам эксплораторного факторного анализа выделена 3-факторная структура мотивации селфи: 1 фактор – для сохранения и передачи информации, 2 фактор – демонстрация себя и 3 фактор – для поддержания включенности в социум (Никитина, 2018).

Мы предположили, что при низких значениях удовлетворенности собой и социальной поддержкой респонденты будут демонстрировать более сильную мотивацию демонстрации себя и поддержания включенности в социум, а при высоких значениях – информационную мотивацию.

Для тестирования этой гипотезы было привлечено 27 респондентов, которые заполнили следующие методики: опросник Селфи мотивации, опросник социальной поддержки SOZU 22, оценка Я-реального и Я-идеального по шкалам внешности, общительности, количества друзей, «Шкалы психологического благополучия» К Рифф, а также опросники Мотивация к успеху и Избегание неудач Т Элерса.

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты:

1. Все участники исследования при публикации селфи в социальных сетях руководствуются комбинацией выделенных мотивов, причем информационная составляющая оказывается основной у 55,6 % респондентов.

2. Удовлетворенность социальной поддержкой обратно связана с выраженностью мотивации Демонстрации и Включенности (коэффициенты корреляции Спирмена равны -0,375 и -0,431 соответственно при уровне значимости  $p < 0,05$ ).

3. Респонденты, продемонстрировавшие более сильную мотивацию размещения селфи в информационных целях, имеют значимо меньше расхождений между оценками Я-реального и Я-идеального по показателям Общительность ( $p = 0,041$ ) и У меня много друзей ( $p = 0,024$ ). У них несколько ниже выражены другие виды мотивации, а также ниже Мотивация избегания неудач ( $p = 0,003$ ) при более высоких значениях по шкалам Самопринятия и Личностного роста ( $p = 0,010$  и  $0,011$  соответственно).

4. Более высокие значения по шкале мотивации Демонстрация коррелируют с количеством просмотров отзывов на свои фотографии, числом офф-лайн друзей, самооценкой привлекательности, общительности и количества друзей, а также удовлетворенности этими характеристиками. У таких респондентов меньшие значения по шкале Автономия и большие

значения по шкале Цели в жизни (все корреляции значимы на уровне  $p < 0,05$ ).

5. Респонденты с большей мотивацией включенности в социум демонстрируют несколько более высокие баллы по шкале Автономии ( $p = 0,015$ ).

В ходе нашего исследования удалось продемонстрировать связь выделенных составляющих селфи-мотивации с рядом личностных характеристик респондентов. Показано, что размещение своих фотографий преимущественно с целью передачи и сохранения информации коррелирует с большим психологическим благополучием и удовлетворенностью своей общительностью и количеством друзей. В случае неудовлетворенности социальной поддержкой респонденты в большей степени склонны получать ее в социальных сетях путем демонстрации себя или поддержанием включенности в социум.

#### *Список литературы*

1. Stefanone M.A., Lackaff D., Rosen D. 2011. Contingencies of Self-Worth and Social-Networking-Site Behavior. *Cyberpsychology, behavior, and social networking* 14(1-2), 41-49.

2. Dhir A., Pallesen S., Torsheim T., Andreassen C.S. 2016. Do age and gender differences exist in selfie-related behaviours. *Computers in Human Behavior* 63, 549–555.

3. Boursier V., Manna V., 2018. Selfie expectancies among adolescents: Construction and validation of an instrument to assess expectancies toward selfies among boys and girls. *Frontiers in Psychology* 9, Article 839. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00839/full> (дата обращения: 28.04.2020).

4. Sorokowski P., Sorokowska A., Oleszkiewicz A., Frackowiak T., Huk A., Pisanski K. 2015. Selfie posting behaviors are associated with narcissism among men. *Personality and Individual Differences* 85, 123-127.

5. Ковалева Ю.В., Книголюбова А.Н. 2019. Нарциссическая личность в социальной сети: краткий обзор и постановка проблемы. В сб. *Современная реальность в социально-психологическом контексте – 2019*. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 198-203.

6. Fox J., Rooney M.C. 2015. The Dark Triad and trait self-objectification as predictors of men's use and self-presentation behaviors on social networking sites. *Personality & Individual Differences* 76, 161-165.

7. Sung Y., Lee J.-A., Kim E., Choi S.M. 2016. Why we post selfies: Understanding motivations for posting pictures of oneself. *Personality and Individual Differences* 97, 260-265.

8. Никитина Е.А. 2018. Представления студентов о причинах публикации селфи. В сб. *Цифровое общество в культурно-исторической парадигме*. М.: Изд-во РГГУ, 35-39.

# Eye-tracking indices of arithmetic operations<sup>1</sup>

V. Bachurina<sup>1</sup>, K. Konopkina<sup>1</sup>, Y. Sudorgina<sup>1</sup>, N. Kudryavtsev<sup>1</sup>,  
M. Arsalidou<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

<sup>2</sup>York University, Toronto, Canada

[vabachurina@gmail.com](mailto:vabachurina@gmail.com), [marie.arsalidou@gmail.com](mailto:marie.arsalidou@gmail.com)

Ключевые слова: *eye-tracking, mathematical problem solving, cognitive load, saccadic rate.*

**Background.** The ability to perform quick mental calculations is a vital skills both for school children and for adults. Analysing recent trends in mathematical education research Lilienthal et al. (2019) noted an increase in number of studies using eye-tracking methodologies to explore strategies in mathematical problem solving as well as mathematical perception. This trend reflects growing appreciation for the potential of eye-tracking indices to reveal valuable information about cognitive processes. An important factor in our ability to perform mathematical operations is cognitive load associated with the task. Results in many fields of cognitive science show that eye-tracking metrics, such as blink rate, saccade rate and fixation duration, can be used as objective physiological measures of perceived cognitive load (see Chen et al., 2011, Eckstein et al., 2017). The goal of this study was to discover whether relations exist among cognitive effort during mental arithmetic and eye movements. Specifically, we expected to see a main effect of difficulty of the task on rate of saccades.

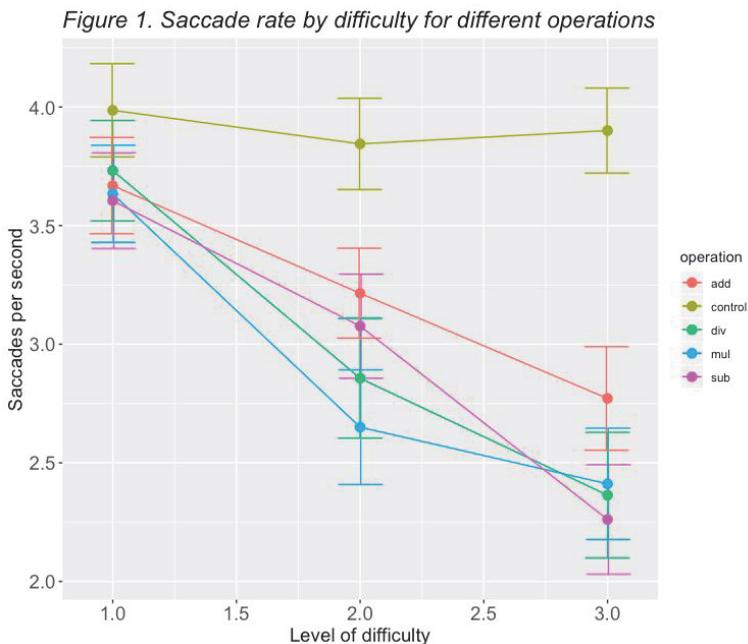
**Methods.** Twenty six participants (7 male, age = 20.84±1.7 years) completed the Parametric Math Task (PMT) while their eye movements were recorded in a remote head-free-to-move mode. The PMT was constructed to contain four basic mathematical operations (addition, subtraction, multiplication and division) with three levels of difficulty each indexed by including 1-digit, 2-digit, 3-digit numbers (Konopkina, 2019). Participants are asked to perform math problems (top of the screen) that appear on a computer screen together with four potential answers (bottom of the screen). Potential answers included: a correct solution and three alternative distractor answers, which are closed to correct one. Distractor answers contain a number that differs from the correct solution on 1-2 units; or 10-20 units; or 100-200 units (for a difficult level). For instance, the math problem «164 + 565» has four following potential answers:

---

<sup>1</sup> Support is gratefully acknowledged from the Russian Foundation for Basic Research project # 19-313-51010.

729; 719; 629; 829. Such distractors discourage participants from making approximate calculations. Participants are asked to choose an answer using «1», «2», «3» and «4» buttons. Participants are given 32 seconds to provide as many correct answers as they can during a block. The task contained 15 blocks. Blocks and trials within blocks were randomised. Experiment was programmed and is presented in Experiment Builder (SR Research), accuracy, reaction times were recorded along with participants' eye movements with the use of Eye Link Portable Duo (SR Research).

**Results.** Two-way ANOVA results revealed significant main effects of both level of difficulty ( $p < .001$ ,  $F = 111$ ,  $\eta = 0.26$ ) and type of arithmetic operation ( $p < .001$ ,  $F = 41$ ,  $\eta = 0.20$ ) on saccade rate, as well as a significant, albeit small, interaction effect ( $p < .001$ ,  $F = 8$ ,  $\eta = 0.08$ ). Means and standard error are presented in Fig. 1.



**Methods.** Our results suggest that increase in cognitive load, which accompanies increase in number of digits in arithmetic operations, is associated with a decrease in saccade rate. These findings are consistent with that of prior studies with various cognitive tasks, such as driving (Recarte et al., 2003), visual tracking (Van Orden et al., 2000) and flight simulation (Veltman et al., 1998). Additionally, our findings suggest that the increase in cognitive load varies with

arithmetic operation. Practically these findings may be useful in better understanding strategies in mathematical problem solving which in turn may inform educational practices.

### References

1. Eckstein, M.K., Guerra-Carrillo, B., Miller Singley, A. T., & Bunge, S. A. (2017). Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience*. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.11.001>.
2. Chen, S., Epps, J., Ruiz, N., & Chen, F. (2011). Eye activity as a measure of human mental effort in HCI. In *Proceedings of the 15th international conference on Intelligent user interfaces - IUI '11* (p. 315). <https://doi.org/10.1145/1943403.1943454>.
3. Van Orden, K.F., Jung, T.P. & Makeig, S. (2000) Combined eye activity measures accurately estimate changes in sustained visual task performance. *Biological Psychology*, **44**, 85–93.
4. Recarte, M.A. & Nunes, L.M. (2003) Mental workload while driving: Effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **9**, 119–133.
5. Veltman, J. & Gaillard, A. (1998) Physiological workload reactions to increasing levels of task difficulty. *Ergonomics*, **41**, 656–659.
6. Lilienthal, A.J., & Schindler, M. (2019). Current Trends in Eye Tracking Research in Mathematics Education: A PME Literature Review. arXiv preprint arXiv:1904.12581.

## Studying the magnetoencephalogram in players of a gaze-controlled game for the development of new human-machine interfaces<sup>1</sup>

*S.L. Shishkin, sergshishkin@mail.ru, NRC Kurchatov Institute (Moscow, Russia)*

*A.N. Vasilyev, a.vasilyev@anymail.com, NRC Kurchatov Institute (Moscow, Russia); M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)*

*A.V. Butorina, armature@yandex.ru, Moscow State University of Psychology and Education (Moscow, Russia)*

*I.A. Dubynin, ignd@mail.ru, NRC Kurchatov Institute (Moscow, Russia)*

*E.P. Svirin, NRC Kurchatov Institute (Moscow, Russia); University of Würzburg (Würzburg, Germany)*

*A.E. Ossadtchi, ossadtchi@gmail.com, NRU Higher School of Economics (Moscow, Russia)*

*B.M. Velichkovsky, velich@applied-cognition.org, NRC Kurchatov Institute (Moscow, Russia)*

*T.A. Stroganova, stroganova56@mail.ru, Moscow State University of Psychology and Education (Moscow, Russia)*

**Keywords:** *MEG, gaze-controlled game, human-machine interfaces, EBCI.*

Eye-brain-computer interfaces (EBCIs) are an emerging class of brain-computer interfaces (BCIs) that combine the power of gaze-based and brain signal-based control. One interesting hypothetical feature of such interfaces is that they may make human-machine interaction in certain situations fluent and effortless. Gaze-based interaction utilizing the eye tracking itself provides an interesting model of fluent human interaction with computers (Jacob, 1990). However, when the response of a gaze interaction system is sufficiently fast to make interaction perceived as fluent, frequent errors are inevitable, because the system cannot differentiate the gaze commands from spontaneous gaze behavior, and such frequent errors disrupt fluent experience (Jacob, 1990). On-the-fly classification of eye fixations into spontaneous ones and those intentionally used to trigger the interface could be based on the electroencephalogram (EEG) signal (Protzak et al., 2013; Shishkin et al., 2016). To provide fluent interaction, the eye-brain-computer interface (EBCI), however, should provide high classification performance using short segments of data, and it is possible that the EEG alone cannot provide enough information for solving this challenging

---

<sup>1</sup> Supported by the Russian Science Foundation, grant 18-19-00593.

task. Thus, we are studying the potential of adding the magnetoencephalography (MEG) into the hybrid EBCI.

Besides solving the decoding task (Ovchinnikova et al., submitted) we also are interesting in using the data from the same MEG experiments for better understanding of intention formation. In studies of the brain correlates of voluntary action motor movements are used, and it is difficult to organize a control condition with involuntary movements. In contrast, when participant execute gaze-based control, both voluntary and involuntary eye behaviors with similar overt characteristics can be collected. As the MEG signal provides high temporal resolution, it is well suited for the studies of brain functioning underlying voluntary and involuntary eye fixations, and possibly even for the understanding the physiology of voluntary action in general. Insights from such studies, in turn, may help to optimize the cognitive components of an EBCI so that more pronounced and stable markers of voluntary action would be made available for decoding, thus enhancing performance of the interface.

Here, we aimed to investigate the neural underpinning of voluntary control of eye movement. To this end we involved 29 healthy participants into a freely playing gaze-controlled computer game *EyeLines* (Shishkin et al., 2016) and compared cortical activity accompanying relatively short gaze dwells ( $\geq 500$  ms) that participants made either spontaneously (control condition) or intentionally to manipulate the game events. Event presentation, data synchronization and online data analysis were implemented using Resonance, a flexible and scalable framework for fast prototyping of hybrid brain-computer interfaces (Nuzhdin, 2019). Voluntary dwells were identified as gaze dwells on game objects quickly followed by a special confirmatory dwell. Generalized additive model was applied to control for non-linear effects of saccade amplitude and gaze coordinates on fixation-related MEG. Linear mixed model was used to find sensors and sources with significant ( $p < 0.05$ , FDR corrected) effect of voluntary dwells while controlling for spurious effects.

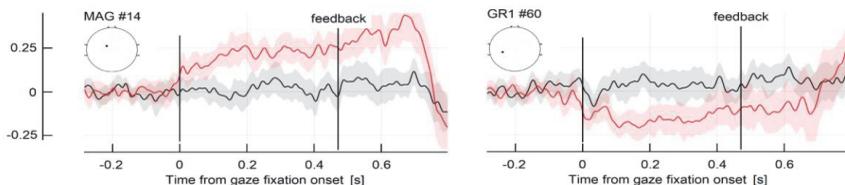


Fig. 1. Examples of fixation-related brain magnetic field (recorded with magnetometers, MAG, and with planar gradiometers, GR1) time courses at sensors where LMM revealed intention effect. Group average ( $n = 29$ ) M (solid lines)  $\pm$  95 % conf. int. (shad-

ow) for signals normalized using [-300..-100] individual baseline: red, intentional dwells; black, spontaneous dwells. Dots on the heads show sensor positions

Behaviorally, voluntary dwells caused stronger suppression of microsaccades and less gaze deviations from the fixation point than spontaneous ones. Both sensor level (Fig. 1) and source-level analyses identified sustained cortical components that were present throughout the length of intentional gaze dwells and were absent during spontaneous dwells. The sustained activation was localized to frontal eye field of the left hemisphere and superior marginal gyri bilaterally, which is consistent with previous fMRI findings on voluntarily delayed eye movements. Early emergence of this activation, which peaked at 200 ms after an onset of voluntary dwells and then persisted until the upcoming saccade, suggests its involvement in top-down control of gaze shift.

Thus, MEG components were strongly pronounced in the voluntary gaze dwells well before the time when the EEG intention markers were observed in the previous studies (Shishkin et al., 2016). The results provide new insights into the neural mechanisms of voluntary gaze control in the natural environment and indicate that extended time intervals of MEG signal should be used by the classifiers in hybrid eye-brain-computer interfaces.

#### *References*

1. Jacob R.J. 1991. The use of eye movements in human-computer interaction techniques: what you look at is what you get. *ACM Trans. Inf. Syst.* 9: 152–169.
2. Nuzhdin Y.O. 2019. Resonance – a BCI framework for working with multiple data sources. 8th Graz Brain-Computer Interface Conference 2019, 77–81.
3. Protzak J., Ihme K., Zander T.O. 2013. A passive brain-computer interface for supporting gaze-based human-machine interaction. *Proc. UAHCI'13*, 662–671.
4. Shishkin S.L., Nuzhdin Y.O., Svirin E.P., Trofimov A.G., Fedorova A.A., Kozyrskiy B.L., Velichkovsky B.M. 2016. 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.

# Молекулярная регуляция процессов самоорганизации и функционирования нейрональных «клеточных ансамблей»<sup>1</sup>

*Т.В. Вьюнова, Л.А. Андреева, Н.Ф. Мясоедов*  
*Федеральное государственное бюджетное учреждение*  
*Институт молекулярной генетики НИЦ «Курчатовский институт»,*  
*Москва, Россия*  
*p2@list.ru*

Ключевые слова: *регуляторные пептиды, рецепторы, нейромедиаторы, нейронные ансамбли, аллостерическая модуляция.*

Впервые предположение о том, что в основе мыслительных процессов лежат биохимические и клеточные механизмы, связанные с формированием и взаимным функционированием различных нейронных ансамблей было сформулировано еще в середине прошлого века канадским физиологом Д. Хеббом. На сегодняшний день стало уже очевидно, что мозг функционирует как сложная единая система, представляющая собой совокупность множества «сетей» нейрональных клеток, динамически объединенных в синхронно активируемые «ансамбли». Так, например, положение животного в пространстве кодируется определенной группой активных нейронов, а также соотношением интенсивностей их разрядов. При перемещении животного плавно меняется распределение активностей нейронов, а также происходит реорганизация «ансамбля» вследствие полного выключения одного или нескольких нейронов и/или включения ранее не задействованных клеток (Buzsáki G., 2010). С идеей динамически реорганизуемых клеточных «ансамблей» и механизмами «распределенного кодирования» связывают также такие сложные мыслительные процессы, как память, восприятие, принятие решений, а также то, как синтаксис языка может быть реализован в мозге (Rolls E.T., et. al., 2015). Наряду с этим, мозг непрерывно генерирует ритмические колебания активности клеточных ансамблей, формируя чередующиеся временные окна относительно сниженной и повышенной возбудимости в нейронных сетях. Предполагается, что эти механизмы формируют основу, создают синтаксические правила для эффективного обмена информацией между нейронными сетями (Buzsáki G, et. al., 2012). Отметим, что одни нейронные ансамбли формируются в результате обучения и состоят из клеток, не всегда расположен-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 17-00-00104 РФФИ КОМФИ, а также программы президиума РАН по проекту, реализуемому в рамках крупного проекта № 9 «Постгеномные технологии и перспективные решения в биомедицине» № АААА-А19-119112090095-6.

ных в непосредственной близости друг от друга, а другие – (морфофункциональные ансамбли) представляет собой локальные генетически заложенные популяции нейронов, формирующиеся в процессе нейрогенеза, и характерны, прежде всего, для проекционных областей коры. Вопрос о том, как нейроны собираются в «ансамбли», насколько это генетически детерминировано, насколько в этом велика роль самоорганизации, а также какие факторы влияют на процессы сборки и функционирования «ансамблей», является одним из ключевых в современных исследованиях о мозге. Как правило, попытки разрешить поставленные вопросы обращены в сторону коннектома, доминирует представление о ключевой роли «синаптических весов» и переконфигурации нейронных сетей (именно клеточных контактов и их активностей) в механизмах разного рода памяти. Однако все чаще появляются работы, демонстрирующие существование дополнительных механизмов, действующих по несколько иному принципу (Gallistel C.R., et. al., 2014). Как правило, «синаптическая концепция» исключает немаловажную и эволюционно более древнюю систему информационного обмена между клетками – тоническое и внесинаптическое действие нейротрансмиттеров. Во многих работах показано, что нейроны и многочисленные глиальные клетки функционируют совместно и синхронно - как на стадии развития организма (определяя будущую топологию нейрональной сети мозга, синаптическую пластичность и т.п.), так и в процессе всей последующей его жизнедеятельности (Ou J., 2014; Reemst K., 2016; Han X. 2013). Основной формой коммуникации между столь различными типами клеток мозга являются нейрохимические межклеточные взаимодействия, основанные на приеме – передаче информации за счет сигнальных молекул и их рецепторов, локализованных на поверхности «адресных» клеток. Синаптические контакты нейронов в этой связи можно рассматривать как механизм, позволяющий во много раз быстрее, чем диффузия, передавать молекулярно-химическую информацию между отдаленными друг от друга клетками и селективно вовлекать их в формирование нейрональных «ансамблей». Более того, сами нейроны фенотипически гетерогенны, каждый подтип клеток «по-своему» интерпретирует входящий химический сигнал, обрабатывает и отвечает на него уникальным набором секретлируемых медиаторов. Согласно «гетерохимической гипотезе», соединение клеток в «совместно функционирующие ансамбли» опосредовано составом межклеточного комплекса нейромедиаторных молекул, причем состав «ансамблей» динамически меняется, согласно изменениям состава межклеточной среды (Сахаров Д.А., 2010). Более того, мозг формирует и синхронизирует работу «ансамблей» в режиме «прогнозирования», делая некие «функциональные заготовки», подготавливая возможность выбора ответного действия, быстрого реагирования на сигнал, который адекватен заготовке. Это, разумеется, не исключает возмож-

ности обучаться и выделять новые сигналы (Дьяконова В.Е., Сахаров Д.А., 2019). Поведенческое отражение описанных выше процессов без труда можно обнаружить в работах зоологов и психологов. Однако остается масса трудных вопросов, затрагивающих и аспекты правил формирования «химического бульона», и концентрационной зависимости эффектов действия нейромедиаторов, и скорости доставки информации и реорганизации состава клеточных «ансамблей», и утилизации «сыгравших свой акт» молекул. Оказалось, что в организме млекопитающих существует система, позволяющая при минимальных энергетических затратах на синтез медиатора и его на последующую утилизацию, доставить информационный сигнал группе клеток («в нужное время в нужное место»), причем с учетом индивидуальных особенностей фенотипа клеток-мишеней и при минимальных изменениях уже существующего химического окружения. Представлена она короткими белковыми молекулами – регуляторными пептидами. В межклеточной среде мозга они присутствуют в виде «динамического континуума регуляторных пептидов» (Koroleva S. 2002), а время их «жизни» ограничено, как правило, минутами. Действуя как регуляторы на функции отдельных групп клеток, эти молекулы способны, запускать реализацию различных нейрональных биохимических процессов, управлять работой целых систем и органов, включая сложные акты поведения (Гомазков О. 2016). В наших исследованиях показано, что действие нейропептидов основано, прежде всего, на молекулярно-химической регуляции чувствительности рецепторов различного типа к их специфическим лигандам (нейромедиаторам). Спектр «регулируемых» рецепторов индивидуален для каждого конкретного пептида и зависит от его структуры. Показано, что эффект действия пептида на рецептор конкретного подтипа во многом зависит от концентрации молекул регулятора, формируя строгий дозовый «коридор активности». В ряде случаев – эффект действия на рецептор малых доз пептида противоположен действию его больших доз (что отражено и на уровне физиологических эффектов). «Рецепторные спектры» пептидов индивидуальны. Действие регуляторных пептидов похоже на «эффект эквалайзера», позволяющего избирательно корректировать амплитуду (суммарный эффект) поступающего в клетку химического сигнала в зависимости от настройки «приёмных характеристик» рецепторов клеток-мишеней.

#### *Список литературы*

1. Buzsaki G., 2010. Neural syntax: cell assemblies, synapsembles, and readers. *Neuron*. 68 (3), 362–385.

2. Buzsáki G, Watson BO., 2012. Brain rhythms and neural syntax: implications for efficient coding of cognitive content and neuropsychiatric disease. *Dialogues Clin Neurosci.* 14(4):345-367.
3. Gallistel C.R., Balsam P.D., 2014. Time to rethink the neural mechanisms of learning and memory. *Neurobiol. Learn. Mem.*, 108, 136–144.
4. Han, Xiaoning et al. 2013. Forebrain Engraftment by Human Glial Progenitor Cells Enhances Synaptic Plasticity and Learning in Adult Mice. *Cell Stem Cell*, Volume 12, 342 – 353.
5. Ou, Jiayao & He, Yijing & Xiao, Xi & Yu, Tian-Ming & Chen, Changyan & Gao, Zongbao & Ho, Margaret. (2014). Glial cells in neuronal development: Recent advances and insights from *Drosophila melanogaster*. *Neuroscience bulletin.* 30. 10.1007/s12264-014-1448-2.
6. Reemst K, Noctor SC, Lucassen PJ and Hol EM 2016 The Indispensable Roles of Microglia and Astrocytes during Brain Development. *Front. Hum. Neurosci.* 10:566.
7. Rolls ET, Deco G., 2015. Networks for memory, perception, and decision-making, and beyond to how the syntax for language might be implemented in the brain. *Brain Res.* 1621:316-334.
8. Гомазков О. 2016. Зачем мозгу нужны новые нервные клетки? Изд. Икар. 140 с.
9. Дьяконова В.Е., Сахаров Д.А. 2019. Пострефлекторная нейробиология поведения. М.: Издательский Дом ЯСК, 592 с.
10. Сахаров Д.А., 2010. Механизмы внесения упорядоченности в выходную активность нейронных ансамблей // Актуальные вопросы нейробиологии, нейротехнологии и когнитивных исследований. М.: НИЯУ МИФИ. С. 7–28.

**Влияние актуализации комплементарных  
и некомплементарных стереотипов на уровень веры  
в справедливость у сотрудников некоммерческих  
благотворительных и коммерческих организаций**

*Е.В. Улыбина, А.А. Антонова  
РАНХиГС, Москва  
evulbn@gmail.com*

*Ключевые слова: комплементарные стереотипы, вера в справедливый мир, теория оправдания систем.*

Согласно теории оправдания систем Джоста (Jost, 2018) комплементарные стереотипы (КС), функционирующие в культуре, позволяют людям мириться с социальным неравенством, поддерживая представление о равномерном распределении благ за счет атрибуции членам низкостатус-

ных групп позитивных характеристик, а высокостатусных – негативных, но не связанных с конкурентоспособностью.

Исследования (Kay and Jost, 2003) показали, что актуализация КС, образов счастливых бедных и несчастных богатых, приводит к усилению поддержки статус-кво, одобрению социальной системы и оценке реальности как справедливой, а актуализация образов несчастных бедных и счастливых богатых (НКС) поддержку системы снижает.

Однако люди изначально обладают разным уровнем веры в справедливость и можно предположить, что сотрудники некоммерческих организаций (НКО), занятых благотворительностью, имеют большую веру в справедливый мир (ВСМ), чем те, кто не занят благотворительностью на постоянной основе, например, сотрудники коммерческих организаций (КО). В этом случае после актуализации КС у сотрудников НКО уровень ВСМ не будет отличаться от фонового, но будет снижаться после актуализации НКС. А у сотрудников КО наоборот, фоновый уровень ВСМ соответствует уровню после предъявления НКС, а после предъявления КС повышается.

Испытуемые: 320 человек, из них 16 ж., от 18 до 57 лет. Из них 160 сотрудников некоммерческих благотворительных и волонтерских организаций и 160 – сотрудников КО. Опрос испытуемых осуществлялся с использованием гугл-форм.

Испытуемые были разделены на четыре группы. В первых двух респондентам предъявлялся текст с описанием двух персонажей, бедного и богатого. В условии КС бедный был счастлив, а богатый несчастен, в условии НКС бедный был несчастен, а богатый счастлив. Нейтральный текст содержал описание восприятия цвета. После чтения текста респонденты отвечали на вопросы о нем и заполняли Шкалу веры в справедливый мир (Нартова-Бочавер и др., 2013). Четвёртая группа заполняла опросник без предварительного чтения текста. Респонденты во всех случаях были уравнены по количеству, месту работы, полу и возрасту.

**Изложение результатов.** Анализ результатов показал, что в ситуации заполнения опросника без актуализации стереотипов сотрудники НКО показывают значимо больший ( $p < 0,000$ ) уровень ВСМ, чем сотрудники КО. Тест Левина показал корректность использования дисперсионного анализа по выборке в целом и отдельно для сотрудников НКО и КО. Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости уровня ВСМ от места работы респондентов и условий заполнения опросника показал, что вклад места работы значим ( $F = 51,461$ ,  $\eta = 0,141$ ,  $p = 0,000$ ), вклад условий заполнения значим ( $F = 7,901$ ,  $\eta = 0,142$ ,  $p = 0,000$ ), взаимодействие факторов значимо ( $F = 8,027$ ,  $\eta = 0,072$ ,  $p = 0,000$ ), (рис. 1).

Анализ вкладов КС и НКС в уровень ВСМ у читавших тексты показал, что вклад условий заполнения значим ( $F = 18,673$ ,  $\eta = 0,107$ ,  $p = 0,000$ ), а вклад места работы - не значим, взаимодействие факторов не значимо. И у

сотрудников НКО, и у сотрудников КО уровень ВСМ выше при актуализации КС. Однако уровень ВСМ у сотрудников НКО и КО в условиях без воздействия стереотипов различается. У сотрудников НКО уровень ВСМ значимо выше при КС, чем при НКС ( $F = 18,434$ ,  $\eta = 0,191$ ,  $p = 0,000$ ), но не имеет значимых различий с условиями без чтения текста и после чтения нейтрального текста. Но после НКС он значимо снижается и по отношению к ситуации чтения нейтрального текста ( $F = 22,580$ ,  $\eta = 0,225$ ,  $p = 0,000$ ), и к ситуации без чтения текста ( $F = 38,499$ ,  $\eta = 0,059$ ,  $p = 0,021$ ).

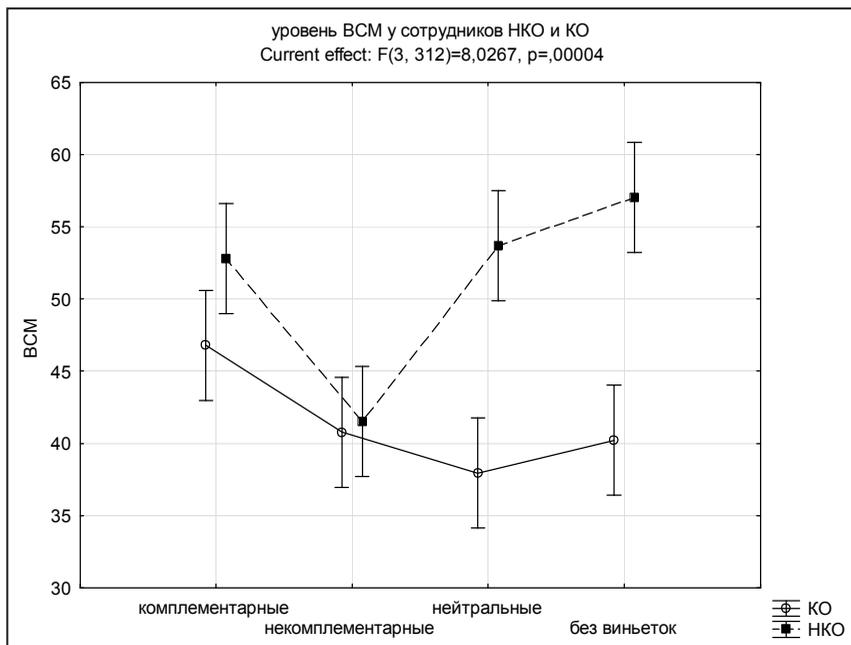


Рис. 1. Уровень ВСМ у сотрудников НКО и КО при разных условиях измерений

У сотрудников КО уровень ВСМ также выше после КС, чем после НКС ( $F = 3,975$ ,  $\eta = 0,048$ ,  $p = 0,049$ ), хотя уровень значимости невысок. Уровень ВСМ после НКС значимо не отличается от уровня ВСМ ни после предъявления нейтральных текстов, ни в ситуации без предъявления текстов. Но после КС он значимо повышается и по отношению к ситуации чтения нейтрального текста ( $F = 7,607$ ,  $\eta = 0,089$ ,  $p = 0,007$ ), и к ситуации без чтения текста ( $F = 4,329$ ,  $\eta = 0,053$ ,  $p = 0,040$ ).

У сотрудников КО можно наблюдать обратную динамику – чтение про несчастных богатых и счастливых бедных повышает уровень ВСМ по

отношению к фоновому, а чтение текстов про счастливых богатых и несчастных бедных не приводит к изменению фонового уровня ВСМ.

Результаты подтверждают гипотезу о характере воздействия КС и НКС на уровень ВСМ в зависимости от исходного уровня ВСМ.

#### *Список литературы*

1. Нартова-Бочавер С.К., Подлипняк М.Б., & Хохлова А.Ю. 2013. Вера в справедливый мир и психологическое благополучие у глухих и слышащих подростков и взрослых. Клиническая и специальная психология, 3, 1-14.

2. Fiske S.T., Cuddy A.J., Glick P., & Xu J. 2002. A model of (often mixed) stereotype content: competence and warmth respectively follow from perceived status and competition. Journal of personality and social psychology, 826, 878.

3. Jost J.T. 2018. A quarter century of system justification theory: Questions, answers, criticisms, and societal applications. British Journal of Social Psychology.

4. Kay A.C., & Jost J. T. 2003. Complementary justice: Effects of «poor but happy» and «poor but honest» stereotype exemplars on system justification and implicit activation of the justice motive. Journal of Personality and Social Psychology, 85, 823–837.

## **О механизмах интерпретации поликодовых текстов<sup>1</sup>**

*А.В. Горбачева*

*Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина,*

*Москва, Россия*

*AVGorbacheva@pushkin.institute*

Ключевые слова: *поликодовые тексты, интерпретация, понимание, грамматическое согласование, семантическое согласование, экстремизм, эксперты.*

В настоящий момент одна из главных проблем извлечения информации из семиотически неоднородных формах (поликодовые тексты) – это вопрос о механизмах возникновения различных интерпретаций их смысла. В данной работе представлены промежуточные результаты междисциплинарного экспериментального исследования, которое направлено на уточнение сведений о принципах интерпретации поликодовых текстов разными группами респондентов. В эксперименте приняли участие 42 респондента, отличающихся по степени осведомленности о содержании экстремистского дискурса, – группа судебных экспертов-лингвистов с

---

<sup>1</sup> Данное исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-09170.

опытом проведения исследований по материалам дел о противодействии экстремизму (11 человек) и группа неэкспертов, хорошо и мало информированных о фактах экстремистского дискурса (15 и 16 человек соответственно). В качестве стимульного материала респондентам предъявлялись поликодовые тексты формата «статическое изображение + письменное высказывание», которые содержали или не содержали экстремистское сообщение (21 экстремистский и 21 контрольный стимул). Эксперимент включал две части. В первой части респонденты просматривали стимул, после чего должны были оценить, является ли он экстремистским или нет (в случае затруднений респондент имел право ответить «затрудняюсь»), а затем прокомментировать смысловое содержание просмотренного стимула. Во второй части респондентам предлагалось найти и при помощи маркера обозначить в просмотренных текстах смысловые связи между изображением и письменным высказыванием, а также устно пояснить, в чем состоят взаимосвязи между элементами текста. В ходе эксперимента комментарии респондентов фиксировались при помощи аудиозаписывающего устройства и в дальнейшем дословно расшифровывались. Впоследствии их содержание сопоставлялось и анализировалось с опорой на разметку взаимосвязей в стимулах методом компонентного анализа лексики комментариев. Основу методологии исследования составляют концепция системно-функционального подхода и положения лингвистики и психолингвистики о механизмах понимания смыслового содержания текста, которые в своем современном состоянии формулируются в виде закона и правил семантического согласования: «... чтобы два слова составили правильное сочетание, они должны иметь, помимо специфических, различающих их сем, одну общую сему» (Гак 1998, с. 279); эти общие семы «итеративны, то есть в данном сообщении они встречаются неоднократно (по меньшей мере дважды), благодаря чему и осуществляют связь наименований на расстоянии... В такой итеративной функции может оказаться любая сема; мы будем называть ее ... «связующий семантический компонент» (Гак 1998, с. 280). Ю. Д. Апресян, уточняя положение о повторяемости сем, подчеркивает, что к правильному пониманию текста приводит выбор такого осмысления, «при котором повторяемость семантических элементов достигает максимума» (Апресян 1995, с. 14).

(1) В результате семантического анализа комментариев респондентов было установлено: понимаемый смысл поликодового текста конструируется в результате декодирования значений его отдельных компонентов, функционирующих в качестве актантов в пропозициональной структуре сообщения, и обнаружения смысловых взаимосвязей между ними. Так, при невозможности понять текст каким-либо образом респонденты не могли выделить никаких связей, где были бы задействованы компоненты-актанты. В случае ошибочных интерпретаций стимулов респонденты не-

верно устанавливали значения отдельных компонентов (чаще изображения), что приводило к некорректному установлению значений иных компонентов стимула (как в изображении, так и в высказывании). При этом респонденты устанавливали наборы взаимосвязей, повторяющиеся в одинаковых вариантах интерпретации, независимо от принадлежности к какой-либо группе и, соответственно, от уровня владения дискурсивными знаниями. Аналогично этому в случаях верной интерпретации у респондентов различных групп присутствовали корректно определяемое значение компонентов, выполняющих функции актантов в структуре поликодового сообщения, и наборы установленных взаимосвязей между ними, повторяющиеся при одинаковом понимании смысла стимула. Как показал компонентный анализ лексики комментариев, такие взаимосвязи образуются при помощи повторения одинаковых классовых или уникальных компонентов значения семиотического средства (элемента изображения или высказывания с дискретным значением), то есть реализуется глубинное (с учетом факультативности процессов вербализации смыслового содержания семиотических средств) грамматическое и / или семантическое согласование. Из этого следует, что у всех групп респондентов процессы понимания поликодовых текстов включают реализацию глубинного семантического и / или грамматического согласования. Таким образом, в результате исследования уточнен механизм понимания сообщений, построенных с использованием различных семиотических кодов.

(2) Отсутствие дискурсивных знаний при выраженном навыке применения механизмов грамматического и семантического согласования может приводить к некорректной интерпретации смыслового содержания стимула. Когда респонденты не владеют дискурсивным значением какого-либо семиотического средства (чаще элементов изображения) и одновременно испытывают субъективную потребность в конструировании целостного смысла стимула, они выстраивают смысловые взаимосвязи на основе заполнения доступных грамматических валентностей (например, пустая валентность объекта у глагола в высказывании понимается как соответствующая изображению непонятого знака). Так респонденты устанавливают грамматическую структуру сообщения, после чего вновь осмысленному актанту присваивают семантику, компоненты которой отбираются из семиотических средств, связанных с этим актантом иными смысловыми повторами. Таким образом, причиной возникновения некорректных интерпретаций стимулов является реализация механизма грамматического согласования, компенсирующая нулевую семантику отдельных компонентов поликодовых текстов и делающая возможным возникновение заместительной семантики. Проявление этого феномена у судебных экспертов может объясняться сверхразвитым на профессиональной почве умением конструировать целостный смысл текста. Этот навык, яв-

ляясь одновременно устойчивым когнитивным паттерном, вероятно, вынуждает эксперта производить попытки во что бы то ни стало понять текст в условиях эксперимента, когда невозможно восполнить недостаток информации путем обращения к источникам. Полученные результаты планируется верифицировать на данных расширенной выборки.

#### *Список литературы*

1. Апресян Ю. Д. 1995. Избранные труды. В 2 т. Т. 1. Лексическая семантика (синонимические средства языка). 2-е изд., испр. и доп. М.: Яз. рус. культуры; Восточ. лит. VIII, 472 с.
2. Гак В. Г. 1998. Языковые преобразования. М.: Шк. «Яз. рус. культуры». 768 с.

### **Low-frequency brain oscillations at different levels of decision making**

*D. Kostanyan, S. Kozlovskiy, A. Rogachev*  
*Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University*  
*(Moscow, Russia)*  
*daria.kost17@gmail.com*

*Keywords: decision making, different levels of decision making, low-frequency brain oscillations.*

**Introduction.** Decision making is defined as the process of choosing between two or more alternatives. This process can be carried out at different levels. Thus, D. Kahneman distinguishes two systems: system 1 (responsible for impulsive, spontaneous decisions) and system 2 (responsible for rational solutions) (Kahneman, 2011). The decision-making process is well studied in psychology and psychophysiology, however, the number of studies of this process at different levels is not so extensive, so the brain mechanisms are not well established.

In our study, we attempted to research the electrical activity of the brain at different levels of decision making.

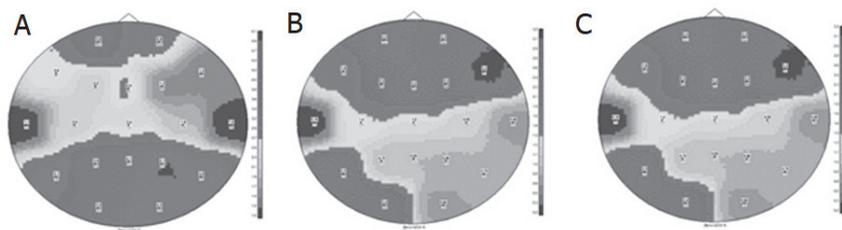
**Methods.** The study involved 7 healthy right-handed participants aged 20 to 28 years.

Matrices of schematic black-and-white images of various objects were presented. The study includes three sessions. In the first session, an image of the subject was presented for 500 ms. After 700 ms, a 2x2 image matrix was presented for 1500 ms, in this matrix participant had to indicate the position of the

previously presented object. In the second session, the 2x2 matrices were presented for 3000 ms with an 900 ms interval. It was required to select an image that is redundant (an analogue of the “Fourth Extra” technique). In the third session, just like in the second one, 2x2 matrices were presented, but it was necessary to choose the image that the subject liked more. Each series used 140 unique matrices.

During the sessions of studies, EEG was recorded from 19 channels (10-20 % system). «Brainsys» program was used for EEG registration, processing, and analysis.

**Results.** Differences were revealed between the power of the delta oscillation (0,5-4 Hz) for three experimental conditions (see Fig. 1). In the control session, which required a decision at the perceptual level (correlation of the stored image and its selection from the presented ones), an increase in the power of the delta rhythm along the occipital and parietal leads is observed. In two experimental sessions requiring decisions (in the second series based on categorization and logical conclusions, in the third based on subjective preferences), the power of the delta activity was amplified in the frontal and frontocentral leads (especially in the second series) and was lowered in the occipital leads. The lateralization of the spectral power of the rhythm was also revealed when decision making process was based on subjective preferences.



**Fig. 1** Power of delta oscillations in three sessions of the experiment.  
A – control session; B – selection an excess image; C – preference-based decision

**Discussion and conclusions.** Our results are consistent with the literature: it has been shown that the power of the delta oscillation is enhanced in tasks that require more cognitive control and attention (Harmony, 2013). An increase in the power of the delta activity is also associated with the activation of working memory, which is required in the second session of our study (Başar et al., 1999). In addition, an increase in the power of the delta oscillation in the frontal leads and attenuation in the occipital leads is associated with a shift in attention to the task, abstracted from current sensory experience (Başar et al., 2000). Thus, in our study, we revealed the specificity of the electrical activity of the

brain at the different levels of decision making. Performing a task requiring perceptual categorization is accompanied by an increase in the power of the delta activity in the occipital leads (which can relate to Kahneman's system 1). When «moving away» from current sensory information and involving working memory in the process, the focus of delta activity shifts to the frontal parts of the brain (system 2). Decision making at the different levels of categorization affects the severity of the delta oscillation.

### *References*

1. Kahneman D. Thinking, fast and slow. – Macmillan, 2011.
2. Harmony T. The functional significance of delta oscillations in cognitive processing // *Frontiers in integrative neuroscience*. – 2013. – Т. 7. – С. 83.
3. Başar E. et al. Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? // *Neuroscience letters*. – 1999. – Т. 259. – №. 3. – С. 165-168.
4. Başar E. et al. Brain oscillations in perception and memory // *International journal of psychophysiology*. – 2000. – Т. 35. – №. 2-3. – С. 95-124.

## **Характеристики базовых эмоций в оценках восприятия динамических экспрессий сложных эмоций<sup>1</sup>**

*Е.Г. Хозе*

*Институт экспериментальной психологии МГППУ, Москва, Россия  
house.yu@gmail.com*

*Ключевые слова: динамические экспрессии сложных эмоций, строение сложных эмоций, признаки базовых эмоций, Шкала дифференциальных эмоций Изарда.*

Эмоциональные состояния в структуре невербальной коммуникации вызывают неподдельный интерес в психологической науке и практике. Во внешненаблюдаемом поведении эмоциональные состояния раскрывают переживания людей посредством: активности мимических мышц лица (Darwin, 1872; Ekman, 1984; Izard, 1994), пантомимики, вокальных изменений в голосе, во взаимосвязи с контекстом социальной ситуации и индивидуальным аффективным опытом (Лихи, 2019). Аффективные переживания крайне изменчивы, могут протекать одновременно и детерминировать

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, проект № 18-18-00350 «Восприятие в структуре невербальной коммуникации».

друг друга, ведут к разнообразным эмоционально сложным феноменам (Lindquist and Barrett, 2010; Hay and Diehl, 2011; Grossman et al., 2016; Барабанщиков и др., 2016). Эмоциональная сложность охватывает широкое поле общих и частных значений (Hay and Diehl, 2011; Grossman et al., 2016; Bergios, 2019). Концептуальный анализ в работе Берриоза раскрывает предметные области исследований сложных эмоций (Bergios, 2019). Эмоциональная сложность представлена: эмоциональной дифференциацией; эмоциональной взаимозависимостью; и эстетическими эмоциями. Эмоциональная дифференциация исследуется при изучении эмоционального разнообразия (emodiversity), и эмоциональной гранулярности (emotional granularity) находящихся на разных полюсах гипотетического континуума (Grossman et al., 2016; Barrett, 2004; Kang and Shaver, 2004; Lindquist et al., 2006; Gendron et al., 2012). Эмоциональная взаимозависимость охватывает смешанные эмоции, аффективную динамику и мета-эмоции (Bergios, 2019). Эстетические эмоции (Menninghaus et al., 2015; Menninghaus et al., 2015; Kuehnast et al., 2014; Фрида и др., 198), как самостоятельная категория сложных эмоций (Bergios, 2019) связаны с восприятием произведений искусства, поэзии и с высоким уровнем совместимости социальных норм и идеальных самопредставлений (Фрида и др., 1989). Объединяющим выступает идея о их универсальности, как фундаментальном свойстве для их понимания разными людьми (Cacioppo et al., 1999, 2004; Oatley and Johnson-Laird, 1996; Oatley & Johnson-Laird, 1996), а сложные эмоции по мнению автора могут характеризоваться, как имеющие универсальные выражения, качества и функциональные значения (Bergios, 2019). В нашем исследовании уточнялось строение сложных эмоций в целях выделения структур, имеющих характеристики базовых в оценках по Шкале дифференциальных эмоций Изарда (Леонова, Капица, 2003). Стимульный материал – 20-ть динамических экспрессий сложных эмоций, изображаемых актерами из Базы SAM (Golan, Baron-Cohen & Hill, 2006).

В результате выявлены оценки (U-критерий Манна-Уитни), значимо отличающиеся от единицы (единица означает, что оцениваемое переживание полностью отсутствует). Из числа 3-х сложных эмоций нейтральной валентности оценивались экспрессии: соблазняемый, ностальгирующий, заверяемый. «Соблазняемый» – оценки выражены по шкалам спокойствия, интереса, радости и удивления, у двух натурщиков из трех, у третьего отсутствует спокойствие, но наличествуют элементы страха (отдельные оценки в двух из трех субшкал). «Ностальгирующий» выражены: спокойствие, интерес, радость, удивление, с небольшой вариативностью по степени выраженности удивления и элементом у одного натурщика по субшкале стыда (застенчивый). «Заверяемый» – интерес, с вариативностью по степени выраженности спокойствие, с элементами стыда у двух натурщиков, не выраженной у одного натурщика радостью, но с умерен-

ными оценками печали, элементом гнева, умеренного отвращения и презрения у него же.

Из числа сложных эмоций негативной валентности оценивались 13 экспрессий (обиженный, строгий, «могила» (grave), подчиненный (subdued), обеспокоенный, подчиняющийся (subservient), потрясенный, столкнувшийся с неожиданностью, неискренний, апеллирующий, омертвевший (mortified), осторожничающий, чувствующий неприязнь). «Обиженный» – сильно выражены оценки по шкалам: интереса, гнева, отвращения, презрения, за исключением слабо выраженных оценок гнева у одного натурщика, и не выраженной печали у другого. «Строгий» – оценки по шкалам: интереса, гнева отвращения и презрения у одного натурщика сильно выражены, а у второго только отдельными характеристиками, у третьего не выраженным гневом и слабее выраженным отвращением. «Могила» получены оценки по шкалам: интереса, печали и вины у двух натурщиков незначительно различающиеся по степени выраженности. «Подчиненный» – оценки одного натурщика из двух – интерес, печаль, страх, стыд, вина, второго совпадают в оценках печали, в одной характеристике эмоции вины, но выражены в спокойствии. «Беспокойный» – интерес, удивление, печаль, страх, у одного натурщика; у второго только интерес. «Подчиняющийся» – совпадают оценки двух натурщиков по шкалам интереса, удивления и печали, стыда, вины; но, различаются по шкале эмоции страха. «Потрясенный» – удивление, печаль, гнев, презрение, отвращение, страх, в оценках трех натурщиков с небольшой вариативностью. «Столкнувшийся с неожиданностью» – интерес, удивление, печаль, у второго менее интенсивный гнев и элемент стыда; отвращение и презрение у одного из двух, страха у другого, а у третьего в отличие от первых двух выражены только интерес, радость и удивление и по субшкале страха и стыда. «Неискренний» – спокойствие, интерес, у одного из двух натурщиков, сильные различия по шкалам радости и слабые субшкалы презрения и отвращения; у другого элементы удивления и выраженные презрения и отвращения. «Апеллирующий» – у одного натурщика спокойствие, интерес, радость, удивление, у другого отсутствует радость и слабо выражено удивление, но дополняется элементом страха и выраженной вины. «Омертвевший» – удивление, печаль и страх совпадают у обоих из натурщиков, отвращение у одного, стыд и вина у другого. «Осторожничающий» – интерес, удивление, презрение, совпадают у обоих из натурщиков отвращение, у одного выражено сильно в отличие от единичного элемента у другого. «Неприязнь» – интерес, удивление, печаль, отвращение, презрение, и элемент гнева и легкого страха у одного из трех натурщиков.

Оценки 4-х сложных эмоций положительной валентности (реабилитированный (exonerated), сопереживающий (empathic), интимный (intimate), оживленный (vibrant)): «Реабилитированный» – сильно выражены спокойствие и радость, средне выражен интерес и элемент удив-

ления у одного из трех натурщиков. «Сопереживающий» – спокойствие, интерес, сильно выраженный элемент стыда (сожалеющий), вариативное удивление, печаль у двоих из трех натурщиков сильно выраженная у одного из них; по одному элементу у двух радости и презрения. «Интимный» – имеет идентичный профиль у двух натурщиков по шкалам спокойствие, интерес и радость. «Оживленный» – умеренно выражено в спокойствии, интересе, сильно выражена радость, удивление умеренно выражено у одного из двух натурщиков и отдельным элементом у другого.

В результате удалось выделить структуры сложных эмоций, имеющие характеристики базовых. Показано, что не зависимо от модальности, интенсивности и валентности сложной эмоции, эмоциональные профили разных натурщиков, демонстрирующих одну и ту же эмоцию, в оценках базовых эмоций могут быть схожими, что косвенно – в признаках базовых эмоций подтверждает предположения Берриоза о том, что сложные эмоции могут иметь уникальные экспрессии. Однако в нашем случае, также получены профили оценок отличающиеся, как в отдельных характеристиках, так и в оценках базовых эмоций в совокупности трех субшкал.

## **Mental attention and different aspects of inhibitory control<sup>1</sup>**

*V. Bachurina<sup>1</sup>, M. Arsalidou<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>York University, Toronto, Canada*

*[vabachurina@gmail.com](mailto:vabachurina@gmail.com); [marie.arsalidou@gmail.com](mailto:marie.arsalidou@gmail.com)*

*Keywords: mental attention, inhibitory control, working memory.*

**Background.** Mental attention is the resource that provides operational mental space for effortful processing of information and is considered the maturational component of working memory (Arsalidou et al., 2010). Inhibition is a cognitive ability that allows us to block or suppress irrelevant information associated with a prepotent response in order to selectively focus on relevant information (Gordon et al. 2018). Working memory and inhibition are core cognitive abilities, that allow us to maintain and process relevant information and suppress irrelevant information and behaviour (Diamond 2013). Despite the fact that the complex relation between these functions has been studied, the nature of this relation remains unclear. Some studies show that working memory and

---

<sup>1</sup> Support is gratefully acknowledged from the Russian Science Foundation #17-18-01047 and Russian Foundation for Basic Research project # 19-313-51010.

inhibition are tightly connected (Unsworth et al., 2004, Meier et al., 2018), whereas others find no association between the two (Miyake et al., 2010, Maraver et al., 2016). The present study investigated the relations between two components of inhibition (response inhibition and suppression of irrelevant information) and mental attention. Specifically, we expected to find a significant correlation between individual's mental-attentional capacity and response inhibition as well as between a measure of cognitive inhibition and response inhibition.

**Methods.** Adult participants ( $n = 58$ ; 24 male, age =  $23.25 \pm 3.6$  years) completed two cognitive tasks in randomised order: CMT (colour matching task) and anti-saccade task. CMT is a parametric task designed to measure mental-attentional capacity. CMT, developed by Arsalidou and colleagues (2010) has 6 levels of difficulty, corresponding to the number of items to remember, and two versions: with low and high interference (i.e., distracting context). The difference in performance (i.e. accuracy and reaction times) between low and high interference condition is used as a measure of cognitive inhibition. The anti-saccade is a widely used oculomotor task, often chosen by researchers as a measure of response inhibition. In antisaccade (AS) task the participants are instructed to make look as fast as possible in the opposite direction from the cue, while in the prosaccade task (PS) participants are instructed to look at the cue location. Thus, in AS the participant needs to engage executive attention in order to not look at a salient stimulus and the reaction times in the task provide valuable insight into response inhibition (Munoz & Everling, 2004).

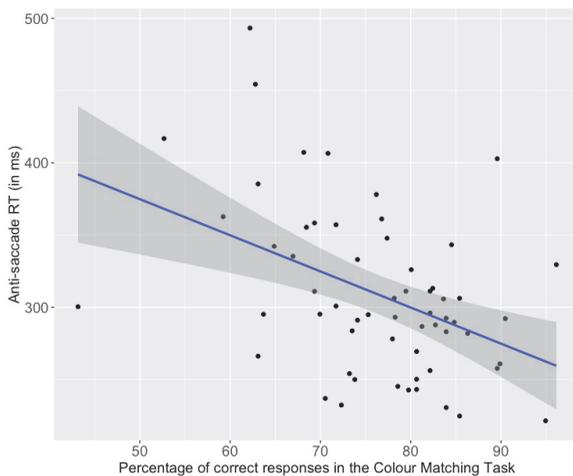


Fig. 1. Performance on mental attention and anti-saccate task

**Results.** Results of Pearson correlation indicated that there exists a significant negative association between mental attention (as measured by overall accuracy in the CMT task) and inhibition (as measured with AS;  $r = -.43$ ,  $p < 0.001$ ), revealing that participants with better mental attention also showed shorter reaction times in a measure of response inhibition (Fig. 1).

Pearson correlation was not significant for measures of cognitive inhibition and response inhibition (anti-saccade performance) both for the task averages and for all 6 levels of CMT individually. No correlation between cognitive and response inhibition was observed.

**Discussion.** Our results offer support for the proposition that an individual's mental attentional capacity and their ability to inhibit prepotent responses have a mutual dependence, thus adding evidence in favor of this view to existing discussion. Theoretically, this finding is consistent with the model of endogenous mental attention that identifies inhibition as a fundamental component of mental attention (Pascual-Leone, 1970). Practically better understanding of the inter-relations of core cognitive processes can inform educational and clinical practice.

### References

1. Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex «frontal lobe» tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
2. Arsalidou M., Pascual-Leone J., Johnson J. (2010). Misleading cues improve developmental assessment of working memory capacity: the colour matching tasks. *Cogn. Dev.* 25, 262–277.
3. Gordon, R., Smith-Spark, J.H., Newton, E.J., & Henry, L.A. (2018). Executive Function and Academic Achievement in Primary School Children: The Use of Task-Related Processing Speed. *Frontiers in Psychology*, 9, 1–4.
4. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
5. Maraver, M.J., Bajo, M.T., & Gomez-Ariza, C.J. (2016). Training on Working Memory and Inhibitory Control in Young Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 588. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00588>.
6. Unsworth, N., Schrock, J.C., & Engle, R.W. (2004). Working memory capacity and the antisaccade task: individual differences in voluntary saccade control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(6), 1302.
7. Meier, M.E., Smeekens, B.A., Silvia, P.J., Kwapil, T.R., & Kane, M.J. (2018). Working memory capacity and the antisaccade task: A microanalytic–macroanalytic investigation of individual differences in goal activation and maintenance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(1), 68.
8. Munoz, D.P., & Everling, S. (2004). Look away: the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 218.

## **fMRI Correlates of Mental-attentional Capacity in Children: Data from Moscow Schools<sup>1,2</sup>**

*A. Faber<sup>1,2</sup>, I. Matiulko<sup>1</sup>, M. Arsalidou<sup>1,2,3</sup>*

<sup>1</sup>*National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Sirius University of Science and Technology, Sochi, Russia*

<sup>3</sup>*York University, Toronto, Canada*

*an6rei.faber@gmail.com*

*Keywords: cognitive development, fMRI, neural correlates, working memory capacity, mental attentional capacity, cognitive load, cognitive ability.*

Academic achievement of school aged children is highly related to core cognitive abilities such as executive function and working memory (Swanson & Alloway, 2012). Although the functional brain correlates of working memory (Owen et al., 2005) and mental-attention (Arsalidou et al., 2013) have been examined previously in adults, little is known about its neural correlates in children. Relation between cognitive performance and brain activity needs investigation with measures having scaled levels of difficulty, for instance, parametric measures of mental attentional capacity (Arsalidou & Im-Bolter, 2017). Mental attentional capacity is the ability to maintain and manipulate information in mind, and can be considered as a maturational component of working memory (Arsalidou et al., 2010). The present study investigates the brain activation to task that measure mental attentional capacity in children using functional magnetic resonance imaging (fMRI).

Eighteen children (9-12 years, 10 females) participated in the study. All methods and procedures were approved by the local ethics committee, and parental informed written consent was obtained. MRI acquisition was performed on a 3T Philips scanner. An anatomical T1-weighted image (TR = 2300 ms; TE = 2.62 ms; 8° Flip angle; 1.0 mm isotropic voxels). Functional images (TR = 2500 ms; 115 measurements per run; voxel size = 3.0 mm isotropic; 41 interleaved slices covering the whole brain) were collected while children completed a parametric measure of mental attentional capacity via CMT (Color Matching Task; Arsalidou & Im-Bolter, 2017). CMT task was validated with data from school aged children and adults (Arsalidou et al., 2010; Powell et al., 2014) and integrated well with functional MRI studies (Arsalidou et al., 2013; Vogan et al., 2014, 2018). In this task participants are asked to indicate whether the rele-

---

<sup>1</sup> Funding is gratefully acknowledged from the Russian Science Foundation (#17-18-01047).

<sup>2</sup> Funding is gratefully acknowledged from the Russian Foundation for Basic Research (#19-313-51010).

vant colors on the screen match those presented in the previous slide. Difficulty of the task increases with the number of relevant colors ( $n = 1-6$ ). The mental attentional capacity score corresponds to the highest difficulty level passed with at least 70% accuracy (the percentage of correct responses) plus 2 (Arsalidou et al., 2010). Additionally, reaction time was calculated for correct responses for each difficulty level. MRI data preprocessing and analyses were conducted using AFNI (Cox, 1996). Images were first despiked, then slice-time corrected, motion corrected, coregistered, normalized and finally smoothed (with 8mm FWHM Gaussian kernel). Statistical maps were generated for each participant, which represent task-related BOLD signal associated with each difficulty level by subtracting it from the signal associated with control blocks, to yield 6 statistical maps for each participant for each task representing each level of difficulty for each task. ANOVA was calculated to assess the effect of difficulty level on accuracy and reaction time. Whole-brain activity was examined via general linear model (GLM) analyses, which include linear and nonlinear trends performed across comparisons of difficulty levels from 1 to 6 between each other and control items.

A one-way ANOVA was conducted to assess the effect of difficulty level on accuracy. There is a significant main effect of difficulty for the CMT task ( $F(5,174) = 6.29, p < 0.001$ ). Independent pairwise  $t$ -tests between difficulty levels revealed that each difficulty level had a longer reaction time than the previous one ( $p < .0001$ ), with the exception of the highest level of difficulty ( $p < .01$ ). Before the group GLM analysis, data from individual participants were checked for accuracy, motion artifacts, and structural neurological abnormalities that may affect group statistical results. GLM analysis with linear contrast revealed that as difficulty increased, a parametric increase in activation was observed in insular cortex and brain regions associated with the frontoparietal control network: middle prefrontal cortex, cingulate gyrus, left precentral gyrus, and precuneus. GLM analysis with nonlinear contrast showed that brain activation depends on the difficulty nonlinearly, it increases from level 1 to 3 and decreases from level 4 to 6 in the following brain areas: fusiform gyrus and lingual gyrus.

Preliminary results show that children elicit activity in brain areas associated with the executive network that includes prefrontal and parietal cortices. This is consistent with previous results that identified the frontoparietal network in adults (e.g., Owen et al., 2005; Yaple et al., 2019 for meta-analyses). Interestingly, there are neural correlates of mental attention in children that differ from adults such as insular cortex, this finding needs a further analysis. Importantly, the current study shows that the relations between cognitive difficulty and brain correlates in children follows a linear trend, at least within the difficulty levels that children can successfully attain.

## References

1. Swanson, H.L., & Alloway, T.P. 2012. Working memory, learning, and academic achievement. In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, C. B. McCormick, G. M. Sinatra, & J. Sweller (Eds.), *APA educational psychology handbook*, Vol. 1. Theories, constructs, and critical issues, 327–366.
2. Owen A.M., McMillan K.M., Laird A.R. & Bullmore E. N-back working memory paradigm: a meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Hum. Brain Mapp.* 2005; 25: 46–59.
3. Arsalidou, M., Pascual-Leone, J., Johnson, J., Morris, D., & Taylor, M. 2013. A balancing act of the brain: activations and deactivations driven by cognitive load. *Brain and Behavior*, 3(3), 273-285.
4. Arsalidou, M., Im-Bolter N. 2017. Why parametric measures are critical for understanding typical and atypical cognitive development. *Brain Imaging and Behavior*, 11(4):1214-1224.
5. Powell, T., Arsalidou, M., Vogan, V., Taylor, M. 2014. Letter and Colour Matching Tasks: Parametric Measures of Developmental Working Memory Capacity. *Child Development Research*. 10.1155/2014/961781.
6. Arsalidou, M., Pascual-Leone J., and Johnson J. 2010. Misleading cues improve developmental assessment of working memory capacity: the colour matching tasks. *Cogn. Dev.* 25:262–277.
7. Vogan, V., Morgan, B., Lee, W., Powell, T., Smith, M., & Taylor, M. 2014. The neural correlates of visuo-spatial working memory in children with autism spectrum disorder: effects of cognitive load. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 6(1). Vogan, V., Francis, K., Morgan, B., Smith, M., & Taylor, M. 2018. Load matters: neural correlates of verbal working memory in children with autism spectrum disorder. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 10(1).
8. Cox, R. 1996. AFNI: Software for Analysis and Visualization of Functional Magnetic Resonance Neuroimages. *Computers and Biomedical Research*, 29(3), 162-173.
9. Yaple, Z., Stevens, W., & Arsalidou, M. 2019. Meta-analyses of the n-back working memory task: fMRI evidence of age-related changes in prefrontal cortex involvement across the adult lifespan. *Neuroimage*, 196, 16-31.

# Применение комбинации нейромоделей для исследования физиологических механизмов порождения речи<sup>1</sup>

*И.А. Горбунов*

*Санкт-петербургский государственный университет (Россия)*

*i.a.gorbunov@spbu.ru*

Ключевые слова: *ЭЭГ, модель мозга, нейронные сети, речепорождение.*

**Введение.** С нашей точки зрения, для изучения физиологических механизмов речи необходимо комбинировать данные, текстов, порожденных человеком, и физиологических измерений в одной модели. Этого можно добиться, комбинируя различные модели нейронных сетей (НС) в одной системе. Для построения модели механизмов взаимодействия различных участков мозга по данным ЭЭГ, мы предполагаем использование модели BCNN (Gorbunov I. Semenov P. 2009). Данная модель является НС глубокого обучения, в процессе построения которой на множестве ЭЭГ сигналов, измеренных у данного человека, возможен подбор матрицы связей между различными мозговыми центрами. Эта матрица связей, функционирующая в нейросети должна предсказывать вектор потенциалов мозга от всех ЭЭГ отведений по предыдущим их значениям. Ранее мы использовали эту модель для построения модели речепорождения по данным порожденных испытуемыми текстов (Горбунов И. А. и др. 2015). Удачным решением является применение модели Word2vec (Tomas Mikolov et al. 2013), для кодирования семантических характеристик слов. Она представляет трехслойный перцептрон, входной и выходной слою, которого, представляют все встречающиеся в текстах слова языка. Средний слой имеет существенно меньший размер, чем входной. Целевой функцией сети является предсказание распределения плотностей вероятности  $k$  слов, окружающих соответствующее слово в наборе текстов. В процессе распознавания окружающих  $k$  слов на среднем слое в виде активаций нейронов отображается обобщенный малоразмерный вектор, отражающий положение слова в семантико-лингвистическом пространстве.

Используя описанную выше технологию, можно создать гибридную модель между Word2vec и BCNN. Она состоит из четырех слоев, как и BCNN, но нескольких выходных слоев. Первый (входной) и последний (выходной) слою, будут представлять вектора всех потенциалов на элек-

---

<sup>1</sup> Работа выполнялась при поддержке фонда РФФИ (ОГИОН) проект №17-06-00963.

тродах ЭЭГ. Дополнительный выходной слой будет отображать все слова и типичные словосочетания, встречающиеся в текстах испытуемого. Второй и третий – отражать центры мозга, определяющие динамику ЭЭГ, а также связанные с семантическим пространством человека. В данном случае мы предполагаем, что семантические параметры любого слова отражаются в распределении активации нейронов, детекторов данных понятий и смежных с ним отношений и атрибутов (Rogers T. T., McClelland J. L. 2004). Матрица связей между первым и вторым слоями будет обратной распространению электрического потенциала от центра к всем электродам, и привязана к физическим расстояниям от них (Gorbunov I. Semenov P. 2009, Горбунов И. А. и др. 2015) и не будет изменяться в процессе обучения на текстах конкретных испытуемых. Матрица связей между третьим и четвертым (выходным для потенциалов на электродах) слоями будет обратно пропорциональна расстояниям между центрами и электродами и обратной к предыдущей и также не будет модифицироваться. Модель сопоставима с замкнутыми (Default mode network) сетями, функционирующими в процессе порождения речи (Lerner Y. et al.). Для обучения данной модели необходим большой массив ЭЭГ и текстовых данных, измеренных у одного человека. В эксперименте, испытуемый сидит перед экраном компьютера и печатает текст на клавиатуре. Нажатия всех клавиш синхронизируются с ЭЭГ измерениями. Порождаемый текст описывает сюжеты комиксов, предъявляемых испытуемому на экране.

При необходимости можно увеличить два промежуточных слоя нейронной сети нейронами «контекста» и организовать контекстное обучение, что сделает модель более устойчивой к изменению входа и позволит удерживать контекст речепорождения не отклоняясь от «темы» порождаемого.

Для реализации такой нейродинамической системы была разработана библиотека (Object Pascal, Delphi) реализующая нейросети глубокого обучения с контекстными слоями. Преимуществами данной библиотеки является возможность создания на базе одной большой нейросети нескольких «подсетей», обучающихся от разных выходных слоев и по разным принципам (Горбунов И.А. 2016, Горбунов И.А. 2018).

Учитывая сложность и индивидуальные особенности строения мозга различных людей, зависимость настроек синаптических связей нейронов от личного опыта каждого, а также необходимость большого количества данных от одного испытуемого для обучения моделей, было принято решение ограничить выборку испытуемых, но увеличить объем результатов за счет удлинения процедуры эксперимента. Мы приняли решение строить индивидуальную нейромодель для конкретного испытуемого, опираясь на большой массив данных, полученных при печати им различных текстов в разных условиях.

Мы выбрали двоих испытуемых (женщин), одна из которых была начинающим писателем и блогером, а вторая, опытным сотрудником, подготавливающим большие объемы технических текстов. Для стимуляции фантазии при продуцировании текстов, мы выбрали комиксы Херлуфа Бидструпа, сюжет которых необходимо было описывать испытуемым в процессе эксперимента, набирая его на клавиатуре. Набор каждой клавиши синхронизировался в ЭЭГ с помощью программы ExpertStim, разработанной на базе лаборатории психофизиологии факультета психологии СПбГУ. Перед описанием каждого сюжета, испытуемому предъявлялась инструкция, в которой указывалось, описывать ли сюжет правдиво или с включением ложной информации в разной степени. Эксперимент проходил 20 дней для каждого испытуемого. В течение всех экспериментов каждый испытуемый продуцировал около 40000 слов текстов, описывающих комиксы. Частично, данные были обработаны с точки зрения нахождения различий между текстами, порожденными правдиво, и с искажением и соответствующими состояниями мозга.

Были проведены проверки надежности восстановления матрицы связей между 30ю центрами мозга, восстановленными BCNN по 31 канальной ЭЭГ испытуемых. При обучении по одному и тому же участку ЭЭГ с разных случайно выбранных матриц связей, конечная матрица воспроизводится с корреляцией до 0,85. Надежность воспроизведения матрицы зависит в первую очередь от количества циклов обучения. Валидность оценивалась как точность воспроизведения матрицы связей модели, которая порождала поверхностный сигнал. Корреляция между матрицей связей порождающей модели и восстановленной после обучения на поверхностном сигнале варьировала от 0,8 до 0,95. Были получены достоверные различия между восстановленными матрицами связей по участкам ЭЭГ, которые соответствовали речепорождению и анализу комикса перед началом речепорождения.

#### *Список литературы*

1. Gorbunov I. Semenov P. Brain centers model and its applications to EEG Analysis // International conference on neural computation. Portugal, Funchal-Madeira, 2009. P. 480-483.
2. Lerner Y. et al. Topographic mapping of a hierarchy of temporal receptive windows using a narrated story // Journal of Neuroscience. – 2011. – Т. 31. – №. 8. – С. 2906-2915.
3. Tomas Mikolov, Wen-tau Yih, and Geoffrey Zweig. Linguistic Regularities in Continuous Space Word Representations. In Proceedings of NAACL HLT, 2013.
4. Rogers T.T., McClelland J.L. Semantic cognition: A parallel distributed processing approach. – MIT press, 2004.

5. Горбунов И.А., Зайнутдинов М.Р., Локоткова М.А. Моделирование процесса речепорождения с помощью математических моделей нейронных сетей у больных неврозами // Петербургский психологический журнал. – 2015. – №. 11.

6. Горбунов И.А. Нейродинамическая система как основа методологии моделирования ментальных ресурсов человека // В сборнике: Ментальные ресурсы личности: теоретические и прикладные исследования материалы третьего международного симпозиума. Ответственные редакторы: М.А. Холодная, Г.В. Ожиганова. 2016. С. 309-314.

7. Горбунов И.А. 2018. Библиотека, реализующая нейросети глубокого обучения с контекстными слоями. [Электронный ресурс]. URL:<http://pfmethod.psy.spbu.ru/NeuroNet.htm> (дата обращения: 10.04.2018).

## **Влияние пренатальной гипергомоцистеинемии на развитие кортикальной распространяющейся депрессии у крыс<sup>1</sup>**

*В.И. Шахматова, А.В. Яковлев*

*ФГАОУ ВО «Казанский Приволжский федеральный университет»,*

*Казань, Россия*

*[alv.yakovlev@gmail.com](mailto:alv.yakovlev@gmail.com)*

Ключевые слова: *гипергомоцистеинемия, кортикальная распространяющаяся депрессия, мигрень.*

Мигрень с аурой – одно из распространенных, неврологических состояний, которое характеризуется хроническими приступами тяжёлых видов головных болей. У V. Pizza (2013) показано, что уровень гомоцистеина в плазме коррелирует с частотой возникновения приступов мигрени с аурой. В качестве возможного механизма, вызывающего выделение вазоактивных нейропептидов из сенсорных волокон тройничного нерва, рассматривают распространяющуюся корковую депрессию (РКД) (Borsook D., 2015). Возникая и распространяясь в коре головного мозга, РКД может непосредственно влиять на верхнюю дуральную и менингеальную сосудистую сеть, активация которой лежит в основе тригемино-васкулярной теории мигрени (Murginova, 2015). Устранение факторов, способствующих возникновению и распространению РКД в нервной ткани может облегчить тяжесть неврологических заболеваний. В связи с этим целью исследования являлся анализ кортикальной распространяющейся депрессии в соматосенсорной коре у крыс в условиях пренатальной гипергомоцистеинемии (ГГц) *in vitro*.

---

<sup>1</sup> Грант РФФ 20-15-00100.

Эксперименты проводились на таламокортикальных срезах мозга крыс в возрасте P17-P28 (P0 – день рождения). РКД регистрировалась в 4 слое соматосенсорной коры при помощи внеклеточного электрода и вызывалась аппликацией 25 мМ KCl в течение 5 мин. Для создания пренатальной ГГЦ использовались следующие протоколы: инкубация срезов в присутствии метаболита гомоцистеина– гомоцистеин-тиолактона и пищевая метиониновая нагрузка в течение всей беременности самок крыс. Нагрузку метионином проводили в течение 5-6 недель до беременности, при констатации у животных беременности и после появления потомства в течение 2 недель. Анализировали длительность, амплитуду и ширину кортикальной депрессии, время начало развития РКД, количество срезов с РКД в ответ на аппликацию 25 мМ KCl.

Анализ экспериментальных данных показал, что в контрольных условиях аппликация высокой концентрации ионов калия сопровождалась сдвигом постоянного тока и через  $1.5 \pm 0.07$  мин ( $n = 10$ ) регистрировалась РКД. Амплитуда и длительность РКД в контрольной группе составили  $3.7 \pm 1.2$  мВ и  $0.5 \pm 0.2$  мин ( $n = 10$ ), соответственно (рис. 1 и 2). Предварительная инкубация таламокортикальных срезов в гомоцистеин-тиолактоне (100 мкМ, 60 мин), приводила к значительному уменьшению времени начала развития РКД и латентный период составил  $1.1 \pm 0.02$  ( $n = 13$ ,  $p < 0.05$ ) (рис. 3). В срезах коры животных с пренатальной ГГЦ также наблюдалась достоверно укорочения времени латентного периода РКД до  $0.7 \pm 0.2$  мин ( $n = 21$ ,  $p < 0.05$ ). Исследования показали, что пренатальная ГГЦ вызывала увеличение амплитуды распространяющейся депрессии в соматосенсорной коре до  $5.2 \pm 0.7$  мВ ( $n = 21$ ;  $p < 0.05$ ) без изменения длительности волны. В условиях пренатальной ГГЦ и инкубации срезов в присутствии гомоцистеин-тиолактона наблюдалось увеличение вероятности возникновения кортикальной депрессии. Так, в контрольных условиях аппликация 25 мМ KCl вызывала РКД в 70 % (7 срезах из 10), предварительная инкубация в гомоцистеин-тиолактоне вызывала появление кортикальной депрессии в 91% (13 срезах из 15), у животных с пренатальной ГГЦ – в 79 % (21 из 26 срезов), соответственно.

Из полученных данных следует, что воздействие пренатальной гипергомоцистеинемии и инкубация в течении 60 мин в гомоцистеин-тиолактоне облегчает возникновение РКД в соматосенсорной коре крысят. Это воздействие может быть следствием усиления возбуждения нейронов, так как гомоцистеин является агонистом глутаматных рецепторов и снижения порога чувствительности нейронов на фоне окислительного стресса и увеличения числа воспалительных реакций при гипергомоцистеинемии (Tchantchou F., 2020; Moretti R., 2019).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о повышенной чувствительности нейронов соматосенсорной коры крыс к развитию кор-

тикальной распространяющейся депрессии в условиях пренатальной гипергомоцистеинемии.

#### *Список литературы*

1. Borsook D., Maleki N., Burstein R. 2015. Migraine. Neurobiology of Brain Disorders, Academic Press.
2. Pizza V., Agresta A., Cassano D. 2013. The role of homocysteine in the pathogenesis of migraine. Curr Neurobiol 4, 19-24.
3. Murinova N., Krashin D. 2015. Chronic daily headache. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics, 26 (2). 375-389.
4. Kunkler P.E., Kraig R.P. 2003. Hippocampal spreading depression bilaterally activates the caudal trigeminal nucleus in rodents. Hippocampus, 13 (7), 835-844.
5. Tchanchou F., Goodfellow M., Li F., Ramsue L., Miller C., Puche A., Fiskum G. 2020. Hyperhomocysteinemia-Induced Oxidative Stress Exacerbates Cortical Traumatic Brain Injury Outcomes in Rats. Cell Mol Neurobiol. doi: 10.1007/s10571-020-00866-7.
6. Moretti R., 2019. The Controversial Role of Homocysteine in Neurology: From Labs to Clinical Practice. Int J Mol Sci, 20 (1), 231-243.

### **Оценка коротких интервалов времени в норме: поиск детерминант**

*Е.Ю. Балашова*

*Факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
elbalashova@yandex.ru*

Ключевые слова: *время, короткие интервалы, оценка, детерминанты, возраст, образовательный уровень.*

**Введение.** Восприятие времени является сложной психической функцией, которая включает в себя ориентировку в текущем и прошедшем времени; оценку, отмеривание, воспроизведение и сравнение длительности временных промежутков; понимание последовательности и одновременности событий; временную перспективу личности (Балашова 2017). Согласно современным психологическим исследованиям, на точность оценки времени влияет множество факторов. К ним относятся уровень интеллектуального развития, личностные особенности, уровень эмоционального напряжения в ситуации обследования, параметры внешней и внутренней среды организма. Многие исследователи отмечали, что немаловажную роль в восприятии времени играет возраст. При нормальном старении изменения в восприятии и переживании времени являются важ-

ными составляющими возрастных когнитивных перестроек. Например, у людей старших возрастов по сравнению с лицами молодого возраста происходит ухудшение точности отмеривания субъективной минуты и оценок коротких «пустых» (незаполненных деятельностью), временных интервалов (Балашова, Портнова 2006). Возможно, такие особенности восприятия времени связаны с перестройками в процессе старения активности глубоких подкорковых структур мозга. В то же время психически здоровые пожилые люди часто лучше молодых справляются с оценкой более длительных или заполненных деятельностью промежутков времени (Микеладзе 2016). Задачей настоящего исследования был поиск факторов, которые могут оказывать влияние на точность и характер оценок коротких интервалов времени.

**Материалы и методы.** В исследовании, проведенном совместно с выпускницей факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова Е.К. Козловой, приняли участие 364 психически здоровых лиц разных возрастов. Количество лиц молодого возраста (20-30 лет, в среднем  $22 \pm 2,9$ ) составило 176 человек, количество лиц позднего возраста (50 и более лет, в среднем  $59 \pm 8,6$ ) - 188 человек. Количество мужчин в выборке составило 140 человек (38 % от общего числа), количество женщин – 224 человека (62 %). У 265 человек (73 %) было высшее или неоконченное высшее образование, у 99 человек (27 %) – среднее или среднее специальное образование. Количество работающих лиц позднего возраста составило 132 человека (70 %), количество неработающих и/или находящихся на пенсии – 56 человек (30 %). Большинство участников исследования были праворукими (336 человек, 92 %). Для анализа возрастной динамики оценки коротких интервалов времени группа психически здоровых лиц позднего возраста была разделена на несколько подгрупп: 50–59 лет; 60–69 лет; 70–90 лет. Все респонденты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Участникам исследования предлагалось оценить длительность четырех коротких временных интервалов, включая повторную оценку интервала 10 с, и дать экспериментатору вербальный отчет о предполагаемой длительности каждого интервала после его предъявления. Последовательность интервалов была следующей: 10, 5, 15, 10 с. Обратная связь о точности оценивания интервалов в процессе проведения методики отсутствовала.

Проводился качественный и количественный анализ полученных результатов. Для сбора, анализа и статистической обработки данных использовались программы «IBM SPSS Statistics» (Версия 23), Microsoft Office 2010 (Excel, Word), «1С:Предприятие 8.3. Конфигурация: оценка коротких интервалов времени» (для сбора, хранения и обработки данных, формирования отчетов и диаграмм). Для вычисления значимости различий использовался U-тест Манна-Уитни.

**Результаты.** Лица как молодого, так и позднего возраста демонстрируют склонность к переоценке предлагаемых интервалов. Лица позднего возраста демонстрируют меньший, в сравнении с молодыми, процент правильных ответов и недооценок, и больший процент переоценок. Различия в процентных показателях правильных ответов статистически значимы ( $p = 0,014$ ). Для переоценок тенденция близка к статистической значимости ( $p = 0,062$ ). Для всех возрастных групп и подгрупп наблюдается аналогичная динамика: при переходе от одной возрастной подгруппы к другой с увеличением возраста испытуемых растет процент переоценок, уменьшается процент правильных ответов и процент недооценок. При оценке всех интервалов величина погрешности меньше у лиц молодого возраста, различия статистически значимы ( $p = 0,001$ ). В обеих группах погрешность при ретесте десятисекундного интервала меньше, чем при первоначальном тестировании.

Женщины имеют значимо больший, по сравнению с мужчинами, процент переоценок ( $p = 0,046$ ), и значимо меньший процент недооценок ( $p = 0,035$ ). Различия в проценте правильных ответов у мужчин и женщин не достигают статистической значимости. При оценке всех предъявляемых интервалов времени женщины демонстрируют больший процент погрешности. Лица со средним образованием имеют больший процент переоценок, меньший процент правильных ответов и меньший процент недооценок по сравнению с лицами с высшим образованием. Различия статистически значимы для правильных ответов и переоценок ( $p = 0,009$  для правильных ответов,  $p = 0,003$  для переоценок,  $p = 0,119$  для недооценок). У лиц со средним образованием значимо больший процент погрешности во всех субтестах.

Не работающие или находящиеся на пенсии лица позднего возраста демонстрируют больший процент переоценок, меньший процент правильных ответов и меньший процент недооценок, чем работающие. Различия в проценте переоценок и правильных ответов статистически значимы ( $p = 0,012$  для правильных ответов,  $p = 0,031$  для переоценок). Находящиеся на пенсии лица также демонстрируют значимо больший процент погрешности при оценке интервалов.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что при нормальном старении проявляется тенденция к ускорению субъективного течения времени, а также снижается точность оценок коротких интервалов времени. Однако высокий уровень образования и продолжение профессиональной деятельности оказывают положительное влияние не только на качество восприятия времени, но, вероятно, и на успешность когнитивного функционирования в целом.

### *Список литературы*

1. Балашова Е.Ю. 2017. Восприятие времени и некоторые методические возможности его изучения в клиничко-психологических исследованиях. Клиническая и специальная психология 6(2), 97–108.
2. Балашова Е.Ю., Портнова Г.В. 2006. Возрастные особенности психического отражения времени. Психология зрелости и старения 3, 5-23.
3. Микеладзе Л.И. 2016. Восприятие времени при аффективных расстройствах в позднем возрасте. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. психол. н.

## **Параметры движений глаз при профессиональном переводе с листа с английского языка на русский**

*Е.С. Коканова, М.М. Лютянская, А.С. Черкасова  
Северный (Арктический) федеральный университет  
им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия  
e.s.kokanova@narfu.ru*

Ключевые слова: *айтрекинг, чтение, перевод, с листа профессионалы.*

Перевод с листа представляет собой сложную многокомпонентную мыслительную операцию, включающую обработку визуальной информации, поступающей на одном языке, создание устного сообщения на другом языке и одновременный контроль процесса перевода (Коканова, 2018). Требуется постоянное развитие профессиональных навыков устного перевода. Следует отметить, что обучению профессиональному переводу с листа отводится достаточно длительное время в вузе, и уже после обучения профессиональному переводчику требуется постоянное поддержание профессиональных навыков устного перевода.

Цель данного исследования заключалась в сравнении параметров глазодвигательной активности профессиональных переводчиков в ситуации переводческого чтения и перевода с листа с английского языка на русский. В качестве когнитивной нагрузки использовался стимульный материал, который предъявлялся студентам-переводчикам (Коканова, 2018).

В исследовании приняли участие 10 профессиональных переводчиков без патологий зрительной системы. Средний возраст составил 35 лет. Средний стаж работы – 12 лет.

Регистрация трекинга глаз осуществлялась с помощью установки iView X<sup>TM</sup> RED (SMI, Германия) с частотой работы 500 Гц. Обследуемый находился на расстоянии 55–60 см от монитора компьютера. Статистический анализ производился с помощью U-критерия Манна-Уитни. В ре-

зультате были выявлены различия между ситуациями чтения и перевода (табл. 1). Полученные нами данные свидетельствуют о том, что число фиксаций и саккад при переводе с листа обоих текстов оказалось ниже, чем во время чтения. Общее время фиксаций также снижается в ситуациях перевода текстов.

Таблица 1

**Параметры движения глаз профессиональных переводчиков  
в ситуации чтения и перевода текстов**

Параметр	Ситуация, Ме (Q1; Q3)		Достигнутый уровень значимости
	Чтение Текста 1	Перевод Текста 1	
Число фиксаций	397 (354.5; 423.5)	267.5 (217.8; 326.6)	0.010
Число саккад	383.0 (352.6; 414.3)	322.0 (203.0; 364.3)	0.034
Общее время фиксаций, с	93.8 (85.0; 97.9)	61.3 (41.7; 80.1)	0.010
Средняя скорость саккад, град/сек	82.7 (68.8; 97.8)	100.0 (81.6; 102.4)	0.174
Средняя амплитуда саккад, град	4.4 (4.1; 5.3)	4.5 (4.2; 5.1)	0.306
	Чтение Текста 2	Перевод Текста 2	
Число фиксаций	374 (355.0; 401.6)	249.0 (154.0; 306.6)	0.001
Число саккад	387.5 (361.0; 439.5)	232.5 (186.0; 321.0)	0.001
Общее время фиксаций, с	83.8 (78.7; 96.4)	57.8 (32.7; 74.3)	0.005
Средняя скорость саккад, град/сек	96.4 (86.4; 98.3)	114.2 (103.7; 128.2)	0.131
Средняя амплитуда саккад, град	4.9 (3.9; 5.9)	5.2 (4.3; 6.7)	0.570

Установлено, что фиксации представляют собой период времени, когда глаз остается практически неподвижным и таким образом в мозг поступает новая информация, а саккады являют собой поиск новых, значимых обла-

стей фиксации (Rayner, 2009), в связи с этим, кажется правдоподобным, что профессиональные переводчики демонстрируют некую стратегию анализа контекста и подбора переводческих эквивалентов уже на этапе чтения. Получена значимая корреляция между влиянием профессиональных навыков перевода в целом и качеством перевода, что свидетельствует о перспективности дальнейшего исследования роли принятия переводческих решений на этапе переводческого чтения при переводе с листа.

#### *Список литературы*

1. Коканова Е.С. Параметры движения глаз при переводе с листа / Е.С. Коканова, М.М. Лютянская, А.С. Черкасова // Восьмая международная конференция по когнитивной науке: тезисы докладов / МАКИ. – Светлогорск: 2018. – С. 1225-1227.
2. Kokanova E.S. Eye Tracking Study of Reading and Sight Translation / E.S. Kokanova, M.M. Lyutyanskaya, A.S. Cherkasova // SHS Web Conf., The International Scientific and Practical Conference «Current Issues of Linguistics and Didactics: The Interdisciplinary Approach in Humanities and Social Sciences» (CILDIАН-2018). – 2018. – Vol.50.
3. Rayner, K. (2009). The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457–1506. doi:10.1080/17470210902816461.

### **Кросс-культурные особенности восприятия базовых эмоциональных экспрессий лица<sup>1</sup>**

*Е.Г. Хозе, О.А. Королькова*

*Институт экспериментальной психологии МГППУ, Москва, Россия  
house.yu@gmail.com*

Ключевые слова: *база эмоциональных экспрессий ВЭПЭЛ, Шкала дифференциальных эмоций Изарда, кросс-культурные различия восприятия базовых эмоций, эффект «своей группы».*

В работе изучаются культурные особенности восприятия базовых эмоциональных экспрессий лица из базы ВЭПЭЛ (Куракова 2012). Стимульный материал – выражения шести базовых эмоций и нейтральное лицо натурщика мужского пола европеоидной расы – оценивался участниками исследования по «Шкале дифференциальных эмоций» К. Изарда. В общей

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, проект № 18-18-00350 «Восприятие в структуре невербальной коммуникации».

сложности в исследовании приняли участие 160 человек: русские и кабардинцы, проживающие в Москве и Кабардино-Балкарии (российская культурная группа, N = 64); немцы и итальянцы, проживающие в Мюнхене и Милане (европейская культурная группа, N = 55); китайцы и индийцы, проживающие в Сингапуре (азиатская культурная группа, N = 41). Для исследования в Германии и Италии использовались переводы оригинальной англоязычной методики DES-III, выполненные носителями языка. Участники из Сингапура, проживающие в англоязычной среде и свободно владеющие английским языком, использовали оригинальную версию DES-III. Респонденты из Москвы и Кабардино-Балкарии использовали бланки на русском языке.

Чтобы сопоставить особенности оценок эмоциональных экспрессий представителями трех культурных групп, мы использовали порядковую регрессионную модель, в которую в качестве предикторов были включены: культурная группа; оцениваемая экспрессия; шкала оценки; все взаимодействия этих факторов. В качестве случайного фактора в модель включался номер участника. Расчеты проводились в среде статистического анализа R (версия 3.6.3, с использованием библиотек *ordinal* (версия 2019.12.10, и *emmeans* (версия 1.4.5). Полученная модель объясняет 49.66 % дисперсии данных ( $R^2 = 0.4966$ ). При помощи линейных контрастов с поправкой Бонферрони мы попарно сравнили между собой оценки представителей азиатской, российской и европейской выборки.

Результаты показали, что по сравнению с российской выборкой представители европейской культурной группы на изображении экспрессии радости воспринимают характеристики «внимательный», «наслаждающийся» и «яростный» как более интенсивные, а «собранный» – как менее интенсивную. Экспрессия удивления воспринимается как более «собранная»; экспрессия страха – как более «собранная» и «яростная», но менее «сломленная». На экспрессии печали европейцы воспринимают более интенсивные эмоции «собранный», «яростный», «чувствующий неприязнь, отвращение, омерзение» и «надменный». Экспрессия отвращения воспринимается как более «гневная» и «надменная», но менее «чувствующая отвращение, омерзение». Гнев воспринимается как более «взбешенный», но менее «внимательный», «собранный», «яростный» и «чувствующий отвращение». На изображении спокойного лица более выраженными воспринимаются характеристики «пораженный», «чувствующий отвращение, омерзение», и менее выраженными – «сконцентрированный», «собранный», «наслаждающийся» и «счастливый».

Представители азиатской культурной группы по сравнению с российскими участниками воспринимают экспрессию радости как более «внимательную» и «счастливую», но менее «надменную» и «паникующую»; экспрессию удивления – как более «собранную»; экспрессию страха – как

более «собранную», «напуганную», «боязливую» и «паникующую», но менее «пораженную», «печальную», «сломленную», «чувствующую отвращение, омерзение». Экспрессия страха воспринимается как более интенсивная по всем характеристикам соответствующей интегральной шкалы: «напуганный», «боязливый» и «паникующий». Экспрессия печали воспринимается как более «унылая», но менее «внимательная», «сконцентрированная», «удивленная», «пораженная», «презрительная», «пренебрегающая» и «боязливая». Экспрессия отвращения воспринимается как менее «внимательная», «удивленная», «пораженная», «чувствующая отвращение, омерзение», «презрительная», «пренебрегающая». Гнев воспринимается как более «взбешенный», но менее «внимательный», «сконцентрированный», «чувствующий неприязнь», а спокойствие – как менее «внимательное», «сконцентрированное», «собранное», «наслаждающееся», «счастливое», «удивленное» и «изумленное».

Сравнение оценок, выполненных азиатскими и европейскими участниками, показало, что экспрессия радости воспринимается азиатами как более «собранная», но менее «яростная», «презрительная» и «пренебрегающая»; удивление – как менее «собранное», «унылое», «печальное», «яростное» и «напуганное». Страх оценивается как более интенсивный по всем характеристикам данной шкалы: «напуганный», «боязливый», «паникующий», но менее интенсивный по ряду других шкал: «собранный», «унылый», «печальный», «яростный», «чувствующий неприязнь» и «презрительный». Экспрессия печали оценивается азиатами как более «унылая»; по целому ряду шкал оценки значимо ниже по сравнению с европейской выборкой («собранный», «изумленный», «пораженный», «взбешенный», «яростный», «чувствующий неприязнь, отвращение, омерзение», «презрительный», «пренебрегающий», «надменный»). Экспрессия отвращения оценивается как более интенсивная по соответствующим шкалам («чувствующий отвращение, омерзение»), но как менее интенсивная по шкалам «удивленный», «изумленный», «пораженный» и «надменный». Экспрессия гнева оценивается как более «яростная», но менее «внимательная», «сконцентрированная», «презрительная», «пренебрегающая» и «надменная». Наконец, спокойное лицо оценивается как менее «внимательное», «изумленное», «пораженное», «печальное», «чувствующее отвращение и омерзение».

В целом выявленные различия между оценками российских, европейских и азиатских участников показали большую интенсивность воспринимаемых эмоций у россиян и европейцев, чем у азиатов. Полученные результаты показывают, что несмотря на сходство восприятия эмоциональных экспрессий в целом, существуют отдельные различия в интенсивности отдельных воспринимаемых эмоциональных характеристик, которые проявляются в зависимости от культурной среды наблюдателей.

## *Список литературы*

1. Куракова О.А. 2012. Создание новой базы фотоизображений естественных переходов между базовыми эмоциональными экспрессиями лица // Лицо человека как средство общения: Междисциплинарный подход. М.: Когито-Центр; Изд-во «Институт психологии РАН», 287–309.

### **Функции гиппокампа в поиске скрытой цели**

*В.И. Майоров*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия  
vimaiorov@mail.ru*

*Ключевые слова: гиппокамп, клетки места, клетки направления, синаптическая пластичность.*

Нейроны гиппокампа регистрируют место, в котором находится животное («клетки места», «place-cells»). Гиппокамп как целое генерирует движение из произвольного положения к месту, которое определяется по памяти и представлено только координатами относительно удалённых от него объектов (Poucet et al., 2004). Существующие модели функционального механизма гиппокампа в навигации можно разделить на две группы. В градиентных моделях выбор направления производится непосредственно во время движения по градиенту синаптических связей (Ponulak and Hopfield, 2013) или дофаминовому градиенту (Майоров, 2018). Например, в модели Майоров, 2018, когда животное во время случайного поиска в «водном лабиринте» Морриса находит безопасную платформу, от клеток активных на платформе, по когнитивной карте гиппокампа распространяется затухающая волна возбуждения (Ponulak and Hopfield, 2013) клеток места. Активные клетки образуют связи с дофаминовыми нейронами среднего мозга в обратной зависимости от расстояния до цели. В следующей пробе животное выбирает маршрут в соответствии с дофаминовым градиентом на клетках места: возбуждение дофаминовых нейронов повышает двигательную активность животного в направлении скрытой цели.

Высказывалось предположение (Erdem and Hasselmo, 2012; Burak, 2014), что траектория движения может исследоваться и выбираться заранее, если активность «клеток направления» («head direction cells») функционально сопряжена с активностью клеток места так, чтобы вызывать предварительную активацию («preplay») той последовательности клеток места, в которой они бы возбуждались при движении в данном направле-

нии. Однако конкретный физиологический механизм такого сопряжения остаётся неопределённым.

На примере простой нейронной сети с рекуррентными связями в работе показано, как условный сигнал от клеток направления приобретает способность активировать ту последовательность нейронов (клеток места), с которой он ассоциировался в прошлом опыте («replay»).

Нейроны модели связаны между собой глутаматными синапсами с высокой концентрацией и долей NMDA-рецепторов и тормозными синапсами. Возбуждающие связи локализованы и оканчиваются на разных дендритных ветках. Условный сигнал направления действует на все нейроны через относительно слабые глутаматные связи только с AMPA-рецепторами в окончаниях. Матрица весов связей направляющего сигнала структурно идентична матрице рекуррентных межнейронных связей так, что каждому коллатеральному синапсу на дендритной ветке соответствует расположенный рядом синапс сигнала направления.

AMPA-компонент коллатеральных связей характеризуется двунаправленной NMDA- и потенциал-зависимой пластичностью. При активации NMDA-рецепторов глутаматом эффективность *активных* AMPA-связей изменяется в соответствии с U-образной зависимостью от величины постсинаптического потенциала. *NMDA-компонент остаётся постоянным.* Если, допустим, нейрон А возбуждает нейрон В и гаснет из-за развития торможения, следовая активация NMDA рецепторов в дендритном поле  $V_a$  и деполяризация нейрона В создают условия для усиления связей  $A \rightarrow V_a$ . Связи  $B \rightarrow A_b$  наоборот ослабляются из-за реципрокного торможения нейрона А при возбуждении В. Эти изменения взаимно уничтожаются, когда фокус возбуждения распространяется в противоположном направлении и не могут использоваться для одновременного хранения многих последовательностей.

Сохранение траекторий основано на локальной ассоциативной пластичности (Mehta 2004, Larson and Munkácsy 2015) синапсов клеток направления на клетках места. Под ассоциативностью понимается усиление эффективности слабых связей, неспособных к самостоятельным изменениям, при совместной активации с более сильными связями. Здесь предполагается, что синапсы направляющих связей не имеют собственных NMDA-рецепторов. *Активные* направляющие связи усиливаются вместе – одновременно и однонаправлено, с коллатеральными, которые оканчиваются в непосредственной близости на той же дендритной ветке. На каждом шаге изменения матрицы направляющих связей функционально эквивалентны изменениям матрицы рекуррентных связей. *Но в отсутствие «своего» сигнала направляющие связи не меняются при перемене направления распространения волны возбуждения.*

Допустим, что в присутствии сигнала направления (далее  $h$ -сигнал) нейроны случайно возбуждаются в последовательности ABCD. Когда нейрон В возбуждает нейрон С и гаснет (из-за развития торможения), следовая активация NMDA рецепторов в дендритном поле  $C_b$  и деполяризация нейрона С создают условия для усиления направляющих AMPA связей ( $+h \rightarrow C_b$ ). Связи  $h \rightarrow V_c$  наоборот ослабляются из-за реципрокного торможения нейрона В при возбуждении С. Структура изменения всех связей будет выглядеть так:  $+h \rightarrow V_a$ ,  $+h \rightarrow C_b$ ,  $+h \rightarrow D_c$ ;  $-h \rightarrow A_b$ ,  $-h \rightarrow V_c$ ,  $-h \rightarrow C_d$ . При следующем включении,  $h$ -сигнал будет вызывать возбуждение нейронов в той же последовательности. Например, вслед за случайным возбуждением нейрона С должно последовать возбуждение D, а не В, потому что  $(h \rightarrow D_c) > (h \rightarrow V_c)$  и  $(h \rightarrow D_c) > (h \rightarrow V_a)$  из-за нелинейного усиления синаптического тока при совместной активации AMPA ( $h$ ) и NMDA ( $D_c$ ) рецепторов. (Окончания коллатералей из С на дендритной ветке  $V_c$  не совпадают с окончаниями *потенцированных* направляющих  $h \rightarrow V_a$ ). В результате УС приобретает способность потенцировать проводимость NMDA-каналов («в пределе» генерировать NMDA спайки) рекуррентных связей в ассоциированной последовательности. Разные УС становятся указателями на разные последовательности.

Как этот механизм помогает найти скрытую мишень в «водном лабиринте Морриса»? Когда крыса в обучающей пробе в хорошо знакомом бассейне находит скрытую платформу, формируется ассоциация между клетками места в гиппокампе и дофаминовыми нейронами среднего мозга. Если в тестовом испытании сигнал направления головы (в аллоцентрических координатах) активирует последовательность клеток места на карте, достигающую платформы, «клетки платформы» активируют дофаминовые нейроны, а те движение в соответствии с направлением головы.

#### *Список литературы*

1. Poucet B., Lenck-Santini P.P., Hok V., Save E., Banquet J.P., Gaussier P., Müller R.U. 2004. Spatial Navigation and Hippocampal Place Cell Firing: The Problem of Goal Encoding. *Rev. Neurosci.* 15, 89-107.
2. Ponulak F., Hopfield J.J. 2013. Rapid, parallel path planning by propagating wave fronts of spiking neural activity. *Frontiers in Computational Neuroscience* 7, Article 98, 1-14.
3. Майоров В.И. 2018. Поиск скрытой платформы в тесте Морриса по дофаминовому градиенту на клетках места. *Журнал высшей нервной деятельности* 68, 429-433.
4. Erdem U.M., Hasselmo M.E. 2012. A goal-directed spatial navigation model using forward trajectory planning based on grid cells. *Eur. J. Neurosci.* 35, 916-931.
5. Burak Y. 2014. Spatial coding and attractor dynamics of grid cells in the entorhinal cortex. *Current Opinion in Neurobiology* 25, 169-175.

6. Mehta M.R. 2004. Cooperative LTP can map memory sequences on dendritic branches. Trends in Neurosciences 27, 69-72.
7. Larson J., Munkácsy E. 2015. Theta-burst LTP. Brain Res. 1621, 38 – 50.

## **Нейрофизиологические корреляты поэтапного решения вербальных и невербальных задач**

*О.Л. Кундупьян, Е.К. Айдаркин, Ю.Л. Кундупьян,  
А.Н. Старостин, М.Ю. Бибов*

*ФГАОУ ВО ЮФУ, Академия биологии и биотехнологии  
им. Д.И. Ивановского, кафедра физиологии человека и животных,  
Ростов-на-Дону, Россия  
olkundupyan@sfedu.ru*

*Ключевые слова: эффективность деятельности, вербальные и невербальные задачи, ЭЭГ, ССП, время реакции.*

В литературе описывают различные способы обработки когнитивной информации структурами мозга. Существуют типы обработки вербальной и пространственной информации, обеспечивающие работу узко специализированных отделов мозга, а также имеются данные о распределенном характере процессов обработки когнитивной информации (Иваницкий и др., 2013). Согласно данным литературы, моторная преднастройка и структурированная деятельность способствуют эффективному решению зрительных когнитивных задач (Aydarkin et. all., 2013). Моторная преднастройка влияет на время и безошибочность зрительного распознавания, существенно не конкурируя за ресурсы внимания, а также дополнительно активирует заднюю систему внимания (Honda et. all., 1998). Существуют данные, что полушария специфичны в распознавании вербальной (левая гемисфера) и невербальной (правая гемисфера) информации. Предполагается, что левое полушарие доминирует в организации процессов, связанных с произвольным вниманием, а правое – непроизвольным (Коновалов и др., 1984). Целью нашей работы было изучение динамики времени реакции (ВР), связанных с событием потенциалов (ССП) и спектральных характеристик ЭЭГ при поэтапном решении вербальных и невербальных задач.

В исследовании принимали участие 40 практически здоровых молодых людей, в возрасте 25 лет. В качестве модели когнитивной деятельности использовали поэтапное выполнение вербальных и невербальных задач. Каждый обследуемый должен был детально проанализировать 100 слайдов для всех видов задач, исключая неподходящее по смыслу слово или картинку на слайде. Во время выполнения теста регистрировали ВР, ЭЭГ

и ССП. Полученные экспериментальные данные экспортировались в программную среду MATLAB 7.3 с установленным дополнением EEGLAB, где проводилась дальнейшая обработка. Достоверность полученных результатов оценивалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Перед применением дисперсионного анализа проводили проверку данных на нормальность и гомоскедастичность.

Анализ времени поэтапного выполнения когнитивных задач показал, что вербальные задачи человек решал быстрее и эффективнее, чем невербальные. Выполнение когнитивных задач с участием левой руки происходило быстрее, чем правой, вероятно это связано с вовлечением механизмов моторной преднастройки. Правильное выполнение когнитивных задач сопровождалось длительным ВР, а неправильные ответы были связаны с коротким ВР и быстрыми решениями, которые возникали при активации правого полушария. В правом полушарии на уровне задней системы внимания находятся структуры, связанные с произвольным вниманием, уровнем бдительности (Posner, 1994), что, вероятно, и обеспечивало усиление скоростных характеристик и снижение качества решения заданий.

Анализ спектральных характеристик ЭЭГ при решении когнитивных задач показал следующие изменения, в диапазоне дельта-активности формировалось 2 ФМВ в передних и задних областях коры. Тета-активность при всех видах деятельности была локализована в лобно-центральных зонах коры. Выполнение когнитивных задач происходило на фоне снижения мощности альфа-активности и увеличения бета1-активности. Распознавание картинок в диапазоне бета1-активности сопровождалось активацией затылочных областей преимущественно правого полушария, а распознавание слов требовало активации затылочных областей левого полушария и появлялся дополнительный фокус активности в центральных зонах коры. На стадии успешного решения когнитивных задач наблюдали бета2-активность в затылочных областях коры. Эффективное решение вербальных задач сопровождалось более мощной амплитудой всех исследуемых ритмов и сопровождалось вовлечением механизмов передней и задней систем внимания. Неэффективное решение когнитивных задач сопровождалось увеличением амплитуды сенсорных компонентов ССП (N1, P1), а эффективное распознавание – амплитуды когнитивных компонентов ССП (P2, P3, N4).

Таким образом, можно предположить, что моторная преднастройка в случае поэтапного решения вербальных и невербальных задач улучшает качество деятельности за счет дополнительного вовлечения механизмов передней и задней систем внимания.

### *Список литературы*

1. Aydarkin E.K., Kundupyan O.L., Kundupyan J.L. Neurophysiological indicators of action quality at solving verbal and nonverbal tasks // Journal of integrative neuroscience. - 2013. - Mar. - Т. 12, № 1. - С. 57-72.
2. Honda M., Deiber M.P., Ibáñez V., Pascual-Leone A., Zhuang P., Hallett M. Dynamic cortical involvement in implicit and explicit motor sequence learning. A PET study // Brain. 1998 Nov;121 ( Pt 11):2159-73.
3. Posner M.I. Attention: the mechanisms of consciousness // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 1994. - Aug 02. - Т. 91, № 16. - С. 7398-403.
4. Иваницкий А.М., Портнова Г.В., Мартынова О.В., Майорова Л.А., Федина О.Н., Петрушевский А.Г. Картирование мозга при вербальном и пространственном мышлении // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2013. - N 6. - С.677-686.
5. Коновалов В.Ф., Отмахова Н.А. Особенности межполушарных взаимодействий при запечатлении информации // Вопросы психологии. - 1984. - № 4. - С. 96-102.

## **Оценка успешности навигации в тексте с помощью анализа параметров движений глаз<sup>1</sup>**

*А.И. Ковалёв, Т.С. Леднева, С.Ю.Егоров  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
(Москва, Россия)  
artem.kovalev.msu@mail.ru*

Ключевые слова: *навигация в тексте, чтение, айтрекинг, цифровое образование.*

Цифровизация профессиональных и образовательных сфер, в которых человек тесно взаимодействует с большим объемом информации и решает ответственные задачи, остро ставит вопрос снижения количества ошибок и повышения эффективности деятельности (Crosby et al., 2001). Основной формой представления информации в цифровых средах является текст, а работа с ним подразумевает не только чтение, но и поиск. Успешность поискового чтения определяется тем, как условия среды способствуют или ограничивают навигацию в тексте (Chun and Jiang, 1998).

Одними из ключевых характеристик цифрового текста, как усиливающими, так и лимитирующими эффективность поиска, являются навигаци-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №18-29-22049.

онно-динамические атрибуты текста (Mills and Weldon, 1987). В цифровом тексте они определяются по видимости границ листа и возможности оценить объем документа. При решении задач поиска именно данные ориентиры связываются в когнитивную карту, способствующую успешной локализации информации (Li et al., 2013). Цель данного исследования – определить влияние навигационно-динамических характеристик цифровых текстов на процесс поиска информации в тексте. Гипотеза – существует зависимость между успешностью навигации в тексте и степенью обогащенности цифровой среды навигационными подсказками. Для оценки успешности навигации использовалось среднее время поиска ответов и коэффициент сложности траектории перемещений взора в текстовой среде.

В исследовании участвовало 15 испытуемых, средний возраст 32 года. Все имели нормальное или скорректированное зрение.

Стимульный материал представлял собой четыре текста, нормированных по читабельности и разборчивости. Предъявления различались по способу перемещения в тексте («Прокрутка» и «Постраничное пролистывание»), внутри каждая группа текстов также была разделена на две подгруппы по признаку наличия или отсутствия отображения миниатюр страниц на панели.

Участникам последовательно предъявлялись тексты в псевдорандомизированном порядке. После прочтения текста испытуемым предлагалось найти и выделить в тексте ответы на шесть вопросов, направленных на поиск и выделение конкретной, а не смысловой информации. Регистрация движений глаз при поиске осуществлялась с помощью айтрекера SMIREД 120 с частотой 120 Гц. Построение экспериментальной процедуры осуществлялось в программе ExperimentCenter 3.6. Обработка полученных глазодвигательных результатов проводилась в программе BeGaze 3.6.

Эффективность поиска была операционализована через показатели времени, затраченного на поиск ответов и сложность пространственно-временных траекторий движений глаз в процессе поиска при каждом способе предъявления текста. Сложность траектории была определена как избыточный путь, пройденный взором при поиске ответа, который был вычислен как разность реальной и идеальной траектории поиска.

Методом двухфакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями были обнаружены значимые различия влияния факторов способа навигации и наличия миниатюр на сложность траектории движения глаз и время поиска ответов в тексте (рис. 1). Пути взора при перемещении по тексту путем прокрутки или постраничного перелистывания различаются на высоком уровне статистической значимости ( $F = 18.1$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.004$ ), так же как и время поиска ( $F = 6.5$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.38$ ). В условиях наличия или отсутствия миниатюр также достоверно различались временные и глазодвигательные паттерны навигации ( $F = 6.17$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.042$ ;

$F = 21,26$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.002$ , соответственно). Взаимодействие факторов на достоверном уровне значимости обнаружено не было ( $p > 0.05$ ).

В среде с миниатюрами и возможностью перемещаться по тексту через прокрутку наблюдались самые высокие показатели эффективности поиска ответов. Самый сложный и длинный путь поиска участники демонстрировали в условиях постраничного перелистывания без миниатюр. Паттерны глазодвигательной активности дают основания полагать, что подобный способ навигации не позволил создать целостную и связанную когнитивную карту текста. А именно, специфика данного способа навигации в тексте давала возможность быстро передвигаться сразу на несколько страниц, и после каждого длинного скачка траектория взгляда принимала пилообразные очертания. Можно предположить, что подобные условия выполнения задачи индуцируют серьезную когнитивную нагрузку (Sweller, 2010).

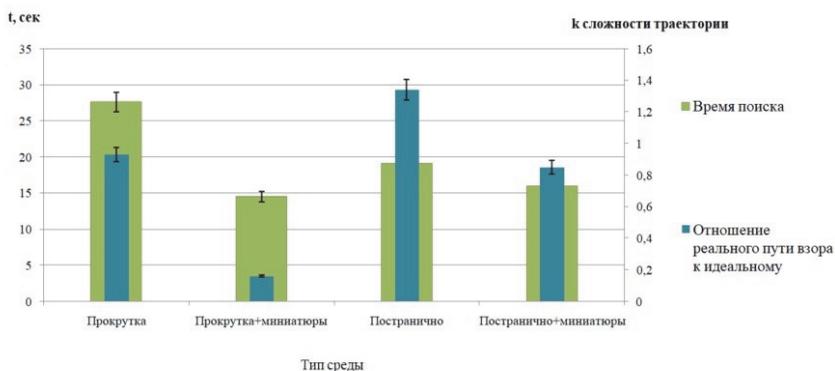


Рис. 1. Пространственно-временные показатели поиска в каждой среде

Полученные в данной работе результаты могут быть интерпретированы как то, что среды, обогащенные навигационными подсказками, в которых учтены возможности совершать обзор текста целиком и непрерывное динамическое взаимодействие способствуют целенаправленному перемещению в тексте при поиске информации, снижают внешнюю когнитивную нагрузку и позволяют построить эффективные когнитивные карты. Разработанная процедура благодаря анализу пространственно-временных траекторий движений взгляда позволила количественно оценить различия в навигационном поведении человека при чтении текстов, представленных в различных форматах.

### Список литературы

1. Chun, M.M., & Jiang, Y. (1998). Contextual Cueing: Implicit Learning and Memory of Visual Context Guides Spatial Attention. In COGNITIVE PSYCHOLOGY (Vol. 36).
2. Crosby, M.E., Iding, M.K., & Chin, D.N. (2001). Visual search and background complexity: Does the forest hide the trees? Lecture Notes in Computer Science, 2109, 225–227. <https://doi.org/10.1007/3-540-44566-8> 28.
3. Li, L.Y., Chen, G.D., & Yang, S.J. (2013). Construction of cognitive maps to improve e-book reading and navigation. Computers and Education, 60(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.010>.
4. Mills, C.B., & Weldon, L.J. (1987). Text from Computer. ACM Computing Surveys, 19(4), 329–358.
5. Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: Recent theoretical advances. Cognitive Load Theory, 9780521860(May), 29–47. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.004>.

## Глазодвигательные индикаторы протекания естественных рассуждений<sup>1</sup>

*Д.В. Зайцев, А.И. Ковалёв, А.А. Кисельников, Н.В. Зайцева, К.Г. Сухотина*  
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*  
*Россия*  
*kseniasukhotina@gmail.com*

Ключевые слова: *когнитивные процедуры, умозаключения, рассуждения, логика, когнитивная психология, айтрекинг.*

**Введение.** Такой тип мышления, как рассуждения, представляет собой набор субъективных актов психической деятельности, однако когнитивно-нейронаучный подход к их изучению предполагает применение объективных методов исследования, к которым относятся поведенческие методики и технологии регистрации движений глаз. Изучение на эксплицитном и имплицитном уровне психологических механизмов естественных и формализованных рассуждений с помощью современных высокотехнологических исследовательских инструментов когнитивной науки является важной и перспективной областью научного поиска (Holyoak and Morrison 2012). Исследования, проведенные в данной области, характеризуются отсутствием системности и последовательности в постановке проблемы применимости глазодвигательных индикаторов для объективации внут-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 19-011-00293.

ренной структуры протекания процессов естественных рассуждений (Es-pino et al. 2005, Halberda 2006, Evans and Ball 2003). В связи с этим в рам-ках данного исследования была начата экспериментальная апробация ме-тодологии детального изучения процесса развертывания естественных умозаключений с помощью технологии айтрекинга.

В данной работе исследовалось, как различные эксплицитные и им-плицитные когнитивно-психологические индикаторы (глазодвигательные параметры, время и точность решения) могут дифференцировать процесс решения двух отличающихся вариантов одного и того же типа умозаключе-ния (на примере нескольких базовых модусов условно-категорических и разделительно-категорических умозаключений).

В качестве экспериментальной гипотезы было выдвинуто предполо-жение о том, что по времени и точности решения, а также глазодвига-тельным параметрам (количество и длительность фиксаций, амплитуда и длительность саккад, количество возвратов) можно качественно и количе-ственно дифференцировать процесс решения различных вариантов внутри одного типа умозаключения.

**Материалы и методы.** Стимуляцией являлись демонстрируемые на экране компьютера трехчленные умозаключения (три строки-предложения) на русском языке:

- Modus Tollendo Ponens с неисключающей дизъюнкцией [МТР]: *А или В | Не А | Значит, В* (10 правильных (р) и 10 неправильных(н));
- Modus Ponendo Tollens с исключающей дизъюнкцией [МРТ]: *А или В | Не А | Значит, В и А или В | А | Значит, не В* (10 с отрицанием в по-сылке и 10 с отрицанием в заключении, все правильные);
- Modus Ponens [МР]: *Если А, то В | А | Значит, В* (10 р и 10 н);
- Modus Tollens [МТ]: *Если А, то В | Не В | Значит, не А* (10 р и 10 н).

80 стимулов предъявлялись каждый по одному разу на неограниченное время в квазислучайном порядке. Пятнадцать испытуемых (14 женщин, 1 мужчина, студенты факультета психологии МГУ, 18-24 года) с нор-мальным или скорректированным до нормального зрением должны были с помощью мыши отвечать, правильное или неправильное умозаключение был предъявлено.

Регистрация движений глаз осуществлялась монокулярно посредством айтрекера SMI Hi-Speed с частотой 1250 Гц и точностью < 0.1 угл. граду-са. Предъявление стимуляции производилось при помощи программы Experiment Center 3.6, обработка данных регистрации движений глаз с помощью программы ВеGaze 3.6. Регистрировалось время ответа, вер-ность ответа и глазодвигательные параметры.

С помощью непараметрического критерия Вилкоксона были вычислена степень статистической значимости различий внутри типов умозаключений, использовалась поправка на множественные сравнения Бонферрони.

**Результаты.** Значимые различия внутри умозаключений были получены для следующих параметров:

- 1) общее время решения:
  - a. МТР\_неправильные (9.69 с) > МТР\_правильные (6.27 с),
  - b. МРТ\_отрицание\_в\_посылке (7.99 с) >
- > МРТ\_отрицание\_в\_заключении (5.93 с);
- 2) процент верных ответов:
  - a. МТР\_правильные (80.0 %) > МТР\_неправильные (29.3 %);
  - b. МТ\_правильные (79.3 %) > МТ\_неправильные (27.3 %);
  - c. МР\_правильные (81.4 %) > МР\_неправильные (26.0 %);
- 3) количество фиксации глаз:
  - a. МТР\_неправильные (34.34) > МТР\_правильные (23.80),
  - b. МРТ\_отрицание\_в\_посылке (29.51) >
- > МРТ\_отрицание\_в\_заключении (22.53);
- 4) количество саккад:
  - a. МТР\_неправильные (28.31) > МТР\_правильные (20.65),
  - b. МРТ\_отрицание\_в\_посылке (25.21) >
- > МРТ\_отрицание\_в\_заключении (19.25).

По параметрам длительность фиксации, амплитуда саккад, скорость саккад значимых различий внутри типов умозаключений получено не было.

Также были получены значимые различия по средней длительности фиксации между различными модусами:

- a. МТ (206,19) > МР (190,86 с);
- b. МТР (216,14) > МР (190,86 с).

**Заключение.** Таким образом, экспериментальная гипотеза частично подтвердилась: при решении различных вариантов одних и тех же умозаключений действительно наблюдаются значимые различия по времени и точности решения, паттерну некоторых глазодвигательных параметров, что позволяет многомерно дифференцировать процесс решения умозаключений релевантно различным эксплицитным и имплицитным уровням обеспечивающих их психологических процессов. Важно отметить, что полученные различия в глазодвигательных параметрах доказывают эффективность айтрекинга как инструмента для изучения когнитивной составляющей процесса решения умозаключений различных типов.

#### *Список литературы*

1. Holyoak K., Morrison R. (eds). 2012. The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning. Oxford: Oxford University Press.

2. Espino O. et al. 2005. Early and late processes in syllogistic reasoning: Evidence from eye-movements // *Cognition*. Т. 98, №. 1, В1-В9.

3. Halberda J. 2006. Is this a dax which I see before me? Use of the logical argument disjunctive syllogism supports word-learning in children and adults. *Cognitive psychology*. Т. 53, №. 4, 310-344.

4. Evans J. S. B. T., Ball L. J. 2010. Do people reason on the Wason selection task? A new look at the data of Ball et al.(2003) *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. Т. 63, №. 3, 434-441.

## **Методы оценки динамики контроля в процессе решения задач инсайтного типа с использованием аппаратных методов (ЭЭГ корреляты внимания)<sup>1</sup>**

*А.В. Смирницкая<sup>1</sup>, И.Ю. Владимиров<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Россия*

*<sup>2</sup>ИП РАН, Москва, Россия  
a9159793033@gmail.com*

*Ключевые слова: внимание, паттерны внимания, электроэнцефалография, инсайт.*

В качестве одного из специфических свойств решения задач инсайтного типа можно выделить снижение уровня активности контроля (Ash, Wiley 2006). Существует традиция рассматривать работу контроля в контексте аттенционных процессов, направленных на управление оперированием элементами задачи (Awh, Vogel, Oh 2006). Одним из вариантов исследования таких процессов, сопровождающих решение задач инсайтного типа являются аппаратные методы, в частности метод вызванных потенциалов (ВП). Получение объективных физиологических данных позволяет вскрыть слабо осознаваемые процессы управления инсайтным решением. Такие методы позволяют использовать задачу в качестве события (Jung-Beeman et. al. 2004), или классические парадигмы ВП с одновременным решением задачи (Lavric et al. 2000). Метод позволяет нам оценить динамику когнитивного контроля относительно этапов решения (Владимиров, Смирницкая 2018). Однако, так как метод ВП предполагает большое количество событий, необходимых для анализа, то мы теряем возможность оценить динамику контроля более подробно и сталкиваемся с необходимостью убирать из выборки большое количество решений, которые не позволяют применить метод анализа.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 20-013-00801 А).

В данной работе мы поставили своими задачами выявить электроэнцефалографические паттерны внимания при выполнении заданий, что существенно для дальнейшего их использования в исследовании инсайтного решения. Так как большая часть задач испытуемому предъявляются визуально, а в исследовании присутствуют диалог с экспериментатором – нам было необходимо выявить паттерны, связанные со зрительным и слуховым вниманием, чтобы в дальнейшем иметь возможность выявить: привлечено внимание испытуемого к зрительному стимулу/диалогу с экспериментатором или нет. Второе – выявить паттерн внутреннего/внешнего внимания, что связано с гипотезами экспериментальных исследований, а именно снижение уровня управляющего контроля как специфического события в решении задач инсайтного типа (Ash, Wiley, 2006). Это позволит нам различать, когда испытуемый обращает внимание на внешние источники информации, когда активно работают с памятью или не делают этого (инкубация).

Для регистрации электроэнцефалографии использовалась система Неокортекс с усилителем NVX – 36. Установка электродов по схеме 10-20. Для исследования были использованы отведения: Fp1, p2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, Oz, O2 с референтом на ушах (AA). Запись производилась в полосе 0,1 – 70 Гц, с частотой дискретизации 500 Гц и режекторным фильтром 50 мВ.

Для провоцирования процессов зрительного внимания использовался визуальный стимул – круг. Для варьирования сложности изменялось количество кругов или контрастность различий по цвету (от целевого). Во всех пробах задание испытуемому было одинаковым – реагировать нажатием клавиши в случае, если круг перемещается не по той траектории, которую ожидал испытуемый. Для провоцирования слухового внимания испытуемому было необходимо прослушать аудиозапись и реагировать нажатием клавиш на произнесение определенных слов в тексте. Для провоцирования внимания, направленного на работу с памятью, испытуемому было необходимо генерировать существительные на заданную экспериментатором букву (в одной пробе глаголы на любую букву).

По результатам анализа мы выявили, что для детекции внутреннее / внешнее внимание наибольшие различия наблюдаются по показателям мощности тета-ритма в лобных отведениях (Fp1, Fp2), где более высокие показатели связаны с внутренним вниманием (работа с памятью). В качестве дополнительных мер контроля необходимо учитывать снижение альфа-ритма в затылочных регионах в случае внутреннего внимания (Oz), где есть четкое различие в данном ритме между внутренним и внешним вниманием (вниманием к стимулу) с наиболее высокими показателями при внутреннем. Для оценки зрительного внимания и сложности зрительного стимула необходим анализ альфа-ритма в лобных отведениях (Fp1, Fp2), где

при зрительном внимании низкие показатели мощности (и снижаются при увеличении сложности). Высокие показатели мощности бета-1-ритма, чем выше мощность – тем сложнее зрительная задача (нагрузка на внимание в целом). Дополнительно, при зрительном внимании возможна детекция тета-ритма по центральным отведениям (Fz, Cz, Pz). Для оценки слухового внимания наиболее интересной является оценка альфа-ритма в височных отведениях (T3, T4). При аудиальной стимуляции снижается мощность ритма.

Следовательно, для оценки процессов внимания при решении задач необходимо использование таких отведений как Fp1, Fp2, Oz, Fz, Cz, Pz, T3, T4 и анализ таких ритмов как альфа, бета-1 и тета. Что позволяет нам надежно отслеживать направленность, модальность внимания и его выраженность в процессе решения задач. Выявленные паттерны различий позволяют нам провести анализ процессов внимания при решении задач инсайтного типа и выявить специфику в функционировании когнитивного контроля.

#### *Список литературы*

1. Ash I. K., & Wiley J. 2006. The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(1), 66-73.
2. Ash E., Vogel E.K., & Oh, S.H. 2006. Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*, 139(1), 201-208.
3. Lavric A., Rippon G., & Gray J. R. 2003. Threat-evoked anxiety disrupts spatial working memory performance: an attentional account. *Cognitive therapy and research*, 27(5), 489-504.
4. Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., & Kounios J. 2004. Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS biology*, 2(4).
5. Владимиров И.Ю., Коровкин С.Ю., Лебедь А.А., Савинова А.Д., & Чистопольская А.В. 2016. Управляющий контроль и интуиция на различных этапах творческого решения // *Психологический журнал*, 37(1), 48-60.
6. Владимиров И.Ю., Смирницкая А.В. 2018. Динамика и уровень загрузки управляющего контроля в процессе решения задач инсайтного типа: метод вызванных потенциалов // *Теоретическая и экспериментальная психология*, 11(2).

## Implicit emotional modulation of brain evoked activity in male patients with unipolar and bipolar depression under classical conditioning

*E.V. Mnatsakanian<sup>1</sup>, V.V. Kryukov<sup>2</sup>, V.N. Krasnov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow,  
Russia*

<sup>2</sup>*Moscow Research Institute of Psychiatry - filial V Serbsky NMRC PN,  
Moscow, Russia  
mnazak@ihna.ru*

Keywords: *EEG, visual ERP, recurrent depression, bipolar disorder, implicit learning, emotion, conditioning, anger.*

**Objectives.** We were searching for the ERP characteristics that can separate the patients with unipolar, or recurrent, depression (RD) and bipolar depression (BD). The results of meta-analysis (e.g., Delvecchio et al., 2012) implicate the involvement of multiple brain structures in the differences between RD and BD. Sex-biased manifestation of depression (symptoms, comorbidity, treatment response) is well known to the clinicians (Eid et al., 2019). This bias is probably due to the interplay between brain neuromediator systems and sex hormones (Rubinow et al., 2019). To take into account this factor, we separated our participants according to their biological sex, and report here our findings in males only.

**Methods.** Only male participants were recruited for this study: 25 healthy control volunteers (HC) and non-medicated patients with RD (24) and BD (23). The groups were comparable in age, and the patient groups did not differ in depression and anxiety scores according to Hamiltonian scales (HDRS and HARS). The experimental CNV-paradigm resembled the classical (Pavlovian) conditioning. Participants had to sort as humans or animals 160 photographs delivered in a random order with equal probability using E-Prime v2 software (PST, USA). Half of the photographs were neutral, and half were showing angry/aggressive people or animals. Simple patterns (the cues) were presented 2s before the photographs, and the association between the pairs was not explained.

128-channel EEG was recorded with 500 Hz digitization rate using Netstation 4.4 system (EGI, USA). We analyzed the ERPs in 0-600 ms from the cue onset. The differences in amplitudes ( $p < .05$ ) between the conditions where cues preceded the neutral and angry human faces were defined as emotional modulation (EM).

Table 1

**Emotional modulation in separate time windows**

Window, ms	ERP component	HC	RD	BD	Comment
60-110	P100	+		+	strongly reduced in BD compared to HC
90-180	N150	+	+	+	similar topography in HC and RD, and reduced in BD
160-280	P220	+		+	similar topography in HC and BD
280-400	P380	+	+		various large central and parietal locations for all groups
		+		+	
400-600	LPC		+	+	various locations

**Results and discussion.** The unconscious learning resulted in the association of cues and pictures belonging to a certain category. This association caused certain modifications in cue-elicited ERP components depending on the pictures presenting after the cues (neutral vs. angry face). The EM in P100 for both patient groups was reduced: it was insignificant for RD, but in BD there were small spots with significant differences. We suggest that the EM reduction in P100 is rather non-specific indicator of depression, or of mental disorder in general.

The EM in RD resembled EM in HC for N150 component, and EM of BD resembled EM in HC for P220 component. Thus, the reduction of EM was observed in RD and BD on different stages of stimulus processing, even if in both groups the EEG recordings were performed during the depressive episode. This implies distinct brain mechanisms underlying these two types of depression.

The EM for P380 showed brain topography that was rather similar and non-specific. However, further investigation is needed. The slow late wave complex (LPC) observed in 400-600 ms showed EM in patients only and not in HC. We suggest that as well as the reduction of EM in P100, the presence of EM at these late latencies can be non-specific, also, this may be due to statistical errors.

**Conclusions.** The modifications in certain ERP components were group-dependent. The EEG was recorded during the depressive episode in both patient groups, but it seems that the brain mechanisms underlying the disturbances of emotional processing in RD and BD were different. The specific pattern of emotional modulation in several ERP components may be a candidate biomarker for differentiating unipolar and bipolar depression.

## References

1. Delvecchio G., Fossati P., Boyer P., Brambilla P., Falkai P., Gruber O. et al. 2012. Common and distinct neural correlates of emotional processing in Bipolar Disorder and Major Depressive Disorder: a voxel-based meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *Eur Neuropsychopharmacology* 22, 100-113.
2. Eid R.S., Gobinath A.R., Galea L.A.M. 2019. Sex differences in depression: Insights from clinical and preclinical studies. *Progress in Neurobiology* 176, 86-102. doi: 10.1016/j.pneurobio.2019.01.006
3. Rubinow D.R., Schmidt P.J. 2019. Sex differences and the neurobiology of affective disorders. *Neuropsychopharmacology* 44, 111-128. doi: 10.1038/s41386-018-0148-z

## Информационная модель психологических черт личности

*С.Л. Коваль*

*Центр речевых технологий, (Россия, Москва)  
ex-entre@yandex.ru*

*Ключевые слова: информационная модель, искусственный интеллект, психика, черта личности.*

На сегодня известно более 90 часто цитируемых практически внедренных моделей обработки информации системами Искусственного Интеллекта (ИИ).

(Kotseruba&Tsotsos 2018). Но даже самые продвинутые из описанных в публикациях архитектур не достаточно адекватно моделируют даже базовые индивидуальные человеческие различия в понимании и обработке информации. В данной работе предложена оригинальная модель ментальной архитектуры, в которой на определённом этапе входной поток информации обрабатывается различными относительно автономными функциями, дающими в итоге 8 различных моделей ситуации взаимодействия с окружающей действительностью. Далее анализ иерархически организованной совокупности этих моделей позволяет достаточно адекватно описывать многие прежде трудно реализуемые в ИИ феноменологические свойства психики при социальном взаимодействии, творчестве, обучении, индивидуально-специфическом поведении. Работа развивает предыдущий опыт исследований в области ИИ и в области психологической диагностики (Коваль 2019).

Для эффективной реакции на внешнее воздействие модель его источника должна быть соответствующим образом воспроизведена в структуре си-

стемы реагирования, т.е. в психике (эта теорема доказана Ashby W.R. 1947). В силу этого можно полагать, что модель психики «должна иметь закодированное в ее внутренних состояниях представление причинной структуры ее внешней среды» (Friston 2012), в частности отражать особенности внешней среды, а также своего и чужого социального и эмоционального поведения, обеспечивать анализ «скрытых переменных» ситуации, «Постоянное когнитивное моделирование разума других» (Mafessoni&Lachmann 2019), прогнозировать будущее, моделировать хотя бы базовые индивидуальные психологические свойства личности (McCrae& John 1992).

Общий процесс обработки воспринятой психикой информации предполагается состоящим из процедур понимания, оценивания, прогнозирования с их многократным уточнением и получением в результате общей модели данной ситуации, описывающей на некоем внутреннем языке внешнее и внутреннее состояния, их оценки и прогноз изменения, направленные на выработку планов действий (например, в развитие подхода Laird et al. 2017).

В данной работе описан набор модулей обработки информации на этапе от уровня восприятия до получения описания текущей ситуации. Данные психофизиологии животных и людей позволяют предположить, что, что первичное восприятие информации при общении с реальным миром может происходить по трём базовым, относительно независимым направлениям (Bermudez 2014, Wen-Jui Kuo et al. 2009):

1. Объекты, их форма, размер, материал, цвет, и т.п, размещение в пространстве.
2. Динамика ситуации: характеристики движения, изменения, активности.
3. Структура ситуации: связи и отношения обнаруженных элементов/процессов, их иерархия.

Информация по каждому направлению описывается двумя способами: как объективное представление того, что есть сейчас и как субъективная оценка значения, потенциала для актуальной системы ценностей и установок.

Предполагается наличие в психике функций восприятия информации, которые формируют на основе общего потока воспринимаемой информации подпотоки специфической информации или Информационные МикроАспекты (ИМА):

- Реальные Информационные МикроАспекты – РИМА
- Оценочные Информационные МикроАспекты – ОИМА.

На рис. 1 изображена упрощенная схема получения ИМА и формирования из них далее Информационных Аспектов (ИА) и Моделей Ситуации. Каждый ИМА описывает чные свойства воспринимаемой ситуации: РО – реально воспринятые объекты, РД – Реально воспринятая Динамика, РС – реально воспринятая структура объектов и процессов, ОО – оценка

потенциала и значения объектов, ОД – оценка потенциала и значения динамики, ОС – оценка потенциала и значения структуры.

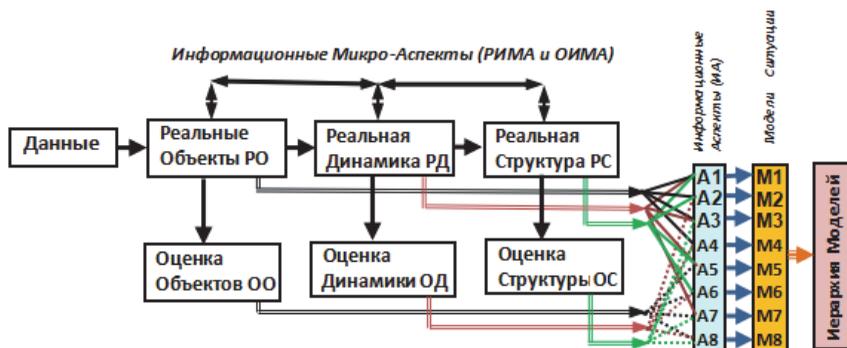


Рис. 1. Схематическое изображение превращения Данных в Информационные Микро Аспекты: РИМА : РО, РД, РС и ОИМА: ОО, ОД, ОС. Содержание информации в каждом ИМА относительно независимо. Их система – полная

Из ИМА формируются композитные информационные потоки – Информационные аспекты (ИА), каждый из которых есть интеграция в целостное описание ситуации 3-х ИМА: одного ИМА Объектов (РО или ОО) + одного ИМА Динамики (РД или ОД) + одного ИМА Структуры (РС или ОС). По правилам комбинаторики получается всего 8 разных ИА:

$$\begin{aligned} A1 &= РО + РД + РС, A2 = РО + ОД + РС, A3 = РО + РД + ОС, \\ A4 &= РО + ОД + ОС, A5 = ОО + РД + РС, A6 = ОО + ОД + РС, \\ A7 &= ОО + РД + О, A8 = ОО + ОД + ОС. \end{aligned}$$

На основе ИА строится 8 различных моделей Ситуации. Затем строится индивидуальная Иерархия этих моделей.

Использование данной архитектуры позволяет достаточно прозрачно описывать и реализовывать информационную специфику таких психологических категорий как экстраверсия – интроверсия, интуиция – размышление, многих типологий личности (например, Jung 1921), ряд проявлений аутизма и других индивидных свойств.

#### Список литературы

1. Коваль С.Л. 2019. Многопоточковая информационная модель психики // Человек, Искусство, Вселенная, **1**, 83-100.
2. Ashby W.R. 1947. Principles of the Self-Organizing Dynamic System // J. of General Psychology. **37**, 125–128.

3. Bermudez J.L. 2014. Cognitive science: an introduction to the science of the mind. N.Y.: Cambridge University Press. - 533 p.
4. Friston K. 2012. A Free Energy Principle for Biological Systems // Entropy, 14, 2100-2121.
5. Jung C.G. 1921. Psychologische Typen. Zurich: Rascher Verlag. - 664 S.
6. Kotseruba I., Tsotsos J.K. 2018. 40 years of cognitive architectures: core cognitive abilities and practical applications // Artificial Intelligence Review. 2018, 1-78.
7. Laird J.E., Lebiere C., Rosenbloom P.S. 2017. A standard model for the mind: toward a common computational framework across artificial intelligence, cognitive science, neuroscience, and robotics // AIMag, 38(4), 13–26.
8. Mafessoni F., Lachmann M. 2019. The complexity of understanding others as the evolutionary origin of empathy and emotional contagion // Nature. Scientific Reports, 08 April (9), Article 5794.
9. McCrae R.R., John O.P. 1992. An introduction to the five-factor model and its applications // J Pers, 60(2), 175–215.
10. Wen-Jui Kuo et al. 2009. Intuition and Deliberation: Two Systems to Strategizing in the Brain // Science. 24 April.

## **Особенности нейрокогнитивного развития подростков с разной цифровой активностью<sup>1</sup>**

*Г.У. Солдатова<sup>1</sup>, Е.И. Рассказова<sup>2</sup>, А.Е. Вишнева<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>ГБУЗ «Центр патологии речи и нейрореабилитации ДЗМ»,  
Москва, Россия*

*soldatova.galina@gmail.com*

*Ключевые слова: нейрокогнитивные функции, цифровая активность, оптимальное время цифровой активности.*

В современном мире все более актуальными становятся вопросы интенсивности использования детьми и подростками Интернета, содержания их онлайн-деятельности, влияния цифровой среды на их когнитивное и психическое развитие в целом (Солдатова, Рассказова, Нестик, 2017). В учебной и воспитательной практике остро встает вопрос определения оптимального количества времени, которое дети и подростки могут проводить в интернете не просто без ущерба, но с пользой для когнитивного, психического и личностного развития. Существование такого опти-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14181.

мального экранного времени, за пределами которого влияние Интернета становится губительным для психологического благополучия ребенка, А. Пшибыцкий и Н. Вайнштейн постулируют как «цифровую гипотезу Златовласки» (Przybylski A.K., Weinstein N., 2017), которую также называют гипотезой «золотой середины». Они противопоставляют ее известной гипотезе «вытеснения» С. Неймана, в соответствии с которой предполагается, что вред технологии прямо пропорционален количеству времени ее воздействия (Neuman S.B., 1988).

Цель исследования – выявить связь между различными показателями нейрокогнитивных функций и уровнем цифровой (пользовательской) активности подростков.

Методы. Для исследования нейрокогнитивных функций использовались следующие методики: 1) комплекс нейропсихологических методик (Ахутина Т.В., 2016), подобранный в соответствии с возрастом респондентов: динамический праксис, слухоречевая память, зрительно-пространственная память, счет, серийный счет (от 100 по 7), составление рассказа по серии сюжетных картинок, графическая проба «забор»; 2) компьютерный тест «Dots: Hearts & Flowers» («Точки») (Korneev et al., 2018); 3) субтесты «Осведомленность» и «Понятливость» детского варианта теста Векслера (Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И., 1992). Респондентам также предлагался социально-психологический опросник, включающий в том числе вопросы, позволяющие оценивать интенсивность использования интернета.

Выборку составили 100 пар родитель-подросток в возрасте от 11 до 17 лет (53 мальчика, 47 девочек). Все респонденты имели опыт использования цифровых устройств и проживали в Москве. Выборка подростков была уравновешена по полу и возрасту.

Результаты. Все подростки были разделены на три группы в зависимости от интенсивности использования Интернета: низкая активность (до 3 ч в день – 33 %), средняя (от 3 до 5 ч в день – 31 %) и высокая пользовательская активность (более 5 ч в день – 36 %).

Различия между группами подростков с разной цифровой активностью были получены по следующим шкалам нейропсихологических методик: доступность счета, продуктивность 1-го воспроизведения фигур в зрительной памяти, смысловая полнота рассказа (по серии сюжетных картинок), субтест «Осведомленность», время реакции в 3-й пробе компьютерного теста Точки.

Подростки со средней пользовательской активностью, по сравнению с подростками с высокой цифровой активностью, допускали меньше ошибок при выполнении счетных операций в уме (параметр произвольной регуляции и контроля) ( $p < 0,05$ ). Подростки со средней пользовательской активностью имели в среднем больший объем зрительной памяти, именно при

первом воспроизведении фигур, по сравнению с подростками с высокой пользовательской активностью ( $p < 0,01$ ). Это может указывать на лучшую концентрацию внимания и хорошую ориентацию в заданиях со зрительной трудно вербализуемой информацией. У них также были значимо выше результаты вербального интеллекта (субтест Осведомленность детского варианта теста Векслера), по сравнению с группой с высокой пользовательской активностью ( $p < 0,05$ ). Это говорит о хорошей ее рабочей памяти, эрудиции и вербальном интеллекте. Однако рассказ по серии картинок они составляли хуже и менее выразительно, оперируя меньшим количеством слов и пропуская смысловые звенья, чем подростки из группы с низкой пользовательской активностью ( $p < 0,05$ ). В компьютерном тесте «Точки» они, как и подростки группы с высокой пользовательской активностью, демонстрировали высокую скорость реакции в 3-й пробе, требующей хорошей переключаемости и распределения внимания, по сравнению с подростками из группы с низкой цифровой активностью ( $p < 0,05$ ).

Подростки с низкой пользовательской активностью более полно составляли рассказ с наименьшим количеством пропусков смысловых звеньев, по сравнению с двумя другими группами ( $p < 0,05$ ). Они имели также достаточно высокие показатели по субтесту «Осведомленность», как и подростки со средней пользовательской активностью. По счету и объему зрительной памяти (при первом воспроизведении фигур) они показали средние результаты. Также подростки, вошедшие в эту группу, медленнее других детей выполняли наиболее сложную и требующую хорошего переключения 3-ю пробу компьютерного теста «Точки», что может указывать как на общий недостаток переключаемости и распределения внимания, так и на слабость выполнения именно компьютерных заданий данного рода.

Подростки с высокой пользовательской активностью, как и подростки со средней активностью, демонстрировали высокую скорость реакции в 3-й наиболее сложной пробе теста «Точки». Однако они хуже детей из двух других групп считали в уме и имели наименьший объем зрительной памяти ( $p < 0,01$ ). Смысловая полнота рассказа у них была значимо хуже, чем у подростков с низкой пользовательской активностью ( $p < 0,05$ ), но приблизительно на том же уровне, что и у подростков со средней цифровой активностью. По субтесту «Осведомленность» в среднем они получили значимо более низкие баллы ( $p < 0,05$ ), по сравнению с подростками со средней пользовательской активностью, что указывает на их меньшую осведомленность и эрудицию.

Таким образом, у подростков со средней пользовательской активностью по сравнению с подростками других двух групп значимо выше показатели счета, больше объем зрительной памяти, а также лучше результаты в субтесте «Осведомленность», чем у подростков с высокой пользовательской активностью, и выше скорость реакции по сравнению с подростками с низкой

активностью. По параметру «Смысловая полнота рассказа» у них показатели значимо ниже, чем у подростков с низкой пользовательской активностью. Подростки с низкой пользовательской активностью лучше и полнее, чем подростки со средней активностью, составляли рассказ; по показателям счета, зрительной памяти и в субтесте «Осведомленность» они демонстрировали средние результаты; по скорости реакции в тесте «Точки» они уступали двум другим группам подростков. Подростки с высокой пользовательской активностью имели значимо более высокую скорость реакции в тесте «Точки», по сравнению с подростками с низкой цифровой активностью, но наравне с подростками со средней активностью. По остальным показателям они уступали подросткам из двух других групп.

Наличие большего количества позитивных результатов у подростков со средней пользовательской активностью дает аргументы (хотя и умеренные, вследствие небольшой выборки) в пользу подтверждения гипотезы «золотой середины». Наличие большего количества «слабых» сторон у подростков с высокой цифровой активностью дает возможность предположить, что за пределами оптимального цифрового времени происходит негативное влияние на нейрокогнитивные функции подростков. Полученные результаты требуют дальнейших исследований и осмысления.

#### *Список литературы*

1. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет / Под ред. Т.В. Ахутиной. М.: В. Секачев, 2016. 239 с.
2. Солдатова Г.У., Рассказова Е.И., Нестик Т.А. Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. М.: Смысл, 2017. 375 с.
3. Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И. Руководство к методике исследования интеллекта у детей Д. Векслера. СПб.: ИМАТОН, 1992. 98 с.
4. Korneev A., Akhutina, T., Gusev, A., Kremlev, A., & Matveeva, E. (2018). Computerized Neuropsychological Assessment in 6–9 Years-old Children. *KnE Life Sciences*, 4(8), 495-506. DOI: 10.18502/kls.v4i8.3307.
5. Neuman S.B. The displacement effect: Assessing the relation between television viewing and reading performance. *Reading Research Quarterly*, 1988. Vol. 23 (4), p. 414–440. doi:10.2307/747641.
6. Przybylski A.K., Weinstein N. A large-scale test of the Goldilocks Hypothesis: Quantifying the relations between digital-screen use and the mental well-being of adolescents // *Psychological Science*. 2017. Vol. 28 (2). P. 204–215. doi:10.1177/0956797616678438.

## Особенности развития эмоционального интеллекта у юношей и девушек из полных и неполных семей<sup>1</sup>

*И.И. Ветрова*

*Институт психологии РАН, Москва, Россия*

*vetrovaii@ipran.ru*

*Ключевые слова: эмоциональный интеллект, неполная семья, юношеский возраст, эмоциональные семейные коммуникации.*

Тема изучения и развития эмоционального интеллекта переживает подъем в современной российской науке. Используя библиометрический метод (Зуев, 2018) при анализе публикаций, размещенных в базе РИНЦ, можно увидеть рост в геометрической прогрессии числа научных публикаций, посвященных эмоциональному интеллекту в период с 2004 по 2012 год. За 2019 год по теме эмоционального интеллекта в отечественной науке опубликовано 1007 работ. Так же, как и в западной науке, исследования эмоционального интеллекта ведутся в первую очередь в области профессионального успеха (Хлевная, 2011) или в рамках разработки методов развития эмоционального интеллекта у детей и подростков (Сергиенко и др., 2019). Пока остаются не ясными механизмы развития эмоционального интеллекта в младшем и подростковом возрасте, что связано с недостатком диагностического инструментария.

В рамках разработки диагностических методов изучения эмоционального интеллекта у детей и подростков мы провели пилотажное изучение семейных факторов развития эмоционального интеллекта. Например, в работе Д. Гастелло и С. Гастелло (Guastello, Guastello, 2003) показана только значимая роль матери в развитии эмоционального интеллекта у детей. Однако Н.Р. Привалихиной (2014) обнаружена связь высокого уровня развития эмоционального интеллекта ребенка с позитивным, эмоционально-насыщенным образом отца. А в работе В.С. Собкина и А.Н. Вераксы с коллегами (2016) было выявлено, что у дошкольников из неполных семей менее развита способность к децентрации, но они лучше ориентируются в возможности рассогласования реальных чувств человека и его поведения. А Л.Ю. Комлик и В.С. Меренкова в своей работе (2017) описали значимость уровня эмоционального интеллекта родителей для детско-родительских отношений.

В своей пилотажной работе мы сфокусировались на более масштабном факторе – наличии отца в семье. В исследовании приняли участие

---

<sup>1</sup> Работа выполнена по государственному заданию №0159-2020-0004.

114 человек в возрасте от 18 до 21 года (средний возраст 19,7 лет). Из них юношей из полной семьи 23 человек, из неполной – 21 человек (всего 44 юноши), девушек из полной семьи 38 человек, из неполной 32 человека (всего 70 девушек). Так же учитывался возраст респондента, когда семья стала неполной. Данные набраны С.А. Якушкиной в рамках выполнения ВКР на 4 курсе бакалавриата на факультете психологии ГАУГН.

Для оценки уровня развития эмоционального был использован опросник, разработанный Н. Шуте с коллегам на основе модели эмоционального интеллекта как способности Дж. Мэйера, П. Сэловея и Д. Карузо в переводе А.В. Садовой и адаптации И.И. Ветровой (Schutte et al., 1998; Садова, 2001; Ветрова, 2011). Так же был использован опросник «Семейные эмоциональные коммуникации» А.Б. Холмогоровой и С.В. Воликовой для оценки внутрисемейных эмоциональных взаимоотношений (Холмогорова, Воликова, Сорокова, 2016). Для выявления различий использовался непараметрический критерий Манна-Уитни, для вычисления корреляций – ранговый коэффициент Спирмена.

При сравнении по уровню выраженности показателей эмоционального интеллекта было выявлено статистически значимое преобладание респондентов из полной семьи по показателю оценки и выражения эмоций по сравнению с респондентами из неполной семьи. При учете фактора пола результаты получаются несколько иные. Юноши из полной семьи превосходят юношей из неполной семьи не только по показателю оценки и выражения эмоций, но и по уровню выраженности показателя регуляции эмоций. А вот девушки из полных и неполных семей не имеют статистически значимых различий по уровню эмоционального интеллекта. Заметным фактором развития эмоционального интеллекта у юношей из неполных семей оказался возраст юноши, когда произошел развод: если семья стала неполной до достижения им 10-летнего возраста, то страдает уровень развития показателя регуляции эмоций.

При оценке связей эмоционального интеллекта и показателей внутрисемейных эмоциональных коммуникаций можно отметить большую связанность у респондентов из полной семьи по сравнению с респондентами из неполной семьи. В первую очередь в полной семье все показатели эмоционального интеллекта связаны со шкалой Семейного перфекционизма ( $r = 0,28$ ,  $r = 0,38$ ,  $r = 0,45$  при уровне значимости  $p < 0,05$ ). Кроме того, в полной семье выявлены отрицательные связи показателя использования эмоций в решении проблем с показателями Критика ( $r = -0,3$ ,  $p < 0,05$ ) и Элиминирование эмоций ( $r = -0,37$ ,  $p < 0,05$ ). В неполной семье только регуляция эмоций имеет обратную связь со шкалой Элиминирование эмоций ( $r = -0,29$ ,  $p < 0,05$ ).

Таким образом, мы можем сделать предварительные выводы, что роль отца наиболее важна для развития эмоционального интеллекта юношей по

сравнению с девушками и в возрасте до 10 лет. Кроме того, более развитый эмоциональный интеллект связан с общесемейными позитивными коммуникациями. Однако эти предварительные данные требуют дальнейшего уточнения с использованием более объективных методов оценки эмоционального интеллекта.

#### *Список литературы*

1. Зуев К.Б. 2018. Библиометрический анализ современных исследований жизнеспособности семьи // Вестник Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Серия Гуманитарные науки № 1 (43), 99-102.
2. Хлевная Е.А. 2011. Влияние уровня эмоционального интеллекта руководителей на степень достижения ключевых показателей эффективности организации // Менеджмент в России и за рубежом № 4, 126 – 133.
3. Сергиенко Е.А., Хлевная Е.А., Киселева Т.С., Мигун Ю.П. 2019. Развитие эмоционально-интеллектуальных навыков дошкольников, младших школьников, младших и старших подростков во внешкольных центрах. Учебно-методическое пособие: теоретическая часть. М.: Изд-во «Институт психологии РАН».
4. Guastello D.D., Guastello S.J. 2003. Androgyny, gender role behavior, and emotional intelligence among college students and their parents // Sex Roles: A Journal of Research Vol. 49 № 11-12, 663-673.
5. Привалихина Н.Р. 2014. Изучение влияния образа отношений с отцом на развитие эмоционального интеллекта и самовосприятие в юношестве // Сборники конференций НИЦ Сфера №50, 45-52.
6. Собкин В.С., Веракса А.Н., Бухаленкова Д.А., Федотова А.В., Халутина Ю.А. 2016. Связь социально-демографических факторов и психологических аспектов детско-родительских отношений с уровнем психического развития ребенка // Воспитание и обучение детей младшего возраста № 5, 179-182.
7. Комлик Л.Ю., В.С. Меренкова 2017. Взаимосвязь эмоционального интеллекта родителей и детско-родительских отношений // Вестник Костромского государственного университета. Серия «Педагогика. Психология. Социокинетика» № 3, 37-40.
8. Schutte N.S. et al. 1998. Development and validation of a measure of emotional intelligence // Personality and Individual Differences № 25, 167 – 177.
9. Садокова А.В. 2001. Влияние индивидуальных характеристик эмоционально-личностной сферы на особенности развития моральной компетентности в подростковом возрасте. Дисс. ... канд. психол. наук: 19.00.13. Москва.
10. Ветрова И.И. 2011. Развитие контроля поведения, совладания и психологических защит в подростковом возрасте. Дис. ... канд. психол. наук: 19.00.13. Москва.
11. Холмогорова А.Б., Воликова С.В., Сорокова М.Г. 2016. Стандартизация опросника «Семейные эмоциональные коммуникации» // Консультативная психология и психотерапия Том 24 № 4, 97–125. doi:10.17759/cpp.2016240405.

## **Влияние систематических занятий физическими упражнениями различной продолжительности на функциональное состояние детей 5-6 лет<sup>1</sup>**

*И.А. Криволапчук<sup>1</sup>, М.Б. Чернова<sup>1</sup>, С.А. Кесель<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»,*

*Гродно, Беларусь*

*i.krivolapchuk@mail.ru*

*Ключевые слова: информатизация, функциональное состояние, двигательная подготовленность.*

Известно, что функциональный эффект систематических занятий физическими упражнениями в значительной степени зависит от продолжительности, интенсивности и частоты применения физических нагрузок различной направленности (Швелнус, 2012, Платонов, 2019). Исследования, ориентированные на оценку воздействия каждого из этих параметров физических упражнений на физиологические, психологические и поведенческие аспекты функционального состояния (ФС) детей дошкольного возраста, не проводились. Определение оптимальной продолжительности нагрузки является необходимым условием высокой эффективности занятий физическими упражнениями. Допустимый объем нагрузки определяется прежде всего уровнем работоспособности занимающихся. Чем выше работоспособность, тем больше допустимая продолжительность занятия при заданной средней интенсивности работы. На основе анализа зависимости «доза-эффект» различают 5 основных типов взаимосвязи между изменениями ФС и объемом физической нагрузки. В начальной стадии адаптации эта зависимость характеризуется экспоненциально возрастающей кривой, по мере увеличения объема она приобретает вид прямой линии, когда объем нагрузки приближается к предельным значениям, зависимость «доза-эффект» адекватно описывается экспонентой с «насыщением», в условиях предельных нагрузок взаимосвязь рассматриваемых переменных сначала приобретает вид параболы, а затем – экспоненты с «понижением» (Волков и Олейников 2011). В оздоровительной тренировке зависимость «доза-эффект» характеризуется первыми двумя типами взаимосвязи ФС и величины нагрузки, а объем работы находится в диапазоне эффективных значе-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-013-00127).

ний, стимулирующих пропорциональные позитивные изменения ФС, весьма далекие от индивидуального предела адаптации.

Цель исследования – оценить влияние фактора продолжительности физических упражнений на ФС детей 5-6 лет.

В исследовании приняли участие практически здоровые школьники 5-6 лет ( $n = 106$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

Для реализации задач исследования были сформированы 4 рандомизированные группы. Педагогическое воздействие осуществлялось в виде комплексов физических упражнений, выполняемых в течение 18 минут в основной части занятия по физической культуре. Отдельные упражнения подбирались в комплекс таким образом, чтобы средняя интенсивность нагрузки в нём составляла 70-80 % максимального пульсового резерва (МПР). При этом в экспериментальных группах использовались нагрузки одинаковой интенсивности, но разной продолжительности. В ЭГ I экспериментальная нагрузка высокой интенсивности составила – 36 мин, в ЭГ II – 90 мин., ЭГ III – 180 мин в неделю. В контрольной группе (КГ) средняя интенсивность нагрузки составляла 40-50 % МПР, а ее продолжительность – 36 мин.

Перед началом и после завершения эксперимента в состоянии спокойного бодрствования и при тестовых когнитивных нагрузках регистрировали сердечный ритм и артериальное давление крови, оценивали настроение и ситуативную тревожность, определяли скорость и продуктивность выполнения когнитивных заданий. На основе этих измерений определяли показатели вегетативного баланса и психофизиологической цены деятельности. Для оценки физической работоспособности использовали комплекс эргометрических, функциональных и моторных тестов, характеризующих аэробные, анаэробные гликолитические и анаэробные алактатные возможности организма и связанные с ними двигательные способности.

Когнитивная нагрузка задавалась посредством использования обоснованной нами ранее модели информационной нагрузки, базирующейся на использовании фигурных таблиц. Обследование осуществлялось в состоянии покоя, а также при выполнении тестовых когнитивных заданий с комфортной – автотемп и предельно высокой скоростью – максимальный темп (Криволапчук и Чернова 2020).

На основе проведенных измерений рассчитывали показатель среднего темпа прироста результатов и коэффициент эффективности тренирующих воздействий, равный величине среднего темпа прироста результатов, нормированного по аналогичному показателю для контрольной группы. Эти интегральные критерии определялись применительно к 70 показателям общего ФС (ОФС), 30 показателям вегетативного обеспечения когнитивной деятельности (ВО), 16 показателям эффективности когнитивной дея-

тельности (ЭД), 21 показателю физической работоспособности (ФР) и двигательной подготовленности. Подробно методика исследования описана в наших предыдущих работах (Криволапчук и др. 2020).

Анализ полученных данных показал, что в КГ изменения рассматриваемых интегральных параметров ФС носили статистически несущественный характер, тогда как в ЭГ1, ЭГП, ЭГШ эти изменения в подавляющем большинстве случаев были статистически значимы ( $p < 0,05-0,001$ ). Установлено, что средний темп прироста значений 70 рассматриваемых показателей ФС связан с недельным объемом физической нагрузки высокой интенсивности.

Важно отметить, что четко проявилась связь изменений изучаемых интегральных показателей ФС с объемом используемых нагрузок, при этом динамика ОФС и ФР, характеризовалась прямой зависимостью от продолжительности работы, а изменения ВО и ЭД носили нелинейный характер. В последнем случае максимальные сдвиги ФС наблюдались при «большом» объеме воздействия высокой интенсивности (ЭГП), тогда как при «повышенном» объеме (ЭГШ) темпы приростов рассматриваемых параметров несколько снижались. Результаты исследования показывают, что отдельные показатели ФС в долговременном аспекте изменяются наиболее существенно при использовании «непредельного» объема физической работы высокой интенсивности. При этом один и тот же объем тренировочного воздействия может быть оптимальным для изменения одних показателей и менее оптимальным для динамики других.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют сделать заключение, что у дошкольников 5-6 лет с повышением объема работы тренирующего характера от 36 до 90 мин в неделю отмечается значительное улучшение ФС. Однако дальнейшее повышение нагрузки до 180 мин в неделю сопровождается либо тенденцией линейного увеличения приростов рассматриваемых показателей ФС, либо уменьшения их абсолютной величины.

#### *Список литературы*

1. Швеллнус М. 2011. Олимпийское руководство по спортивной медицине. М.: Практика, 672.
2. Платонов В.Н. 2019. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Монография. М.: Спорт, 656.
3. Волков Н.И., Олейников В.И. 2011. Биоэнергетика спорта: Монография. М.: Советский спорт, 160.
4. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. 2020. Функциональное состояние детей старшего дошкольного возраста и первоклассников при выполнении информационной нагрузки различной степени напряженности. Экология человека. № 3. 31-40.

5. Криволапчук И.А., Чернова М.Б., Герасимова А.А. 2020. Влияние систематических занятий упражнениями различной интенсивности на функциональное состояние детей 5-6 и 6-7 лет при напряженных когнитивных нагрузках. *Human. Sport. Medicine* 2. 71-79.

## **Влияние краниального облучения высокоэнергетическими протонами на зрительно-моторное поведение обезьян<sup>1</sup>**

*Л.В. Терещенко<sup>1</sup>, Л.А. Васильева<sup>2</sup>, И.Д. Шамсиев<sup>1,2</sup>, И.В. Бондарь<sup>2</sup>,  
Е.А. Красавин<sup>3</sup>, А.В. Латанов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова», биологический факультет,  
кафедра высшей нервной деятельности, Москва, Россия  
<sup>2</sup>ФГБУН «Институт высшей нервной деятельности  
и нейрофизиологии РАН», Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна  
(Московская обл.), Россия  
lter@mail.ru*

Ключевые слова: *ионизирующая радиация, протоны, обезьяны, инструментальный рефлекс, саккады.*

Радиационные воздействия галактических космических лучей (ГКЛ) в дальних космических полетах с высокой вероятностью могут вызвать ранние поражения ЦНС космонавтов, обуславливающие потенциальные нарушения перцептивных, интегративных и исполнительных процессов (Григорьев и др., 2017). Эти процессы составляют основу операторской деятельности человека, в обеспечении которой ведущая роль принадлежит зрительной системе вместе с глазодвигательной и экстрапирамидной. Эти системы среди млекопитающих достигли наивысшего развития у приматов, поэтому нарушения зрительно-моторного поведения (включающего движения глаз) в результате радиационных поражений, необходимо исследовать на обезьянах. В составе ГКЛ доминируют протоны (92 %), поэтому мы исследовали влияние протонной радиации на поведение обезьян, имитирующее ключевые компоненты операторской деятельности.

Эксперименты выполнены на трех обезьянах (*Macaca mulatta*), у которых исследована эффективность выполнения зрительно-моторной задачи (инструментального рефлекса), включающей совершение зрительно вы-

---

<sup>1</sup> Грант РФФИ № 17-29-01027 офи\_м.

званных саккад к стимулам разного эксцентриситета (34 позиции) и инструментальных реакций рукой. Стимулы предъявляли в широком участке поля зрения животных (53 x 37 град.) с целью исследования временных параметров саккад разных амплитуд (Бондарь и др., 2018). Обезьяны участвовали в экспериментах длительное время (несколько месяцев), включая период адаптации и обучения. Экспериментальные сессии проводили каждые 2-3 дня, пока доли условнорефлекторных ответов не достигали относительно стабильного уровня, после чего обезьян облучали протонами (170 МэВ, 3 Гр). Облучение проводили на базе Медикотехнического комплекса ЛЯП ОИЯИ (г. Дубна, Московской обл.). Двум обезьянам (O1 и O2) облучали голову целиком, у одной (O3) облучали только теменную кору по технологии трехмерной конформной лучевой терапии с целью выявления эффектов ее радиационного повреждения на выполнение зрительно вызванных саккад (Бондарь и др., 2020).

Доли корректных инструментальных реакций в течение референтного периода (2-3 недели до облучения) составляли в среднем 83 (O1), 85 (O2) и 75 % (O3). В течение трех месяцев после облучения этот показатель монотонно увеличивался и составлял в среднем 86 (O1), 92 (O2) и 81 % (O3). Таким образом, эффективность условнорефлекторной деятельности у обезьян незначительно возрастала, что объясняется длительным опытом регулярных инструментальных тренировок.

Временные характеристики движений глаз и рук являются ключевыми для обеспечения успешной зрительно опосредованной операторской деятельности у человека, включающей перцептивные, интегративные и исполнительные процессы. В связи с этим мы исследовали латентные периоды саккад (ЛПС) и корректных реакций рукой (ЛПр) до и в течение трех месяцев после облучения протонами.

Уровни ЛПр в референтный период у разных обезьян значительно варьировали и составляли в среднем 310 (O1), 510 (O2) и 360 мс (O3), что объясняется индивидуальными особенностями темперамента животных. После облучения ЛПр увеличивались через разный интервал времени до 350 (45-й день), 560 (7-й день) и 400 мс (45-й день) для обезьян O1, O2 и O3, соответственно.

Уровни ЛПС в референтный период у разных обезьян незначительно различались и составляли в среднем 210 (O1), 195 (O2) и 190 мс (O3). После облучения у двух обезьян ЛПС незначительно увеличивались через 30 дней до 230 (O1) и 220 мс (O3), и такое увеличение продолжалось до 90-го дня наблюдений. У O2 подобного увеличения ЛПС не отмечалось. Увеличение ЛПр и ЛПС имело сходную динамику в период 30-90 дней после облучения.

Полученные данные свидетельствуют об относительной устойчивости системных механизмов, обеспечивающих условнорефлекторное инстру-

ментальное поведение к радиационному воздействию протонами. Однако увеличение ЛПр (у всех обезьян) и ЛПс (у двух обезьян), предположительно, связаны с нарушениями функционирования систем внимания и исполнительного контроля, необходимых для обеспечения высокоточных временных характеристик движений глаз и рук. Аналогичные результаты получены нами у обезьян при МФТП-индуцированном паркинсоноподобном синдроме (Терещенко и Латанов, 2018), что указывает на общность механизмов выявленных двигательных нарушений при токсических экстрапирамидных дисфункциях и радиационных поражениях ЦНС. Выявленные двигательные эффекты протонного облучения, предположительно, можно транслировать на операторскую деятельность человека при радиационных воздействиях в дальнем космосе.

#### *Список литературы*

1. Бондарь И.В., Васильева Л.Н., Терещенко Л.В., Буйневич А.В., Латанов А.В. 2018. Обучение макак-резусов сложным когнитивным задачам // Журн. высш. нервн. деят. им. И.П. Павлова, 68(4), 459-476.
2. Бондарь И.В., Васильева Л.Н., Терещенко Л.В., Шамсиев И.Д., Анисимов В.Н., Мицын Г.В., Латанов А.В. 2020. Экспериментальные подходы к подготовке и проведению изучения эффектов облучения на когнитивные функции низших приматов // Радиационная биология. Радиоэкология, 60(4) (принята в печать).
3. Григорьев А.И., Красавин Е.А., Островский М.А. 2017. К вопросу о «радиационном барьере» при пилотируемых межпланетных полетах // Вестник Российской Академии наук, 87(1), 65-69.
4. Терещенко Л.В., Латанов А.В. 2018. Нарушения зрительно-моторных функций при развитии МФТП-индуцированного паркинсоноподобного синдрома у обезьян // Журн. высш. нервн. деят. им. И.П. Павлова, 68(4), 496-513.

## Кросс-культурное сравнение стратегий визуального сканирования и когнитивной обработки в задаче лексического поиска<sup>1</sup>

*М.Д. Рабесон, А.И. Измалкова, И.В. Блиникова*  
*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*  
*(Москва, Россия)*  
*maria.rabeson@gmail.com*

Ключевые слова: *когнитивная обработка вербальной информации, движения глаз, зрительный семантический поиск, лингвистический опыт, система письменности.*

Изучение влияния культурных и лингвистических факторов на познавательную деятельность субъекта становится все более актуальным (Nisbett et al., 2003). Ранее было показано, что система письма (буквенная или иероглифическая) и направление чтения влияют на стратегии когнитивной обработки (Reilly, Radach, 2012). В данном исследовании мы сравнили показатели движения глаз русских, японских и китайских студентов при решении задачи поиска значимых английских слов среди хаотично расположенных букв латинского алфавита. Проверялось предположение о том, что лингвистический опыт (родной язык и система письменности, которая в нем распространена) оказывает влияние на стратегии визуального сканирования и особенности когнитивной обработки вербального материала.

**Методика.** В исследовании приняли участие 64 респондента (43 девушки и 21 молодой человек), 22 человека вошли в российскую выборку, 20 человек – в японскую выборку, 22 человека – в китайскую выборку. Средний возраст испытуемых составил 19, 20 и 23 года, соответственно. Студенты продемонстрировали сходный уровень владения английским языком (проводилось тестирование вербальной англоязычной компетенции – Word Associates Test). Испытуемым для анализа предъявлялись 18 буквенных матриц 15\*15. Процедура разработки стимульного материала включала рандомизацию букв латинского алфавита внутри каждой матрицы в соответствии с частотностью использования букв в английском языке. В сформированные таким образом матрицы вносили по 10 слов длиной от 4 до 9 букв, которые могли быть расположены вертикально или горизонтально. Каждая из матриц предъявлялась на экране монитора в течение 40 с, между предъявлениями демонстрировалась точка калибровки. Задача испытуемых

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ (Проект № 20-013-00674).

состояла в обнаружении слова и выделении его посредством нажатия клавиши компьютерной мышки. Показатели движения глаз регистрировались системой «SMI Gaze & Eye-tracking System» (SMIRED 250Hz). Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета SPSS. Данные 475 проб были дополнительно проанализированы по параметрам саккадических углов и смены направления саккад.

**Результаты и обсуждение. Результаты распознавания слов.** Общее количество найденных слов и количество найденных горизонтально расположенных слов значительно отличается в трех языковых группах ( $F(2,124) = 15.4$ ,  $p < 0.01$ ;  $F(2,124) = 14.9$ ,  $p < 0.01$ , соответственно). По этому показателю российские студенты превосходили японских и китайских испытуемых. Поскольку уровень знания языка во всех группах был приблизительно одинаковым, такие результаты могут объясняться только тем, что сама задача была более простой для носителей русского языка. Освоение буквенной письменности предполагает формирования навыка поэлементного собирания слов, который был ключевым в решении экспериментальной задачи; а освоение иероглифического письма не предполагает развития подобных когнитивных умений. Возможно, именно поэтому китайские и японские студенты менее искусны в построении буквенных цепочек и оценке их лексической состоятельности. Количество найденных вертикально расположенных слов отличается на уровне ( $F(2,124) = 4.6$ ,  $p < 0.05$ ). В этом показателе японские студенты превосходили и российских, и китайских испытуемых. Это, возможно, объясняется тем, что в японской письменности чтение происходит по вертикальным направляющим.

**Паттерны сканирования.** Дисперсионный анализ параметра смены направления движений глаз в процессе поиска показал, что студенты японской группы чаще других сменяют направления саккад в диапазоне  $90-135^\circ$  ( $F(2,473) = 17.02$ ,  $p < 0.001$ ). Таким образом, для этой группы испытуемых наиболее характерны переключения саккадических направлений с вертикальной ориентации на горизонтальную и наоборот. Участники группы русских студентов значительно чаще демонстрируют поступательные саккады в диапазоне  $0-45^\circ$  ( $F(2,473) = 12.58$ ,  $p < 0.001$ ). Представители группы китайских студентов демонстрируют тенденцию к наименьшему количеству возвратных саккад в диапазоне  $135-180^\circ$ . Возможно, это обусловлено логографическим письмом китайского языка, где каждая единица трактуется однозначно и необходимость возвратов снижается, в отличие от японской письменности, где иероглифы используются наряду со слоговым письмом. Вместе с этим, анализ ориентации направлений саккад в пространстве показал, что японские студенты значительно чаще прибегают к вертикальным саккадическим направлениям при поиске слов. Смена в вертикальном направлении наиболее характерна в этой группе, что может быть

связано с особенностями японской письменности, где вертикально-ориентированное письмо считается приоритетным, в отличие от китайской иероглифической письменности и русского алфавита.

**Характер когнитивной обработки.** Одной из значимых характеристик когнитивной обработки является соотношение длительности фиксаций и амплитуды саккад в паттернах движений глаз (Velichkovsky et al., 2005). По обоим этим параметрам были установлены значимые различия между группами ( $F(2, 1114) = 85.66, p < 0.01$ ;  $F(2, 1114) = 42, p < 0.01$ , соответственно). При этом для российской выборки были характерны высокие показатели средней длительности фиксаций ( $m = 239,5$  мс) и низкие показатели амплитуды саккад ( $m = 4,1^\circ$ ), а для японской выборки регистрировалась прямо противоположная тенденция: более низкие показатели средней длительности фиксаций ( $m = 201,6$  мс) и более высокие показатели амплитуды саккад ( $m = 10,3^\circ$ ). Показатели китайских студентов занимали промежуточное положение. Это говорит о том, что российские испытуемые использовали способ когнитивной обработки, опирающийся на фокальное внимание. В то время как носители японского языка применяли более поверхностный и скользящий тип обработки. Подобные результаты могут также детерминироваться особенностями письменности родного языка испытуемых.

**Заключение.** Таким образом, анализ результативности, направления саккад и характера когнитивной обработки материала при решении задачи поиска лексических единиц показывает, что система письменности родного языка оказывает влияние на параметры обработки визуальных вербальных стимулов. Базовые характеристики перцептивного анализа связаны с ранним лингвистическим опытом и встроены в архитектуру других познавательных процессов.

#### *Список литературы*

1. Nisbett, R.E., Peng, K., Choi, I., Norenzayan, A. 2001. Culture and systems of thought: Holistic versus analytic cognition. *Psychological Review*, 108, 291-310.
2. Reilly, R., Radach, R. 2012. The dynamics of reading in non-Roman writing systems: A reading and writing special issue. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 25 (5), 935–950.
3. Velichkovsky, B.M., Joos, M., Helmert, J.R., Pannasch, S. 2005. Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception. In *Proceedings of the XXVII conference of the cognitive science society* (p. 2283-2288).

**The spectrum of refrains of the fundamental sociality problem –  
from dilemma of the politician included in sociocultural community  
to the dilemma of the subject of self-isolation  
in COVID-19 pandemic**

*D.V. Reut<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow State Pedagogical University,  
National Research Nuclear University «MEPHI»  
dmreut@gmail.com*

Keywords: *post-pragmatic strategy, cultural unit, game theory, reflexive tools, large-scale system, «third batch».*

Game theory contains a fundamental problem known as Prisoner's dilemma. Its classic wording is well known (Axelrod and Hamilton, 1981). The dilemma is to be solved by two alleged perpetrators independently. Each of them may or may not testify against the partner. If both give such testimony, both will receive an average punishment. If both do not testify, every of them will receive a minimum penalty. If one testifies and the other does not, the first will be released and the second will receive the maximum term. Thus by making «rational» decisions separately, together they implement a non-optimal solution.

The specified problem is transdisciplinary. In politics, it is known as the security dilemma (Booth, Wheeler, 2007). Guided by it, policy makers increase military budgets. This requires their geostrategic opponents to take similar measures. A vicious circle of security and weapons accumulation appears (Herz, 1950:165). Reflexive tools provide policymakers with additional decision-making capabilities (Lefebvre, 1982:215-220). Since the end of the last century the situation has been aggravated by the concern for cybersecurity (Buchanan, 2017).

The fact that the effectiveness of an activity's subject actions depends on the actions of other subjects is an invariant of human existence. For most species a similar «social» invariant (as applied to behavior) is realized by natural selection at the population level in «long» (evolutionary) time. The presence of cognitive abilities, including reflexive ones allows a person in «rapid» time (under capitalism – «market» time) to select «best» practices. The problem is that the estimates of «best» and «effective» from the viewpoint of an individual and of a number of hierarchically organized social communities do not coincide. Human can try to counteract the increasing aggressiveness of the environment by correcting his own stereotypes, got by understanding the structure of his own mental structures.

To build the appropriate instrumentation, we will use the concept of complex thinking (from complex to simple) and the system representations of E. Moren (Morin, 1981). This author proposes an interpretation of human including the focus of a single human hypostasis and the focus of a multiple human hypostasis (See Fig. 1). These focuses are covered by a recursive coupling loop defining ways of their mutual continuous (simultaneous) constitution.

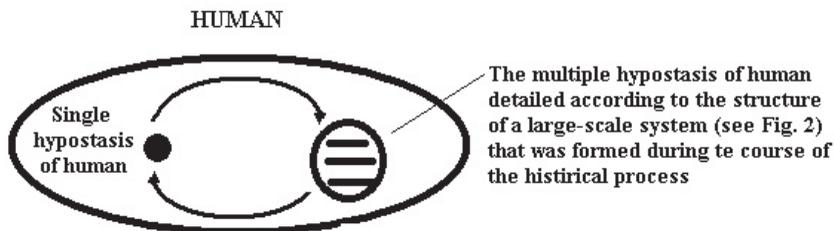


Fig. 1. The structure of the human being as a two-focus system

We believe the multiple hypostasis of human to be a large-scale system in the interpretation of the monography (Reut, 2013:25 – 27). The Global system is the limit of subsystems "drawn on one another" (V.A. Lefevre's term) (See Fig.2). Each class of subsystems is in continuous (simultaneous) interaction with the single hypostasis of human shown in Fig. 1.

In up-to-date world the predominant influence on subsystems of larger (located above in Fig. 2) classes is provided by human biological subsystem focused on competition and aggression. As this setting persists for human «country-level» communities (cultural units), the most part of their resources is constrained by political confrontations. Therefore, when a «third batch» suddenly appears on the geopolitical bridgehead, such as a pandemic of coronavirus, which arose naturally or broke out of laboratories for natural or other reasons, the main players (administrators of cultural units) have insufficient resources to stop the situation.

A citizen who is called upon to carry out a self-isolation regime is forced to solve a personal problem similar to Prisoner's dilemma. His efforts will only be effective if the vast majority of society is disciplined. Now any person in the World is involved in solving this problem.

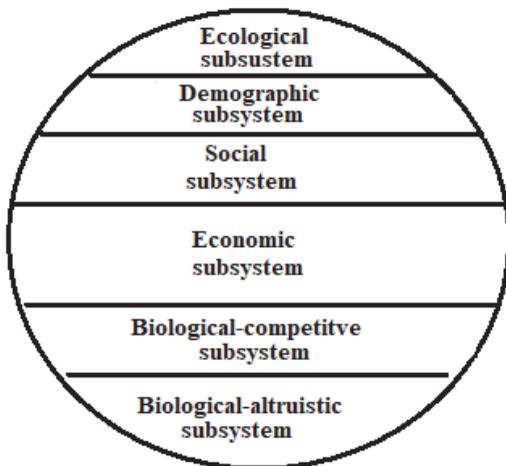


Fig. 2. Conditional representation of the Global System as a collection of multiple subsystem classes «drawn on one another»

We believe that it is necessary to direct the efforts of strategists towards the transition to non-aggressive post-pragmatic strategies of cultural units. Such strategies are dictated by a human biological subsystem focused on altruism. It is more ancient than a subsystem of competition and aggression. Despite this or as a result of this non-aggressive strategy is more effective in «long» (evolutionary) time.

#### *References*

1. Axelrod R., Hamilton W.D. 1981. The Evolution of Cooperation. Science, New Series, Vol. 211, No. 4489 (Mar. 27, 1981), p. 1390–1396.
2. Booth K., Wheeler N. 2007. The Security Dilemma: Fear, Cooperation and Trust in World Politics. Palgrave.
3. Herz J.H. 1950. Idealist Internationalism and the Security Dilemma. World Politics. V. 2, Issue 2. C. 157–180.
4. Lefebvre V.A. 1982. Algebra of Conscience. Dordrecht: Reidel.
5. Buchanan B. 2017. The Cybersecurity Dilemma. Oxford Scholarship Online. 2017-06-22.
6. Morin E. 1981. La Methode. La nature de la nature. Editions du Seuil.
7. Реут Д.В. 2013. Крупномасштабные системы: управление, методология, контроллинг. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана.

## Влияние слуховой высокочастотной стимуляции на обработку звуковых стимулов в мозге<sup>1</sup>

Г.А. Согоян<sup>1,2</sup>, Д.Ф. Клеева<sup>1,2</sup>, К.С. Смирнов<sup>1,3</sup>,

А.Б. Ребрейкина<sup>1,3</sup>, О.В. Сысоева<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>НТУ «Сириус» (Россия, Сочи)

<sup>2</sup>НИУ ВШЭ (Россия, Москва)

<sup>3</sup>ИВНД РАН (Россия, Москва)

gsogoyan98@gmail.com

Ключевые слова: *пассивное обучение, пластичность, вызванный потенциал, долговременная потенциация, N1, MMN, звуковая высокочастотная стимуляция.*

Обучение дифференциации звуков вызывает изменения реакции слуховой системы. Интересно, что это происходит не только после произвольной тренировки различению звуков. После воздействия повторяющейся высокочастотной сенсорной стимуляции также было выявлено лучшее различение стимулов, а также нейрофизиологические изменения. Такая стимуляция вызывает эффект, схожий с долговременной потенциацией (LTP), интенсивно изучавшейся на животных, и, таким образом, позволяет изучать долговременную потенциацию у людей, оценивая ее с помощью ЭЭГ (Clapp et al. 2012, Kompus and Westerhausen 2018). Выявленная возможность изменений активности мозга после такой LTP-подобной стимуляции у людей открывает перспективы сопоставления эффектов долговременной потенциации на клеточном уровне и на уровне активности целостного мозга. Малое количество работ, посвященных исследованию этих эффектов на людях, делают актуальным дополнительные исследования влияния такой стимуляции на последующую обработку стимулов.

В исследовании приняли участие 20 взрослых человек (18-35 лет). ЭЭГ регистрировалось от 32 каналов на энцефалографе «Neurotravel», с объединенными ушными референтами. Стимулы представлялись с использованием «Одд-болл» парадигмы. Испытуемым через наушники предъявлялся стандартный синусоидальный тон (1000 Гц, вероятность 90 %, продолжительностью 50 мс), чередующийся с двумя девиантными синусоидальными тонами (девиант 1-1020 Гц, вероятность 5 % и девиант 2-980 Гц, вероятность 5 %), межстимульный интервал 400 мс. Всего предъявлялось 150 девиантных стимулов каждого типа. Уровень громкости 85 дБ. Исследование состояло из 4-х серий: 1. контрольный «Одд-болл»,

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-313-51039.

10 мин; 2. Высокочастотная стимуляция звуком (модуляция частотой 26 Гц, 1020 Гц чистого тона – 3 мин), 85 dB, которая предположительно должна вызывать долговременную потенциацию (LTP); 3. «Одд-болл» после стимуляции (сразу после LTP, 10 мин); 4. Долговременный эффект – «Одд-болл» через 7-34 дня. Во время исследования испытуемые смотрели беззвучный фильм.

Обработка ЭЭГ осуществлялась с MNE Python. Вызванные потенциалы (ВП) усредняли отдельно для каждого типа стимулов (стандарт, девиант 1, девиант 2) каждой серии. Анализировали среднюю амплитуду компонента N1 в интервале от 70 до 130 мс и MMN в интервале от 100 до 300 мс в отведении Fz, где данные компоненты максимально выражены, что соответствует дипольному источнику в слуховой коре. Для статистического анализа использовался дисперсионный анализ для повторных измерений (repeated measures ANOVA), где в качестве фактора условия выступали серии (уровень 1 – контроль до LTP, уровень 2 – после LTP и уровень 3 – серия через несколько дней после LTP), а переменными по отдельности выступали амплитуда N1 для стандартного и двух девиантных стимулов, а также измерения разностной волны MMN, полученной путем вычитания ВП на каждый из девиантов из ВП на стандартный стимул.

Различий негативности рассогласования (MMN) между сериями выявлено не было. Значимый эффект условия был выявлен для амплитуды компонента N1 на стандартный стимул ( $F(2; 38) = 4.78, p = 0.01$ ): постериорный анализ показал значимое снижение амплитуды компонента N1 ( $t = 3.35, p = 0.003$ ) после высокочастотной стимуляции звуком, по сравнению с контрольной серией; различия между остальными сериями не значимы ( $ps > 0.1$ ). ANOVA для девианта 2 (980Гц) оказалась незначимой ( $F(2; 38) = 2.24, p = 0.1$ ), но различия были сходны с теми, что наблюдались для стандартного стимула, а именно амплитуда N1 была меньше после стимуляции по сравнению с контролем ( $t = 2.26, p = 0.03$ ). Амплитуда компонента N1 на девиант 1 (1020Гц) не изменялась между сериями ( $F(2; 38) = 0.02, p = 0.97$ ). Для всех стимулов амплитуда N1 не различалась между контрольной серией и серией, проведенной через несколько дней ( $ps > 0.5$ ).

Обсуждение: Ранее было показано увеличение MMN (Kompus and Westernhausen 2018) и амплитуды N1 (Clapp et al. 2005) после высокочастотной стимуляции на соответствующий звуковой тон, тогда как компоненты ВП не изменялись на звуки тех частот, которые не использовались в стимуляции. Мы не обнаружили изменения компонента N1 на стимул, который использовался для высокочастотной стимуляции (1020 Гц), зато амплитуды компонента N1 на стимул 980 Гц и в большей степени на стандартный стимул 1000 Гц уменьшились после стимуляции. Это может быть свидетельством латерального торможения – ключевого свойства нейрональной сети. Так как слуховая кора организована тонотопически,

то «потенциация» репрезентации стимула одной частоты, приводит к торможению активации репрезентаций соседних стимулов, причем, чем ближе расположен стимул, тем торможение больше. Мы предполагаем, что этот феномен как раз и проявляется в изменении компонента N1. Ранее уменьшение N1 после высокочастотной стимуляции не было описано в научной литературе. Это может быть связано с тем, что в парадигме, наиболее близкой к нашему исследованию (Kompus, Westernhausen 2018) авторы не анализировали компонент N1, а в исследовании Clapp с коллегами (Clapp et al. 2012) перед испытуемыми ставилась задача по различению звуков, а не пассивному прослушиванию, что может накладывать дополнительный эффект осознанного научения к эффекту пассивной высокочастотной стимуляции.

Также наши данные свидетельствуют, что изменения репрезентации стимулов после высокочастотной стимуляции пропадают в течение нескольких дней после LTP. В работах на животных было показано, что эффекты LTP могут сохраняться несколько дней и даже месяцев, однако следует учитывать, что для формирования устойчивого LTP в коре требуется большое количество эпизодов стимуляции в течение нескольких дней (Abraham 2003). Наша стимуляция была кратковременной (3 мин) и не значимой для испытуемых, что делает длительное сохранение нейрофизиологических изменений, полученных в результате такого пассивного научения бессмысленным.

Таким образом, высокочастотная стимуляция ведет к быстрым нейрофизиологическим перестройкам слуховой коры, заключающимся в ослаблении мозгового ответа на стимулы, которые не участвовали в таком пассивном обучении. Так как эти изменения дальше не подкрепляются в обычной жизни, ответ слуховой коры обратно возвращается к первоначальным значениям в течение нескольких дней после исследования. Описанная парадигма может быть использована для изучения нарушений нейрональной пластичности в слуховой коре, являющейся основой проблем с освоением речи при различных неврологических и психиатрических заболеваниях.

#### *Список литературы*

1. Abraham W.C. 2003 How long will long-term potentiation last? Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 358(1432), 735-44.
2. Clapp W.C., Hamm J.P., Kirk I.J., Teyler T.J. 2012 Translating long-term potentiation from animals to humans: a novel method for noninvasive assessment of cortical plasticity. Biol. Psychiatry, 71(6), 496-502.
3. Kompus K., Westerhausen R. 2018 Increased MMN amplitude following passive perceptual learning with LTP-like rapid stimulation. Neuroscience Letter, 666, 28-31.

## **Дефицит процессов переработки информации разной модальности у младших школьников со слабостью произвольной регуляции деятельности**

*Н.В. Полиенко<sup>1</sup>, А.Р. Агрис<sup>2</sup>, М.Н. Захарова<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Коррекционно-развивающий центр «Круг», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Институт общественных наук РАНХиГС,*

*ЧОУ ДПО «Институт возрастной нейропсихологии», Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия*

*npolienko@gmail.com*

*Ключевые слова: произвольная регуляция деятельности, планирование и контроль, процессы переработки информации.*

Проблемы произвольной регуляции деятельности (с нейропсихологической точки зрения тесно связанные с состоянием функций III и I блоков мозга по А.Р. Лурии, на поведенческом уровне – соответствующие симптоматике СДВГ вне зависимости от наличия выставленного диагноза) оказывают значимое влияние на все развитие ребенка. В младшем школьном возрасте они являются наиболее часто встречающимся дефицитом у детей с трудностями в обучении и адаптации к школьным требованиям (Ахутина, Пылаева 2015). При этом в нейропсихологическом обследовании таких детей признаки слабости функций III и I блоков мозга почти всегда сочетаются с симптомами трудностей переработки информации разного типа (слабостью функций II блока мозга), что показано в многочисленных исследованиях (Агрис, 2015; Мачинская, Семенова, 2015; Сугрובה и др. 2010, Leung, 2016). Однако до настоящего времени вопрос о том, какие компоненты II блока в большей степени страдают у детей с регуляторным дефицитом, является недостаточно изученным. В этой связи **целью** данного исследования стала оценка особенностей развития процессов переработки информации разной модальности у детей младшего школьного возраста с различным уровнем сформированности произвольной регуляции деятельности.

**Испытуемые.** В первой части исследования (групповая диагностика) обследовано 103 учащихся 1 класса (возраст от 7,4 до 8,6 лет) и 89 учащихся 4 класса (возраст от 10,4 до 11,2 лет). Во второй части (индивидуальное обследование) – 36 учеников 1 класса и 34 ученика 4 класса. Исследование проводилось на базе МБОУ СОШ № 31 г. Мытищи.

**Методы исследования:** 1) Нейропсихологическое обследование на основе батареи А.Р. Лурии, модифицированной для диагностики детей 6-9 лет, которое проводилось в групповом (Камардина и др. 2011) и инди-

видуальном формате (Ахутина, 2016); 2) Оценочные шкалы синдрома дефицита внимания с гиперактивностью – версия для учителей и воспитателей детей в возрасте от 6 до 13 лет (Сухотина, Егорова, 2008) для подтверждения регуляторных дефицитов на поведенческом уровне.

**Результаты.** Было показано существование линейной связи как результатов группового и индивидуального нейропсихологического обследования ( $r_s^1 = 0,76$ ,  $p = 0,000$ ), так и результатов оценки поведения детей по опроснику и по нейропсихологическим методикам ( $r_s = 0,39$ ,  $p = 0,001$ ). У детей с низким уровнем произвольной регуляции деятельности наблюдаются дефициты процессов переработки информации различного типа. В **1 классе** дети с трудностями произвольной регуляции статистически значимо отличаются от своих сверстников группы сравнения в оценке переработки информации всех типов – *кинестетической* ( $Me_3 = 0,70$ ,  $Me_c = 0,16$ ,  $p = 0,000$ )<sup>2</sup>, *слухоречевой* ( $Me_3 = 0,69$ ,  $Me_c = 0,46$ ,  $p = 0,003$ ), *зрительной* ( $Me_3 = 0,54$ ,  $Me_c = 0,23$ ,  $p = 0,000$ ) и *зрительно-пространственной* ( $Me_3 = 0,59$ ,  $Me_c = 0,30$ ,  $p = 0,000$ ). В **4 классе** отмечаются аналогичные отличия в оценке переработки *кинестетической* ( $Me_3 = 0,47$ ,  $Me_c = 0,10$ ,  $p = 0,036$ ) и *зрительной* ( $Me_3 = 0,27$ ,  $Me_c = 0,10$ ,  $p = 0,000$ ) и менее значимые – в оценке переработки *зрительно-пространственной* ( $Me_3 = 0,33$ ,  $Me_c = 0,24$ ,  $p = 0,049$ ) информации.

Исследование также позволило выявить связь отдельных компонентов регуляторной сферы с процессами переработки информации различного типа. Дефицит процессов **планирования и контроля** и в 1, и в 4 классе статистически значимо связан с состоянием процессов переработки информации всех модальностей – *кинестетической* (1 кл.  $r_s = 0,40$ ,  $p = 0,016$ , 4 кл.  $r_s = 0,48$ ,  $p = 0,004$ ), *слухоречевой* (1 кл.  $r_s = 0,43$ ,  $p = 0,009$ , 4 кл.  $r_s = 0,45$ ,  $p = 0,008$ ), *зрительной* (1 кл.  $r_s = 0,48$ ,  $p = 0,003$ , 4 кл.  $r_s = 0,65$ ,  $p = 0,000$ ) и *зрительно-пространственной* (1 кл.  $r_s = 0,53$ ,  $p = 0,001$ , 4 кл.  $r_s = 0,44$ ,  $p = 0,009$ ) информации. В 1 и 4 классе трудности **серийной организации движений и действий** связаны с трудностями переработки *кинестетической* (1 кл.  $r_s = 0,68$ ,  $p = 0,000$ , 4 кл.  $r_s = 0,61$ ,  $p = 0,000$ ), *зрительной* (1 кл.  $r_s = 0,68$ ,  $p = 0,000$ , 4 кл.  $r_s = 0,75$ ,  $p = 0,000$ ) и *зрительно-пространственной* (1 кл.  $r_s = 0,69$ ,  $p = 0,000$ , 4 кл.  $r_s = 0,59$ ,  $p = 0,000$ ) информации, тогда как связь с переработкой слухоречевой информации в 4 классе не значима, а в 1 классе прослеживается на уровне тенденций ( $r_s = 0,31$ ,  $p = 0,070$ ). В 1 классе дефицит **энергетического обеспечения**

---

<sup>1</sup>  $r_s$  – значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена,  $p$  – точное значение критерия значимости.

<sup>2</sup>  $Me_3$  и  $Me_c$  – медианы оценок экспериментальной группы и группы сравнения соответственно,  $p$  – критерий значимости Манна-Уитни (приведены точные значения).

деятельности тесно связан с трудностями переработки *зрительно-пространственной* ( $r_s = 0,52$ ,  $p = 0,001$ ) и *зрительной* ( $r_s = 0,52$ ,  $p = 0,001$ ) информации и меньше, но также значимо – с переработкой *слуховой* ( $r_s = 0,41$ ,  $p = 0,014$ ) и *кинестетической* ( $r_s = 0,35$ ,  $p = 0,037$ ) информации, в 4 классе значимых связей нейродинамики с процессами переработки информации не отмечается.

**Вывод.** В нашем исследовании было показано, что у детей младшего школьного возраста трудности как произвольной регуляции деятельности в целом, так и отдельных компонентов регуляторной сферы часто сочетаются с дефицитом процессов переработки информации разной модальности. Это позволяет предположить, что развитие различных мозговых механизмов психической деятельности протекает в тесной взаимосвязи, характер которой меняется с возрастом. Так, активационные дефициты в 4 классе уже не обнаруживают связи с недостаточностью переработки информации, а процессы планирования и контроля не теряют своей значимости при обработке любого типа информации. Полученные данные принципиально важны для планирования эффективной системной коррекционно-развивающей работы с детьми с дефицитом регуляторной сферы.

#### *Список литературы*

1. Leung A.K.C. 2016. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder // *Advances in Pediatrics*. № 63, 255–280.
2. Агрис А.Р. 2015. Дефицит нейродинамических компонентов деятельности у детей с трудностями обучения: дис. ... канд. психол. наук. М.
3. Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. 2015. Преодоление трудностей учения: нейропсихологический подход. М.: Академия.
4. Ахутина Т.В. и др. 2016. Методы нейропсихологического обследования детей 6-9 лет. М.: В. Секачев.
5. Камардина И.О., Матвеева Е.Ю., Пылаева Н.М. 2011. Проведение групповой нейропсихологической диагностики [Электронный ресурс]. URL: <http://psyedu.ru/journal/2011/4/2560.phtml> (дата обращения: 30.01.2019).
6. Семенова О.А., Мачинская Р.И. 2015. Влияние функционального состояния регуляторных систем мозга на эффективность произвольной организации когнитивной деятельности у детей. // *Физиология человека*. № 5 (41), 28.
7. Сугрובה Г.А., Семенова О.А., Мачинская Р.И. 2010. Особенности регуляторных и информационных компонентов познавательной деятельности у детей 7-8 лет с признаками СДВГ // *Экология человека*. № 11, 19–27.
8. Сухотина Н.К., Егорова Т.И. 2008. Оценочные шкалы синдрома дефицита внимания с гиперактивностью // *Социальная и клиническая психиатрия*. № 4 (18), 15–21.

## Viewpoint and reference in kinetic channels of communication

A.A. Evdokimova<sup>1</sup>, Yu.V. Nikolaeva<sup>3</sup>, E.V. Budennaya<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Higher School of Economics, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
arochka@gmail.com

Keywords: *reference, referential choice, hand gestures, head movements, multimodal communication, RUPEX.*

We have tested how referential expressions (full NPs/ personal pronouns/ zero forms), grammatical role and gestural viewpoint (character/observer) interact with speaker's manual and cephalic gestures. For cephalic channel, a new annotation scheme is proposed. The study is based on the video session #22 (total length of about 55 minutes) from the RUPEX multimodal corpus (Kibrik, Fedorova 2018, online version at <https://multidiscourse.ru/corpus/?en=1>).

**Manual channel.** All representational hand gestures (Kita 2000) were annotated considering the speaker's perspective.

OVPT (observer viewpoint) was chosen, when the speaker's gestures were performed as movements of a bystander looking at the scene, see Ex. 1

(1) *Kogda on mezhdu derevjami hodit*

'When he walks between the trees'

(the speaker's hand shows erratic movement of the protagonist)

CVPT gestures occur when the speaker acted as the character of the story (see examples (2) and (3)).

It was usually considered that CVPT is related to transitive verbs (McNeill 1992; Parill 2009), although in Russian it seems to be different: CVPT gestures often accompany not only transitive but other verbal constructions as well, such as comitative, see Ex. (2).

(2) *On edet na velosipede so svoej korzinoj*

'He is riding with the basket on his bike'

(the gesturer stands for the character and the gesture shows the basket handles being held by the boy riding the bicycle)

(3) *Devočka s temnymi kosami*

'A girl with dark braids'

(the gesturer stands for the girl and the gesture shows the braids lying on the girl's shoulders)

In addition, not only the subject of the clause correlates to the character presented by the speaker in his or her gestures: Russian possessive constructions are expressed through the genitive case for the possessor who is shown as an actor in the speaker's gestures.

**Cephalic channel.** Annotation of CVPT and OVPT in the cephalic channel was realized as follows. First, the type of the cephalic gesture was considered. For depictive gestures presenting actions of the characters and descriptions of referents the approach is similar to the one in manual channel: if the speaker depicts the movements of a character's head in the scene, the gesture was marked as CVPT. For other types of gestures, we took into account the head position and the visibility range (Grishina 2017: 129). Changing visibility position performs deictic and pragmatic functions, so the gesture is regarded as OVPT. If the visibility range does not change, the perspective of head gesture depends on synchronization with hand movements: if rhythm, direction and meaning of the head gesture or gesture chain is coordinated with manual gesture, its viewpoint coincides with the one of the hands. Otherwise, it is considered to be OVPT because of additional pragmatic meaning of the head gesture.

Taking the example (3), in manual channel there is a CVPT-gesture. At the beginning of the word *devočka* and before the manual gesture starts there is a pointing gesture down (towards the arms) by the head, as it attracts the listener's attention to the speaker's arms. With the beginning of the manual gesture the corpus and the head go back and the visibility range widens. According to our algorithm, the excerpt in cephalic channel is marked as OVPT.

**Interaction of manual and cephalic channels.** The analysis revealed that CVPT head gestures are usually covered by CVPT hand gestures (27 out of 33 occurrences,  $\chi$ -square, p-value < 0.01). However, due to their shorter duration and additional pragmatic meaning, they are distributed within different parts of the clause aligned with manual CVPT gestures.

First, cephalic CVPT are often aligned with direct objects (*on berēt vsju korzinu* 'he takes the entire basket'), and subjects in the postposition to the verb (*u nego solomennaja šljapa* 'he has a straw hat'). Both types of constituents express new information and are usually marked by inanimate full NPs rather than by personal pronouns. Thus, previously discussed (Du Bois 1987; Debreslioska 2017 et al.) idea of CVPT gesture alignment with direct objects holds true not only for manual but for cephalic channel as well. However, the information status of the expression is more significant in alignment with gestures than the grammatical role on its own, as was demonstrated by Russian VS constructions.

Second, CVPT head gestures can be aligned with possessive constructions expressed by genitive prepositional phrases (*u nego takaja bandana* 'he has such a bandana'). These expressions refer to animated protagonists of the story, mainly when the speaker describes them. In addition, CVPT head gestures are used where the meaningful participation of the head, for example, to depict a bandana, is necessary.

The results of the study contribute to the investigations of kinetic behavior choice, expanding it into referential perspective and specifying cephalic gestures.

#### *References*

1. Kita, S. 2000. How representational gestures help speaking. In: McNeill, David (Ed.), *Language and gesture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, Cambridge, 162–185.
2. McNeill, D. 1992. *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
3. Debreslioska, S., Ozyurek, A., Gullberg, M., & Perniss, P. 2013. Gestural viewpoint signals referent accessibility. *Discourse Processes*, 50(7), 431–456.
4. Du Bois, J. W. 1987. The discourse basis of ergativity. *Language*, 63, 805–855.
5. Kibrik, A., Fedorova, O. 2018. An empirical study of multichannel communication: Russian Pear Chats and Stories. *Psychology Journal of the Higher School of Economics* 15(2), 191–200.
6. Grishina E.A. 2017. *Russkaya zhestikulyaciya s lingvisticheskoy tochki zreniya*. (Korpusnye issledovaniya). Moscow.
7. Parrill, F. 2009. Dual viewpoint gestures. *Gesture*, 9, 271–289.

### **Функциональные связи в головном мозге при восприятии речевых сбоев<sup>1</sup>**

*Е.В. Печенкова<sup>1</sup>, А.Д. Румишская<sup>2</sup>, И.С. Лебедева<sup>3</sup>, Я.Р. Паникратова<sup>3</sup>,  
К.В. Смирнова<sup>4</sup>, Н.А. Коротаев<sup>5</sup>, О.В. Федорова<sup>4</sup>, В.Е. Синецын<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Городская клиническая больница им. Л.В. Давыдовского, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Научный центр психического здоровья, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

*<sup>5</sup>Российский государственный гуманитарный университет,*

*Москва, Россия*

*evp@virtualcoglab.org*

*Ключевые слова: речевые сбои, корпусные исследования, фМРТ, функциональные связи, теменная кора.*

**Введение.** Речевые сбои являются важной составляющей естественной речи и, предположительно, могут играть роль сигналов, регулирующих поток коммуникации. Например, пауза хезитации, когда говорящий колеблет-

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано комплексным грантом РФФИ КОМФИ № 18-00-01598 с подпроектами 18-00-01592 и 18-00-01485.

ся при выборе подходящего слова, может сигнализировать о том, что он ожидает помощи от слушателей. О мозговых механизмах, стоящих за порождением и восприятием речевых сбоев, в отличие от плавной речи, известно крайне мало. С помощью функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) было проведено только одно исследование порождения речевых сбоев (Kircher et al., 2004), которое показало, что паузы, возникающие внутри клаузы, сопровождаются повышенной активацией в районе левого височно-теменного стыка. Что касается восприятия речевых сбоев, то Эклунд и Ингвар (Eklund and Ingvar, 2016) на материале шведского языка показали, что как для заполненных, так и для незаполненных пауз хезитации характерна активация в первичной слуховой коре и моторных компонентах речевой сети, при этом при восприятии заполненных пауз по сравнению с незаполненными более выражена активация в дополнительной моторной коре. Наше недавнее исследование на материале русского языка (Smirnova et al., 2020) частично воспроизвело результаты Эклунда и Ингвара. Мы использовали четыре типа речевых сбоев, которые встречались изолированно или образовывали кластеры: незаполненные и заполненные паузы хезитации, удлинения фонемы и самоисправления. Для незаполненных пауз хезитации, самоисправлений и трех типов кластеров речевых сбоев по сравнению с плавной речью была обнаружена дополнительная активация в экстрастриарной зрительной коре, слуховой коре и височных областях коры, связанных с обработкой речи, а также в островке. Продолжением этого проекта выступает данная работа, посвященная изменениям функциональных связей в головном мозге при восприятии слушающим речевых сбоев по сравнению с плавной речью.

**Методы.** Исследование было одобрено Межвузовским комитетом по этике г. Москвы. Испытуемыми выступили 30 праворуких добровольцев из академического сообщества Москвы (12 мужчин и 18 женщин, средний возраст  $25 \pm 5$ ). Все они были носителями русского языка, сообщили об отсутствии неврологических или психиатрических заболеваний и не имели противопоказаний к МРТ. В качестве стимульного материала выступали фрагменты из корпуса «Рассказы и разговоры о грушах» (Кибрик, Федорова, 2018), представляющего собой аннотированные аудио- и видеозаписи пересказов фильма. Мы использовали отрывки аудиозаписей продолжительностью не менее 10 секунд и включавшие в общей сложности 154 вхождения речевых сбоев. Сбои были как изолированными (7 незаполненных пауз хезитации, 46 заполненных пауз хезитации, 17 удлинений фонемы, 25 самоисправлений, 4 прочих), так и кластеризованными (18 заполненные паузы хезитации + удлинения фонемы, 9 заполненные паузы хезитации + самоисправления, 8 заполненные паузы хезитации + удлинения фонемы + самоисправления, 3 удлинения фонемы + самоисправления, 17 прочих). Изолированные речевые сбои или кластеры

были разделены временными интервалами от 2 секунд. Подробное описание использованной классификации речевых сбоев представлено в статье Smirnova et al., 2020. Перед прохождением функциональной МРТ испытуемые смотрели фильм о грушах, который обсуждается в аудиозаписях. Во время сканирования они слушали фрагменты аудиозаписей, а на экране в это время показывалось статичное изображение рассказчика. Испытуемых просили внимательно слушать записи и решать референциальную задачу. В определенные моменты, когда рассказчики произносили местоимение «он» (в любой форме) на экране появлялась красная рамка. В это время испытуемые должны были определить, к кому из героев фильма относится ли местоимение, и в зависимости от этого нажать на ту или иную кнопку на пульте. Эта задача гарантировала привлечение внимания испытуемых к материалу без акцента на речевых сбоях, которые являлись предметом исследования. Сканирование проводилось в Научном центре психического здоровья (Москва) на томографе Philips Ingenia с индукцией магнитного поля 3Т. Параметры функциональной импульсной последовательности: FFE EPI, TR/TE = 2500 ms/35 ms, сторона воксела 3.2 мм. Обработка изображений производилась с помощью пакетов SPM12 и Conn 17a. Речевые сбои моделировались как события (кроме кластеров, состоящих из удлинений фонемы и самоисправлений); плавная речь моделировалась как отдельное условие, для которого было выбрано по 12 событий – элементарных дискурсивных единиц, расположенных в середине отрывков между речевыми сбоями. В качестве меры функциональных связей использовался контраст ICC (intrinsic connectivity contrast), выделялись кластеры вокселей, которые показывали значимые различия между условиями на уровне  $p < 0.005$  для отдельных вокселей и  $pFDR < 0.006 = 0.05/9$  на уровне кластеров (с поправкой на количество сравнений).

**Результаты.** Статистически значимые изменения функциональных связей при восприятии речевых сбоев по сравнению с плавной речью были обнаружены для трех условий: удлинений фонемы (усиление связей области в передней части левой надкраевой извилины: кластер объемом  $1755 \text{ мм}^3$ , центр масс с координатами  $-60; -31; 47$ ), удлинений фонемы + заполненных пауз хезитации (усиление связей в левой верхней теменной дольке,  $1890 \text{ мм}^3$ ,  $3; -43; 50$ ) и удлинений фонемы + заполненных пауз + самоисправлений (ослабление связей в левой верхней теменной дольке и прецентральной извилине,  $1701 \text{ мм}^3$ ,  $-42; -43; 59$ ).

**Обсуждение и выводы.** Все обнаруженные в данной работе изменения функциональных связей происходят в различных областях теменной коры левого полушария при восприятии удлинений фонемы (хотя и в разных комбинациях с другими типами речевых сбоев). Так как в данной работе был реализован поисковый подход, отгалкивающийся от данных,

это задает направление дальнейшего поиска в будущих исследованиях. Наша работа также демонстрирует возможности объединения методов корпусной лингвистики и нейровизуализации в междисциплинарных исследованиях языка и мозга.

**Благодарности.** Мы признательны Дарье Баженовой, Людмиле Мавковской, Диане Каютиной, Марии Фоминой и Людмиле Литвиновой за помощь в сборе данных и организации исследования.

#### *Список литературы*

1. Кибрик А.А., Федорова О.В. 2018. Эмпирическое исследование мультимедиа-коммуникации: русские рассказы и разговоры о грушах. Психология. Журнал Высшей школы экономики 15(2) 191-200.
2. Eklund R., Ingvar M. 2016. Supplementary Motor Area Activation in Disfluency Perception. An fMRI Study of Listener Neural Responses to Spontaneously Produced Unfilled and Filled Pauses. In: Proceedings of Interspeech 2016, San Francisco, USA, 1378-1381.
3. Kircher T., Brammer M., Levelt W., Bartels M., McGuire P. 2004. Pausing for thought: Engagement of left temporal cortex during pauses in speech. NeuroImage 21, 84-90.
4. Smirnova K.V., Korotaev N.A., Panikratova Y.R., Lebedeva I.S., Pechenkova E.V., Fedorova O.V. 2020. Using the RUPEX Multichannel Corpus in a Pilot fMRI Study on Speech Disfluencies. In: Proceedings of The 12th Language Resources and Evaluation Conference, Marseille, ILRA, 195-203.

### **Методика оценки читательского опыта: адаптация для русского языка**

*Д.А.Чернова<sup>1</sup>, П.В.Бахтурина<sup>1</sup>, Н.А.Слюсарь<sup>1,2</sup>*  
*<sup>1</sup>СПбГУ (СПб, Россия), <sup>2</sup>НИУ ВШЭ (Москва, Россия)*  
*d.chernova@spbu.ru*

Ключевые слова: *чтение, читательский опыт, Author recognition test, словарный запас орфографические компетенции.*

Чтение – это сложный навык, в который входит целый ряд составляющих, а уровень сформированности навыка чтения, то есть качество и скорость понимания прочитанного, определяется рядом индивидуальных характеристик читающего, которые называются читательскими навыками (reading-related skills). Одним из ключевых факторов является читательский опыт (exposure to print), связанный с такими важными для восприятия письменной речи навыками, как орфографическая грамотность (Burt

& Fury, 2000; Stanovich & West, 1989), понимание прочитанного и скорость чтения (Martin-Chang & Gould, 2008), а также словарным запасом (Stanovich, West & Harrison, 1995).

Для оценки читательского опыта у читающих по-английски К. Становичем и Р. Вестом был разработан тест на узнавание писателей (Author recognition test, ART) (Stanovich, West 1989). Он позволял выяснить, сколько времени испытуемые в целом посвящают чтению, избежав влияния социальной желательности на ответы в опросниках. Для этого был предложен особый дизайн теста: испытуемому предлагается список из фамилий, среди которых нужно найти фамилии знакомых им писателей, при этом половину списка составляют фамилии настоящих писателей, а вторую половину – филлеры (имена настоящих, но малоизвестных людей, не имеющих отношения к литературе), за каждое правильно отмеченное имя автора начисляется один балл, а за каждую ошибку один балл снимается – таким образом, тест оказывается более объективной мерой, чем опросник. Впоследствии английский ART был модернизирован (Moore, Gordon 2015), аналогичные методики разработаны были для китайского (Chen, Fang 2015), корейского (Lee et al. 2019), нидерландского (Brysbart et al. 2019) языков. В нашу задачу входила разработка версии такого теста для читающих на русском языке (RART).

Первичный отбор имен авторов осуществлялся на основании рейтингов продаж за последние пять лет (2014-2019) и рейтингов читательских рецензий. В первоначальный вариант вошло 100 имен авторов и 100 филлеров. По итогам онлайн-анкетирования, в котором приняло участие 900 человек, были исключены 10 % наиболее узнаваемых и 10 % наименее узнаваемых имен, а также филлеры с наибольшим количеством ложноположительных ответов, и в итоговую версию теста вошло 75 имен авторов и 75 филлеров.

Была проведена проверка того, насколько данные о читательском опыте, измеренном с помощью первой версии RART, коррелируют с данными тестов, оценивающих такие ключевые читательские компетенции, как орфографическая зоркость и словарный запас.

Устойчивость графического представления слов в памяти, или орфографическая зоркость, может быть оценена с помощью теста на узнавание правильно и неправильно написанных слов. Для английского языка такой инструмент, Spelling recognition test, был разработан С. Эндриус и коллегами (Andrews, Hersch 2010). Нами был подготовлен аналогичный тест для русского языка. Для первичного отбора использовались данные ресурсов для подготовки к экзаменам по русскому языку (в частности, <http://slova.textologia.ru/>), где перечислены трудные для написания слова, затем было отобрано 44 наиболее трудных слова, которые часто встречаются в неверном написании, в том числе и в Национальном корпусе рус-

ского языка ([www.guscorpora.ru](http://www.guscorpora.ru)). Тест представлял собой список слов, половина которых предъявлена в правильном написании, а половина – с орфографической ошибкой. Участникам на экране монитора предъявляются отдельные слова, и ставится задача определить, написано слово верно или неверно, за каждый верный ответ начисляется один балл.

Оценка объема словарного запаса осуществлялась на основе теста [Головин 2015], который представляет собой задание на лексическое решение (часть предъявляемых стимулов являются псевдословами) и несколько заданий с множественным выбором правильного значения слова. Оценка словарного запаса в этом тесте производится на основе небольшого количества специально отобранных слов, каждое из которых представляет целую группу примерно одинаковой частотности, при этом тест является адаптивным, то каждое следующее слово подбирается с учетом того, какой был дан ответ на предыдущее).

На данный момент в исследовании приняли участие 78 человек. Обнаружена значимая средняя положительная корреляция ( $\rho = 0.561$ ,  $p < 0.0001$ ) балла в тесте RART с объемом пассивного словаря и значимая слабая положительная корреляция ( $\rho = 0.316$ ,  $p = 0.005$ ) балла в тесте RART с баллом теста на орфографическую зоркость. Планируется дальнейшая психометрическая проверка.

#### *Список литературы*

1. Головин Г.В. 2015. Измерение пассивного словарного запаса русского языка. Социо- и психолингвистические исследования, 3(115), 148–159.
2. Andrews, S., & Hersch, J. 2010) Lexical precision in skilled readers: Individual differences in masked neighbor priming. Journal of Experimental Psychology: General, 139(2), 299.
3. Brysbaert, M., Sui, L., Dirix, N., & Hintz, F. (2020). Dutch Author Recognition Test. Journal of Cognition, 3(1), 6.
4. Burt, J.S., Fury, M.B. 2000. Spelling in adults: The role of reading skills and experience. Reading and Writing 13, 1–30.
5. Chen, S.-Y. & Fang, S.-P. 2013. Developing a Chinese version of an Author Recognition Test for college students in Taiwan. Journal of Research in Reading, 38 (4), 344–360.
6. Lee H., Seong E., Choi W., Lowder M.W. 2019. Development and assessment of the Korean Author Recognition Test. Quarterly Journal of Experimental 72(7), 1837-1846.
7. Martin-Chang, S. & Gould, O. (2008). Revisiting print exposure: Exploring differential links to vocabulary, comprehension and reading rate. Journal of Research in Reading, 31, 273 - 284.
8. Moore, M., & Gordon, P. C. 2015. Reading ability and print exposure: item response theory analysis of the author recognition test. Behavior research methods, 47(4), 1095–1109.

9. Stanovich, K. E., West, R. F., & Harrison, M. R. 1995. Knowledge growth and maintenance across the life span: The role of print exposure. *Developmental Psychology*, 31(5), 811–826.

10. Stanovich, Keith & West, Richard. 1989. Exposure to Print and Orthographic Processing. *Reading Research Quarterly*, 24(4), 402–433.

## **Нейрокогнитивные механизмы нарушений внимания при социальной тревоге: ай-трекинг эксперимент с фланговой задачей<sup>1</sup>**

*О. Сагалакова, Д. Труевцев, А. Тиников*  
*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»,*  
*Барнаул, Россия*  
*olgasagalakova@mail.ru*

Ключевые слова: *социальная тревога, ай-трекинг, эксперимент с фланговой задачей, нарушение внимания, нейрокогнитивные механизмы.*

Социальное тревожное расстройство (СТР), социальная тревога (СТ) - одно из распространенных психических нарушений, затрудняющих адаптацию. Когнитивные модели СТР подчеркивают роль искажений обработки социальной информации в поддержании расстройства. Эксперименты с регистрацией траектории движений глаз являются надежным индикатором избирательности внимания (Velichkovsky et al. 1996).

С целью выявления нейрокогнитивных механизмов нарушений внимания и обработки информации при СТ разработан и реализован *ай-трекинг эксперимент с фланговой задачей Эриксонов*. Испытуемые (18 человек в возрасте 17-19 лет, ведущая рука – правая) протестированы на авторский Опросник СТ и социофобии, Опросник страха негативного оценивания (Watson D., Friend R. 1969). Общая выраженность СТ значимо взаимосвязана со страхом негативного оценивания и достоверно характеризует выборку. Выборка разделена на две по выраженности симптомов СТ. Для анализа данных использованы программы: python версии 3.7.3; программа R версии 3.6.1; IBM SPSS Statistics 23; Statistica 10. Структура эксперимента выполнена в графическом конструкторе экспериментальных схем OpenSesame. При написании скриптов использованы библиотеки PyGame и SciPy для работы с датчиком движения глаз (smi red 250 mobile). Логика эксперимента описана с помощью скриптов на языке программирования

---

<sup>1</sup> Публикуется при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-02420. The reported study was funded by RFBR, project number 17-29-02420.

python. В исследовании перед испытуемыми ставится конфликтная задача, дается установка на скорость и точность выполнения пробы; решение детектируется выбором кнопки на клавиатуре в соответствии с инструкцией.

*В модифицированной фланговой задаче Эриксонов* оценивались особенности процессов внимания, социальной перцепции, динамики целенаправленной когнитивной деятельности при верном или ошибочном распознавании целей. В качестве стимулов использованы эмоциональные экспрессии из открытого доступа (Королевский университет, Швеция). Боковые лицевые экспрессии при предъявлении на экране идентичны. Стимулы представлены набором экспрессий (гнев / Angry, радость / Happy и нейтральное выражение / Neutral). Центральный стимул может совпадать (конгруэнтный стимул – ННННН, ААААА, NNNNN) или не совпадать с фланговыми (неконгруэнтный стимул – ННАНН, ААНАА, ННННН, ААНАА, NNANN, NNHNN). Испытуемому предъявляются поочередно ряды из пяти экспрессий. Обратная связь «ошибка» после предъявления ряда стимулов появляется в течение 500 мс при ошибочном определении центральной экспрессии, «верно» – при правильном. Каждая из возможных комбинаций демонстрируется 3 раза. Последовательности стимулов предъявлялись всего 27 раз рандомно. Расстояние между изображениями – 6 мм. Регистрировалась информация: стимул (порядок экспрессий), время и правильность ответа, глазодвигательная активность (частота дискретизации 250 Гц). Вместе с регистрацией движений глаз измеряется ЭЭГ с целью определения нейрокогнитивных коррелятов реакции на ошибочные решения (ERN). Проводится анализ биоэлектрической активности, связанной с отведением FCz.

Средняя продолжительность фиксации (в мс) и уклонение от целевого приоритета оказались статистически значимо выше при клиническом уровне выраженности СТ. Параметры статистически взаимосвязаны между собой, образуя индикаторы в рамках единого синдрома внимания при СТ. Корреляционный анализ (Spearman's rho = 0,5,  $p < 0,04$ ) показал прямую связь между выраженностью СТ и числом фиксаций (на примере неконгруэнтного стимула ААНАА). При высоких показателях СТ увеличивается число фокусов внимания, не смотря на узко обозначенную задачу в опыте, связанную с распознаванием центрального стимула. Деятельность при СТ характеризуется большей многозадачностью в силу распределения внимания на большее число «зон интереса». Наблюдается значимый отрицательный эффект контекста, тормозящий целевую деятельность, что проявляется в доле отклонений внимания от цели (Spearman's rho = 0,51,  $p < 0,03$ ). Большое число фиксации и рост доли отклонений от целевого фокуса при СТ приводит к снижению продуктивности деятельности (время, точность). Для испытуемых с СТ характерно увеличение времени решения при отклонении внимания от цели.

Для оценки отношений трех категориальных переменных (уровень СТ, стимул, правильность ответа) применен логлинейный анализ. СТ вносит вклад в распределение ответов (метод максимального правдоподобия  $\chi^2 = 63$ ;  $p \ll 0,0001$ ). Испытуемые с высокой СТ совершают больше ошибок, чем при низкой, особенно при предъявлении неконгруэнтных стимулов. Если конгруэнтные стимулы легко распознаются в обеих группах, то при условии «неконгруэнтные стимулы» выраженность СТ увеличивает вероятность ошибки. Обнаружились различия и во времени принятия решения по каждому типу стимула.

При высокой СТ время ответа увеличивается, особенно после неверных решений (бдительность в ошибке). С помощью дисперсионного анализа (план «2x2») мы обнаружили статистическую тенденцию факторного взаимодействия («СТ» x «конгруэнтность стимула») при изучении верности распознавания цели. Конгруэнтные стимулы лучше идентифицируются в обеих группах ( $F = 11,8$ ;  $p < 0,004$ ), а неконгруэнтные – лучше в группе с низкой СТ ( $F = 3,96$ ;  $p < 0,07$ ). При высокой СТ конфликтные стимулы вызывают больший ориентировочный мониторинг, сказываются на нарушении целевого внимания и правильности решений. «Непредсказуемые» сигналы воспринимались как более угрожающие, чем «предсказуемые». В то же время, не зависимо от типа условия, при высокой СТ распознавание медленнее, чем при низкой СТ, но различия не превышают порог значимости ( $F = 3,4$ ;  $p < 0,09$ ). При низкой СТ стимул быстрее обнаруживается; в конфликтных условиях верное решение находится с наименьшими временными затратами ( $F = 4,74$ ;  $p < 0,05$ ). При высокой СТ ориентировочный этап замедляется, конфликт дистрактора и цели не помогает, а мешает решению задачи. Анализ сопоставления результатов ЭЭГ и ай-трекинга показывает, что избыточный мониторинг ошибок провоцирует осторожную тактику и повышает вероятность неверных решений при высокой СТ. Выявленные параметры глазодвигательной активности в процессе решения задачи при СТ связаны с более выраженным нейкогнитивным эквивалентом мониторинга ошибки – ERN (отрицательным пиком в период 0-100 мс после ошибки), вероятно, являющимся механизмом описанных нарушений внимания.

#### *Список литературы*

1. Velichkovsky, B., Pomplun, M., & Rieser, J. (1996). Attention and communication: Eye-movement based research paradigms. In W. H. Zangemeister, H. S. Stiehl, & C. Freksa (Eds.), Visual attention and cognition (p. 125–154). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.

## **Нейрофизиологические корреляты влияния эфирного масла апельсина на кратковременную слуховую память**

*О.Л. Кундупьян, Е.К. Айдаркин, Ю.Л. Кундупьян, А.Н. Старостин,  
М.Ю. Бибов*

*ФГАОУ ВО ЮФУ, Академия биологии и биотехнологии  
им. Д.И. Ивановского, кафедра физиологии человека и животных,  
Ростов-на-Дону, Россия  
olkundupyayn@sfedu.ru*

*Ключевые слова: кратковременная память, обонятельный анализатор, ЭЭГ, внимание.*

Обонятельный анализатор имеет тесные связи со структурой лимбической системы, обеспечивающей механизмы памяти и эмоций (Klemm et.al. 1992). Стимуляция обонятельной системы активирует механизмы памяти, внимания, эмоций (Askerman 1990). Кратковременная память обеспечивает выполнение текущих поведенческих и мыслительных операций (Baddeley 2003). Нейрональные механизмы обонятельной рабочей памяти слабо изучены (Zelano et.al. 2009). Целью исследования являлось изучение влияния эфирного масла апельсина на кратковременную слуховую память человека.

В тестовой процедуре принимали участие 25 практически здоровых обследуемых, в возрасте 18-20 лет. Все исследования были проведены с учетом требований биоэтики. В ходе обследования, исследуемые выполняли тестовое задание на кратковременную слуховую память, по модифицированной методике А.Р. Лурия. Тестовая процедура состояла из двух серий: контрольной и серии с апельсином. В контрольной серии испытуемым предъявляли на слух 10 слов. Все слова относились к существительным, состояли из 1-2 слогов и не были связаны между собой по смыслу. Задача обследуемого заключалась в письменном воспроизведении запоминаемых слов, сразу после предъявления тестового материала, через 5 минут и через 10 минут после предъявления. Во второй серии исследования, перед прослушиванием слов обследуемые вдыхали запах эфирного масла апельсина, а затем выполняли тестовое задание. Эфирное масло апельсина предъявлялось открытым способом на расстоянии 2 см от кончика носа в течение 5 минут. Во время выполнения всей тестовой процедуры регистрировали количество правильных ответов и ЭЭГ. Полученные экспериментальные данные экспортировались в программную среду MATLAB 7.3 с установленным дополнением EEGLAB, где проводилась дальнейшая обработка. Достоверность полученных результатов оценивалась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Перед применением дисперсионного анализа проводили проверку данных на нормальность и гомоскедастичность.

Внесение запаха апельсина в экспериментальную среду достоверно увеличивало количество запоминаемых слов по сравнению с контрольной группой, что вероятно связано с активацией механизмов контекстно-зависимой памяти. Одоранты являются эффективными мнемоническими сигналами, которые способствуют более быстрому извлечению информации из памяти (Hacklände et.al. 2018). Внесение одоранта апельсина в тестовую процедуру приводило к достоверному усилению мощности дельта- и тета- активности в лобных областях коры и генерализованной бета-активностью, связанной с активирующим действием одоранта на ретикулярные системы мозга. Прослушивание текста в присутствии запаха апельсина сопровождалось появлением 2 фокусов максимальной выраженности (ФМВ) в диапазоне исследуемых ритмов, локализованных в передних и задних областях коры, что возможно является отражением активации передней и задней системы внимания (Posner et.al. 1990). Усиление тета-активности в лобных, височных и теменных отведениях связывают с активацией механизмов произвольного внимания и речевого распознавания. Спектральные характеристики ЭЭГ при воспроизведении текста не различались между контрольной серией и серией с апельсином, и выражались в увеличении ФМВ дельта- и тета-активности в лобно-центральных отведениях коры, альфа-активности в затылочных областях коры, а также появлением генерализованной бета-активности. Увеличение альфа-активности, вероятно связано с вовлечением зрительного анализатора, нейронные сети которого располагаются в основном в затылочной части коры головного мозга.

Таким образом, внесение запаха одоранта апельсина в тестовую процедуру достоверно увеличивало количество запоминаемых слов, что вероятно вызвано активацией структур головного мозга, которые связаны с произвольным вниманием и речевым распознаванием информации.

#### *Список литературы*

1. Ackerman D. A natural history of the senses. New York: Random House, 1990.
2. Baddeley A.D. Working memory: looking back and looking forward // Nature Reviews Neuroscience, Oct.1, 2003, p. 829-839.
3. Hackländer RPM, Bermeitinger C. Olfactory Context Dependent Memory: Direct Presentation of Odorants // J Vis Exp. 2018 Sep 18;(139). doi: 10.3791/58170.
4. Klemm W.R., Lutes S.D., Hendrix D.W., Warenburg S. Topographical EEG maps of human response to odors // Chemical Sciences. 1992. Vol. 17. № 3. P. 347–361.
5. Posner M.I., Petersen S.E. The attention system of human brain // Ann. Rev. Neurosci. - 1990. - Vol. 13. - P. 25-42.
6. Zelano C1, Montag J, Khan R, Sobel N. A specialized odor memory buffer in primary olfactory cortex // PLoS One. 2009;4(3):e4965.

## **Информатизация условий жизнедеятельности и функциональное состояние учащихся 8-9 лет с разным уровнем физической активности**

*И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, С.А. Баранцев, И.И. Криволапчук  
Институт возрастной физиологии РАО, Москва, Россия  
barancev\_sersei@mail.ru*

Ключевые слова: *информатизация, экранное время, функциональное состояние, физическая активность.*

В мировой науке по-прежнему не теряют актуальности исследования, касающиеся оздоровительной роли физической активности детей в условиях современной информационно-образовательной среды. Анализ зависимости между использованием компьютерных средств и цифровых технологий, с одной стороны, и физической активностью, функциональным состоянием (ФС) и мышечной работоспособностью детей, с другой, является важной и до конца не решенной задачей физиологии развития и профилактической медицины. В ряде исследований выявлена связь между увеличивающейся продолжительностью применения компьютерных средств и цифровых технологий, снижением физической активности и ухудшением ФС детей разного возраста, в других – такая зависимость не обнаружена. В целом, несмотря на имеющиеся данные, рассматриваемая проблема остается малоизученной.

Цель – выявить особенности информатизации условий жизнедеятельности, функционального состояния организма и мышечной работоспособности учащихся начальной школы с разным уровнем физической активности.

**Методика.** В популяционном ( $n > 2500$ ) и экспериментальном ( $n = 120$ ) исследованиях приняли участие практически здоровые мальчики и девочки 8-9 лет.

Для массовой оценки физической активности при проведении популяционного исследования использовали анкетирование и хронометраж.

В экспериментальном исследовании дополнительно применяли модифицированный опросник «Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ)». Опросник позволяет собирать информацию о физической активности детей в трех ситуациях (активность в условиях школы; активность при передвижении из одного места в другое; активность при рекреационных мероприятиях – активный отдых, подвижные игры, занятия физическими упражнениями и спортом в свободное время), а также о малоподвижном поведении. Данный вариант опросника предназначен для родителей. Он включает 16 вопросов. Опросник опробован в исследованиях при участии школьников разного возраста. При проведении опроса использовались

разработанные авторами демонстрационные карты и перечни соответствующих видов физической активности. Демонстрационные карты разработаны для каждого из видов деятельности с учетом высокой и средней интенсивности выполняемой нагрузки, а также для иллюстрации малоподвижного поведения. Оценивали объем физической активности средней и высокой интенсивности. При расчете общих энергетических затрат детей 4 MET присваивались физической активности средней интенсивности и 8 MET – физической активности высокой интенсивности.

Расчет эргометрических критериев мышечной энергетики и физической работоспособности осуществляли по результатам выполнения двух тестовых беговых нагрузок. Одна нагрузка представляла собой спринтерский бег, а другая – бег на выносливость. На основе уравнения Muller находили скорость беговых нагрузок, максимальное время реализации которых составляло 1, 40, 240, 900 с ( $V_{max}$ ,  $V_{40}$ ,  $V_{240}$ ,  $V_{900}$ ) и интегральную работоспособность ( $LnS$ ).

В процессе исследования измеряли окружность грудной клетки (ОКГ), рост и массу тела, регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (СД) и диастолическое (ДД) давление крови. На основании этих измерений определяли индекс массы тела (ИМТ), среднее давление (САД), двойное произведение (ДП), вегетативный индекс Кердо (ИК), индекс Мызникова (ИМ) и показатель адаптационного потенциала (АП).

Регистрация сердечного ритма осуществлялась в состоянии покоя в положении сидя во II стандартном отведении в течение 5 мин. Анализировались такие переменные как средняя продолжительность R-R интервала (RRNN), разброс кардиоинтервалов ( $MxDMn$ ), амплитуда моды (АМо50), среднеквадратическое отклонение (SDNN), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50), стресс-индекс (SI).

Для оценки информационной загруженности мальчиков и девочек с разным уровнем физической активности при использовании сотовых телефонов, компьютеров, игровых приставок, ридеров, электронных досок и др. в быту и в учебной деятельности определяли общее экранное время (ЭВ), суммарную компьютерную нагрузку (КН) и время просмотра телевизора (ВПТ) за неделю, а также модифицированный нами индекс информатизации условий жизнедеятельности (I<sub>mod</sub>). Для более точной оценки продолжительности использования цифровых технологий в режиме дня рассчитывали показатель, характеризующий среднесуточный уровень информатизации за неделю.

**Результаты исследования.** Выявлены статистически значимые различия по степени информатизации условий жизнедеятельности детей 8-9 лет, обусловленные уровнем их физической активности. Полученные результаты показали, что мальчики и девочки с повышенным уровнем физической

активности отличались ( $p < 0,01-0,01$ ) от школьников с недостаточной физической активностью меньшими значениями ЭВ, КН, ВПТ и Imod. Различия касались и ряда морфофункциональных показателей. Мальчики, реализующие в неделю большой объем физической активности, отличались повышенными ( $p < 0,05-0,01$ ) значениями длины тела, ОКГ, СД и САД, ДП, ИМ, LnS, V40, V240, V900. В свою очередь девочки отличались относительно низкими ( $p < 0,05-0,01$ ) значениями массы тела, ИМТ, ЧСС, ДП, АП, LnS, V240, V900. Установлено, что мальчики с высоким уровнем физической активности превосходили ( $p < 0,001$ ) сверстников с низкой физической активностью по результатам выполнения шестиминутного бега, прыжка в длину, челночного бега и поднимания туловища, а девочки ( $p < 0,001$ ) – шестиминутного бега, прыжка в длину, челночного бега, поднимания туловища и наклона вперед. Полученные данные согласуются с результатами других работ о разнонаправленном влиянии на ФС детей режима повышенной физической активности и режима интенсивного использования средств информатизации в повседневной жизни (Tolbert Kimbro et al. 2011, Tandon et al. 2012, Hardy et al. 2018, Venetsanou et al. 2019).

**Закключение.** Установлено, что мальчики и девочки с высоким уровнем физической активности затрачивают меньше времени на просмотр телевизора и использование компьютерных средств по сравнению со сверстниками с низкой физической активностью. Для них характерен сдвиг вегетативного баланса в сторону умеренного преобладания тонуса парасимпатического отдела ВНС в сочетании с оптимальным физическим развитием, высокой мышечной работоспособностью и двигательной подготовленностью. Результаты исследования дают основание полагать, что повышение объема физической активности может оказывать существенное влияние на улучшение ФС детей в условиях интенсивного использования компьютерных средств и цифровых технологий в режиме дня.

#### *Список литературы*

1. Tolbert Kimbro R., Brooks-Gunn J., McLanahan S. 2011. Young children in urban areas Links among neighborhood characteristics, weight status, outdoor play, and television watching. *Social Science and Medicine* 72, 668-676.
2. Tandon P., Zhou C., Sallis J. 2012. Home environment relationships with children's physical activity, sedentary time, and screen time by socioeconomic status. *International Journal Of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 9, 88-92.
3. Hardy L.L., Ding D., Peralta L.R., Mhrshahi S., Merom D. 2018. Association Between Sitting, Screen Time, Fitness Domains, and Fundamental Motor Skills in Children Aged 5-16 Years: Cross-Sectional Population Study. *J Phys Act Health*. 15(12), 933-940.
4. Venetsanou F., Kambas A., Gourgoulis V., Yannakoulia M. 2019. Physical activity in pre-school children: Trends over time and associations with body mass index and screen time. *Ann Hum Biol*. 46(5), 393-399.

## Принятие решений и особенности ЭЭГ у больных депрессией девушек с самоповреждающим поведением<sup>1</sup>

*Е.В. Изнак, Е.В. Дамянович, Т.И. Медведева,  
И.В. Олейчик, Н.С. Левченко*

*ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия  
ek\_iznak@mail.ru*

Ключевые слова: *принятие решение, ЭЭГ, депрессия, несуицидальное самоповреждающее поведение.*

**Введение.** Одним из приоритетов системы здравоохранения во всем мире, в том числе, и в России, является сохранение физического и психического здоровья подрастающего поколения. Несуицидальное самоповреждающее поведение (НССП) широко распространено как в общей, так и в клинической популяции, особенно среди лиц подростково-юношеского возраста, и считается одним из важных факторов риска суицида. Изучению ЭЭГ-маркеров НССП посвящено сравнительно небольшое число публикаций, в которых был отмечен дефицит нейрофизиологического торможения, лежащий в основе дизрегуляции эмоций, повышенной импульсивности и нарушений механизмов принятия решений.

**Целью** исследования было выявление особенностей принятия решений в модельных экспериментах и особенностей ЭЭГ у больных депрессией девушек с НССП по сравнению с больными депрессией того же пола и возраста без НССП.

**Материал и методы.** В исследование, проведенное с соблюдением современных биомедицинских этических норм было включено 30 больных депрессией женского пола в возрасте 16-25 лет (средний возраст  $18.9 \pm 2.9$  лет) с НССП в виде множественных повторных самопорезов внутренних поверхностей предплечий и/или передних поверхностей бедер. Клиническое состояние больных количественно оценивали по шкале HDRS-17 (средняя по группе сумма баллов шкалы HDRS-17 до начала терапии составила  $27.0 \pm 7.5$  баллов). В контрольную группу вошли 16 больных депрессией того же пола, возраста и выраженности депрессии, но без НССП.

Всем больным до начала курса терапии проводилась регистрация фоновой ЭЭГ по 16-ти каналам в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Анализ абсолютной спектральной мощности ЭЭГ проводился в 8-ми узких частотных поддиапазонах (дельта – 2-4 Гц, та1 – 4-6 Гц, тета2 – 6-8 Гц, альфа1 – 8-9 Гц, альфа2 – 9-11 Гц, альфа3 –

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано грантом РФФИ № 20-013-00129а.

11-13 Гц, бета1 – 13-20 Гц и бета2 – 20-30 Гц) с последующим построением топографических карт спектральной мощности ЭЭГ.

Для оценки функции принятия решений использовались Висконсинский тест сортировки карточек (Wisconsin Card Sorting Test – WCST) и Айовская Игровая Задача (Iowa Gambling Task – IGT).

Для выявления различий между группами больных и связей между клиническими, психометрическими и ЭЭГ показателями применялись методы описательной статистики и корреляционного анализа по Спирмену.

**Результаты и их обсуждение.** При анализе результатов тестов WCST и IGT оказалось, что единственным межгрупповым отличием было более быстрое выполнение обоих тестов больными с НССП, что свидетельствовало о более быстром принятии ими решений.

На топографических картах ЭЭГ у больных с НССП отмечалось преобладание спектральной мощности альфа2-ритма (9-11 Гц), а также низкочастотных компонентов ЭЭГ: альфа1 (8-9 Гц), тета2 (6-8 Гц) и дельта (2-4 Гц) активности в левом полушарии, что соответствовало относительно повышенной активации правого полушария. Для этих больных также характерно было наличие в ЭЭГ генерализованных билатерально-синхронных вспышек тета-активности, что отражало повышенную возбудимость диэнцефальных структур.

При сравнении групп больных с НССП и без НССП оказалось, что в группе больных с НССП были достоверно выше ( $p < 0.05 \div 0.01$ ) значения спектральной мощности низкочастотной дельта-активности (2-4 Гц) в обоих передневисочных (F7 и F8), а также в левом центральном (C3) и в левом средневисочном (T3) отведениях. В группе больных без НССП достоверно выше ( $p < 0.05 \div 0.02$ ) были значения спектральной мощности высокочастотной бета2-активности (20-30 Гц) в обоих средневисочных отведениях (T3 и T4). Пространственное распределение частотных компонентов ЭЭГ в виде преобладания низкочастотной дельта-активности (2-4 Гц) в лобно-височных областях с левополушарным акцентом свидетельствует о сниженном функциональном состоянии левой лобной области коры, отвечающей за произвольный контроль деятельности, и более высокий уровень активации височных областей правого полушария, связанных с формированием отрицательных эмоций.

Значения общей суммы баллов шкалы HDRS-17, отражающие тяжесть депрессии, достоверно положительно ( $p < 0.05$ ) коррелировали со значениями спектральной мощности ЭЭГ в дельта, тета1 и тета2 поддиапазонах в лобно-центрально-височных отведениях, что соответствует заторможенности этих областей коры. Таким образом, результаты корреляционного анализа также указывают на сниженное функциональное состояние областей коры, отвечающих за волевой контроль, при активации корко-

вых зон, связанных с формированием отрицательных эмоций, у больных депрессией с НССП.

**Выводы.** Полученные ЭЭГ данные указывают на роль сниженного функционального состояния передних отделов левого полушария коры головного мозга, отвечающих за произвольный контроль деятельности и эмоций, повышенной возбудимости диэнцефальных структур, опосредующих повышенную импульсивность, и относительно более высокого уровня активации височных областей правого полушария, связанных с формированием отрицательных эмоций, в проявлениях аутоагрессивного поведения у больных депрессией подростково-юношеского возраста.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 20-013-00129а.

### **Успеваемость по русскому языку в средней школе: структурная модель когнитивных и некогнитивных предикторов<sup>1</sup>**

*И.Н. Бондаренко*

*ФГБНУ «Психологический институт РАО», Москва, РФ  
pondi@inbox.ru*

*Ключевые слова: успеваемость, русский язык, осознанная саморегуляция, эмоции, структурное моделирование.*

Проблема выявления когнитивных и некогнитивных предикторов успеваемости по русскому языку в школе приобретает сегодня все большую актуальность. Язык является не только средством общения, но и средством обработки, хранения и передачи информации и знания о мире в целом (Verbitskaya et al 2017, Gentner and Goldin-Meadow 2003). Согласно компетентностному подходу, акцент при изучении овладения нормами родного языка сегодня смещается с традиционного анализа лингвистических знаний школьника на анализ его деятельности по усвоению языка. В этом контексте особый интерес приобретает изучение психической саморегуляции этой деятельности, познавательной активности школьников, их мотивации и эмоционального отношения к учению.

Интерес исследователей к изучению предикторов академической успеваемости не ослабевает, но, преимущественно, включает лишь мотиваци-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта № 17-29-09094 офи-м «Осознанная саморегуляция в системе когнитивных и некогнитивных механизмов успешности овладения русским языком в школе».

онные, личностные и регуляторные переменные (Zimmermann et al 2000). Кроме того, исследования для предмета родной язык проводятся крайне редко, и особенно они редки на выборке учеников средней школы (Voekaerts and Cascallar 2006). Анализ предикторов академической успеваемости (регуляторных, мотивационных, личностных и эмоциональных) позволил предположить, что перспектива этих исследований состоит не в изучении отдельных факторов, а в раскрытии более сложных, многомерных связей, с учетом их взаимовлияний и опосредствующих эффектов.

Целью исследования явилось построение структурной модели детерминации успеваемости по русскому языку.

Методы: опросник В.И. Моросановой «Стиль саморегуляции учебной деятельности, ССУД-М» (Моросанова, Бондаренко, 2015). «Методика определения мотивации учения и эмоционального отношения к учению в средних и старших классах школы» (Андреева и Прихожан 2006). Опросник «Общая самооффективность» (русская адаптация General Self-Efficacy Scale (Ромек, Шварцер и Ерусалем 1996)). «Позитивные и негативные эмоции, переживаемые учащимися в различных ситуациях учебной деятельности» (Доценко, Бондаренко, 2015). Академическая успеваемость по русскому языку оценивалась с помощью годовых оценок по предмету. Выборка: 178 учеников 7-х и 9-х классов.

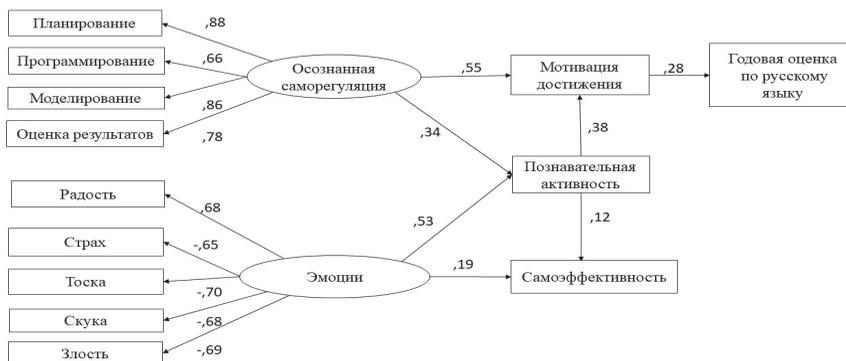


Рис. 1. Структурная модель когнитивных и некогнитивных предикторов академической успеваемости по русскому языку в средней школе

Полученная структурная модель (AMOS SPSS 22) представлена на рис. 1. Все индексы модели демонстрируют удовлетворительное согласие (CMIN/DF = 1,77,  $p = 0,048$ , GFI = 0,93, CFI = 0,95, RMSEA = 0,05, PCLOSE = 0,21). Многофакторная модель состоит, условно, из четырех уровней: первый уровень представлен эмоциями радости, страха, тоски, скуки, и когнитивными процессами осознанной саморегуляции (планиро-

ванием, моделированием, программированием и оценкой результатов). На втором уровне находятся латентные факторы «Эмоции» и «Саморегуляция». Они, в свою очередь, связаны с показателями Самоэффективности, Познавательной активности, Мотивации достижения. Четвертый уровень составляет показатель успеваемости по русскому языку. Подтвердились ранее полученные результаты, в которых показано, что осознанная саморегуляция играет опосредствующую роль в детерминации успешности, компенсируя личностные особенности, мешающие достижению целей (Моросанова и др. 2017).

В настоящее время дискутируемым остается вопрос включения эмоциональных факторов в многофакторные модели успешности учебной деятельности. Модель показывает, что эмоции вносят значимый вклад в познавательную активность, мотивацию достижений и самооффективность учащихся, то есть в те детерминанты, которые входят в основной список некогнитивных факторов школьной успешности. Исследователи не случайно уделяют все большее внимание вопросам регуляции эмоций, в частности поддержанию их положительного и отрицательного баланса на оптимальном уровне или неоднозначному вкладу позитивных эмоций в успеваемость. Важно отметить, что высокая интенсивность положительных эмоций может выступать в качестве одного из факторов, препятствующих достижению целей обучения из-за снижения волевого контроля и возникновения проблем поведения (Pekrun et al 2002). Полученные результаты согласуются с результатами предыдущих исследований, но расширяют существующие представления о детерминации успешности в учебной деятельности и позволяют оценить величину вкладов в нее исследуемых показателей.

#### *Список литературы*

1. Baumeister R.F., Vohs K.D. (Eds.). 2004. Handbook of Self-Regulation: Research, Theory, and Applications. New York: Guilford.
2. Boekaerts M., Cascallar E. 2006. How Far We Moved toward an Integration of Theory and Practice in Self-Regulation? Educational Psychology Review 18, 199-210.
3. Gentner D., Goldin-Meadow S. 2003. Language in mind. Advances in the study of language and thought. In D. Gentner, S. Goldin-Meadow (eds). Cambridge (MA).
4. Morosanova V., Fomina T., Bondarenko I. 2015. Academic achievement: Intelligence, regulatory, and cognitive predictors. Psychology in Russia: State of the Art 8(3), 136-157.
5. Pekrun R., Goetz T., Titz W., Perry R. 2002. Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. Educational Psychologist 37(2), 91-105.
6. Verbitskaya L., Malykh S., Zinchenko Yu., Tikhomirova T. 2015. Cognitive predictors of success in learning Russian. Psychology in Russia: State of the Art. 8, 91-100.
7. Zimmerman B., Schunk D. (Eds.). 2001. Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

## **Real-time communication during lucid dreaming as an experimental model for research of consciousness states**

*A.Y. Mironov, A.V. Sinin, V.B. Dorokhov  
Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS  
mironovihna@yandex.ru*

*Keywords: consciousness states, lucid dreaming, real-time communication.*

Lucid dreaming (LD) is an altered state of consciousness that occurs during REM sleep stage with dreaming and offers a unique model for investigation of neural correlates of secondary consciousness in isolation from wakefulness-specific processes. Due to reduced sensitivity to external stimuli during sleep, LD research relies on delayed communication methods: an experimental subject receives instructions before sleep onset and, while dreaming, confirms lucidity and awareness of a task by performing predetermined eye movements (or other actions, e.g. breathing). Our investigation aimed to enhance this paradigm with bidirectional real-time communication, opening the way for information-rich experimental designs. In pilot series, the viability of our method was confirmed: one subject was able to perceive auditory instructions, correctly solve the incoming arithmetic tasks and signal answers without waking. Here we validate and generalise the approach with a sample of 10 experienced lucid dreamers. An EEG-based hardware platform capable of decoding eye signals and determining LD state was developed for this purpose. EEG data was acquired during wakefulness and lucid dreaming, with subjects being presented a variety of tasks, including digit span, arithmetic tasks and questions about perceived environment. The results indicate individual differences in ability to perform cognitive tasks during bidirectional communication in lucid dreaming.

The state of lucid dreaming (LD) is a distinct state of consciousness (Voss, Hobson, 2015) that combines features of dreaming and wakefulness, and emerges spontaneously or as a result of practice. Physiologically, this state is characterized by the usual features of Rapid Eye Movement (REM) sleep: low-amplitude, desynchronized EEG activity, rapid eye movements, decreased skeletal muscle tone (EMG); however, it coincides with local differences in cortical activity (Dresler et al., 2012). A person in LD state possesses cognitive clarity that is remarkably close to alert wakefulness, with the ability to recall events preceding the onset of sleep, to execute planned actions, and to understand the illusory nature of dream experience. Therefore, LD state grants the dreamer access to «secondary» consciousness (Tononi & Edelman, 1998); and may serve as a model for investigation into neural correlates of faculties such as arbitrary attention, cognitive control, prospective memory and others (A. Hobson, 2009).

LD research heavily relies on the technique of "Signal-verified lucid dream" (Hearne, 1978; LaBerge, Nagel, Dement, & Zarcone Jr, 1981). It is based on subject's eye movement being dependent on his subjective gaze direction in the dream environment; EOG allows detection of deliberate signals that correspond to instructions received beforehand. This method has inherent limitations: a) Insufficiently rigorous lucidity criterion (it is possible that the subject may execute the the movements automatically, in non-lucid REM or even NREM sleep; and b) lack of opportunity to engage in a real-time dialogue with a sleeping subject. Aiming to implement experimental designs not limited in such ways, we have developed the method of real-time two-way communication during dreaming in polysomnographically verified REM sleep, and demonstrated its viability in a pilot study with one highly skillful participant who solved arithmetic tasks in LD state (Mironov et al., 2018).

In the ongoing study, we have proceeded to realize our initial plan of investigating individual differences and commonalities in lucid dreaming condition, with the help of our hardware platform "Oneirograph", which is capable of acquisition and real-time interpretation of EOG, EEG, microphone and accelerometer data. A group of 10 subjects were being taught to perform the following classes of tasks (presented via pre-recorded auditory commands) in waking state, at the transitory state of falling asleep (W-NREM1) and in lucid dreaming state:

1. Arbitrary signaling with eye movements (simple numerical correspondence, directional code) and exhalations (fast and slow);
2. Solving N-back tasks, digit span tasks, arithmetic tasks and answering with requested type of signals;
3. Actively reporting subjective beginning and end of lucidity episode;
4. Responding to questions regarding presently perceived (or imagined in waking) environment (location type, presence of characters, personal actions).

Performing these tasks in LD state has been mastered to varying degrees by all participants, with quantitative data still in processing stage. These results indicate the viability of our technique for investigation of altered states of consciousness.

#### *Список литературы*

1. Voss, U., & Hobson, A. (2015). What is the state-of-the-art on lucid dreaming. OpenMIND, Frankfurt am Main: MIND Group,[Online], [http://openmind.net/papers/what-is-the-state-of-the-art-onlucid-dreaming-recent-advances-and-questions-for-future-research/at\\_download/paperPDF](http://openmind.net/papers/what-is-the-state-of-the-art-onlucid-dreaming-recent-advances-and-questions-for-future-research/at_download/paperPDF).
2. Dresler, M., Wehrle, R., Spoormaker, V. I., Koch, S. P., Holsboer, F., Steiger, A., ... Czisch, M. (2012). Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Sleep*, 35(7), 1017–1020.

3. Tononi, G., & Edelman, G. M. (1998). Neuroscience – Consciousness and complexity. *Science*, 282(5395), 1846–1851.
4. Hobson, A. (2009). The Neurobiology of Consciousness: Lucid Dreaming Wakes Up. *The Neurobiology of Consciousness*, 2(2), 41–44.
5. Hearne, K. M. (1978). Lucid dreams: an electro-physiological and psychological study. (Doctoral Dissertation, Liverpool University).
6. LaBerge, S., Nagel, L. E., Dement, W., & Zarcone Jr, V. P. (1981). Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, 52(3), 727–732.
7. Mironov A.Yu., Sinin A.V., Dorokhov V.B. (2018). The method of dialogue with the sleeping subject in the state of lucid dream, using respiratory movements. *Socialno-ecologicheskie Technologii*, 2(17), 83-107.

### **Эмоциональные маркеры тупика в инсайтном решении. Исследования с использованием видеокорпусов<sup>1</sup>**

*И.Ю. Владимиров<sup>1,2</sup>, И.Н. Макаров<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>ЯрГУ им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия*  
*<sup>2</sup>ИП РАН, Москва, Россия*  
*kein17@mail.ru*

Ключевые слова: *инсайт, эмоции, мультимодальный корпус, разметка.*

В результате многолетних исследований феномена инсайта в психологии накопилось множество противоречивых данных. С одной стороны, активно исследуются механизмы, с помощью которых происходит инсайт (Kogovkin et al. 2018). С другой стороны, всё ещё существует множество методологических трудностей, связанных с выделением необходимых и достаточных признаков инсайта (Danek et al. 2018). С разрешением проблем обоих направлений может помочь использование корпусной разметки, широко распространенной в лингвистических исследованиях. Данный метод позволяет собирать сплошной массив данных, над которыми возможна работа по алгоритмам анализа больших данных.

Идея создания корпусов является развитием эксплораторного анализа, содержащая в себе достоинства и недостатки такого подхода по сравнению с конфирматорным анализом. Она позволяет получить большое количество данных, с помощью которых возможно лучше понять феноменологию явления и проверять предсказания теоретических моделей, относительно ме-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФ No 18-78-10103.

ханизмов. Однако нет манипуляции переменными, в связи с чем необходимо с осторожностью говорить о причинно-следственных связях.

Корпус (разметка корпуса) позволяет сохранить для дальнейшего анализа максимально большое количество параметров в поведении испытуемого. Корпусная разметка позволяет возвращаться к данным перепроверяя новые гипотезы, позволяет искать параметры, которые изначально не подразумевались или игнорировались при проведении исследования. Использование корпусной разметки в психологических исследованиях является хорошим дополнением экспериментальных техник. Корпусные исследования позволяют получить детальные описания явления и построить модели, которые в дальнейшем могут проверяться в исследованиях экспериментальных.

В данной работе мы хотим продемонстрировать использование корпусной разметки для изучения эмоциональных маркеров тупика. Мы объединили два наиболее популярных подхода в исследовании инсайта: аффективный (исследование ага реакции) и когнитивный (теория изменения репрезентации). Мы предполагаем, что, во-первых, отрицательные эмоции предвосхищают появление хаотической активности. Под хаотической активностью понимается выполнение действий решателем без конкретной цели. Во-вторых, позитивные переживания следуют за сменой репрезентации. В-третьих, отрицательные эмоции возникают после появления паттернов тупика.

Разметка проводилась с помощью программы ELAN (Sloetjes and Wittenburg 2008).

В качестве инсайтной задачи мы использовали задачу «Сколько машин в гараже?». В задаче используется набор палочек, которые выкладываются на столе. Необходимо ответить на вопрос одинаковый с названием задачи. После каждого вопроса положение палочек изменяется. Для решения задачи нужно понять принцип по которому можно определить количество машин. Особенность задачи заключается в том, что инструкция вводит в заблуждение. Реальное решение связано с тем сколько пальцев показывает экспериментатор перед тем, как задать вопрос.

Видеозапись решения велась при помощи мобильного eye-tracker SMI ETG. Данный способ записи даёт дополнительную информацию о том, на что обращается внимание в процессе решения. Обращение внимание на руку экспериментатора можно рассматривать как момент смены репрезентации.

С помощью метода экспертной оценки были выделены моменты, когда решатель испытывал негативные и позитивные эмоциональные переживания. Состояние тупика выделялось после решения на основе критерия, предложенного Федор и др. (2015): испытуемый был в тупике, если его время ответа было больше, чем его среднее время ответа плюс два стандартных отклонения.

Для анализа результатов было использована агрегация данных. В процессе решения у испытуемого пять раз спрашивали «Сколько машин в

гараже?». После пяти ответов, если испытуемый не понял принцип решения, он заполнял опросную методику. После этого испытуемый возвращался к решению задачи. Эта последовательность действий была использована для агрегации данных: пять ответов на вопрос объединялись в один сет. И для каждого сета проверялось происходило ли на его протяжении интересующие нас события: негативные и позитивные переживания, смена репрезентации, хаотическая активность, наличие тупика.

С помощью логистической регрессии, на основе агрегированных данных, были проверены три гипотезы.

Гипотеза 1: отрицательные эмоции предвосхищают появление хаотической активности подтвердилась. Интерцепт равен  $-0.75$ ,  $p = 0.21$ . Коэффициент при отрицательных эмоциях равен  $1.77$ ,  $SE = 0.56$ ,  $p = 0.02$ .

Гипотеза 2: позитивные переживания следуют за сменой репрезентации подтвердилась. Интерцепт равен  $-1.49$ ,  $p < .001$ . Коэффициент при смене репрезентации равен  $1.65$ ,  $SE = 0.67$ ,  $p = 0.014$ .

Гипотеза 3: отрицательные эмоции возникают после появления поведенческих паттернов тупика не подтвердилась.

Наши данные могут говорить о том, что эмоции играют информационную функцию в инсайтном решении: негативные сообщают о непригодности актуальной репрезентации и переключают режим поиска решения с разработки актуальной репрезентации на поиск новой, позитивные сообщают о перспективном варианте новой репрезентации и предвосхищают осознание решения.

Метод корпусной разметки позволяет получить большое разнообразие данных с возможностью дальнейшего уточнения и совершенствования методологии по разметке материала. Полученные таким образом данные полезны как для уточнения феноменологии инсайтного решения, так и построения моделей механизмов его протекания.

#### *Список литературы*

1. Korovkin S. et al. How working memory provides representational change during insight problem solving // *Frontiers in psychology*. – 2018. – Т. 9. – С. 1864.
2. Danek A.H., Williams J., Wiley J. Closing the gap: connecting sudden representational change to the subjective Aha! experience in insightful problem solving // *Psychological research*. – 2018. – С. 1–9.
3. Sloetjes H., Wittenburg P. Annotation by category-ELAN and ISO DCR // 6th international Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2008). – 2008.
4. Fedor A., Szathmáry E., Öllinger M. Problem solving stages in the five square problem // *Frontiers in psychology*. – 2015. – Т. 6. – С. 1050.

# Взаимосвязь параметров исполнительных функций у дошкольников в норме и с речевыми нарушениями<sup>1</sup>

Е.И. Николаева<sup>1</sup>, Т.Л. Брисберг<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет  
им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Россия  
[kemtina@yandex.ru](mailto:kemtina@yandex.ru); [brisberg@mail.ru](mailto:brisberg@mail.ru)

Ключевые слова: *исполнительные функции, тормозный контроль, рабочая память, дети 5-6 лет, нарушения речи.*

В работе рассматривается взаимодействие основных компонентов исполнительных функций – тормозных процессов и рабочей памяти – у нормативно развивающихся детей (89 человек) и детей с нарушениями речи (диагноз F 80.1, 70 человек) 5,1-7,6 лет. Показано, что у нормативно развивающихся детей в этом возрасте параметры рабочей памяти и тормозного контроля распределяются по разным факторам факторного анализа, тогда как у детей с нарушениями речи этого нет. Обсуждается соответствие полученных данных моделям, объясняющим структуру исполнительных функций на разных этапах онтогенеза.

**Введение.** Исполнительные функции – это комплекс регуляторных процессов высшего порядка, активно функционирующих при управлении изменением поведения [Diamond, 2013; Николаева, Вергунов, 2017]. Доказано, что они начинают развиваться в раннем детстве, достигают пика развития в ранней юности и затем постепенно их исполнение ухудшается при старении [Fiske, Holmboeb 2019].

Чаще всего в структуру исполнительных функций включают три компонента: когнитивную гибкость, тормозный контроль и рабочую память [Zelazo, 2015]. Под когнитивной гибкостью понимается способность рассматривать явления с разных сторон и менять подходы к их анализу при изменении контекста, в котором они присутствуют. Под рабочей памятью понимается память, активно функционирующая в процессе выполнения конкретной задачи и обуславливающая возможность сохранения промежуточных решений. Наконец, тормозный контроль обеспечивает подавление нерелевантной информации и импульсивных действий, лежит в основе умения человека ждать. Тем не менее, все эти компоненты неразрывны в процессе управления

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-013-00323).

изменением поведения и существует возможность их разделения только в экспериментальных ситуациях.

Сейчас обсуждается несколько моделей описывающих взаимодействие компонентов исполнительных функций. На взрослой выборке создана модель единства-и-разнообразия (unity-yet-diversity), предложенная Friedman и Miyake [2012] была предложена модель Позднее авторы модифицировали первоначальную модель, внося в нее иерархическую конструкцию, причем тормозный контроль был представлен в виде фактора, коррелирующего со всеми другими параметрами [Friedman, Miyake, 2017]. В тоже время и каждая отдельная функция представляла собой отдельный фактор.

Работа с дошкольниками свидетельствует о большем единстве у них исполнительных функций, однако результаты крайне противоречивы [Brydges et al. 2014; McKenna 2017]. Однако одной из самых актуальных представляется модель развития, утверждающая, что по мере созревания мозга единая структура исполнительных функций постепенно членится на отдельные элементы [McKenna 2017].

В настоящее время число детей с нарушениями речи в настоящее время постоянно растет [Машукова и др., 2017], а потому идет поиск методов, позволяющих эффективно восстанавливать речь ребенка.

Задачей данного исследования было оценить факторную структуру исполнительных функций у детей нормативного развития и с детьми с нарушениями речи.

**1. Материалы и методы.** В работе участвовало 159 детей в возрасте 5,1–7,6 лет. Из них 70 человек с нарушением речи (диагноз по МКБ F 80.1) и 89 дошкольников нормативного развития. У детей. Для оценки объема и интерференции в рабочей памяти использовали компьютеризированную методику запоминания зрительно предъявленных стимулов [Разумникова, Савиных, 2016]. С этой целью ребенку трижды предъявляли один и тот же набор стимулов, причем каждый раз последовательность предъявления объектов менялась. При первом предъявлении на экране в случайном порядке появлялись три стимула из набора в 30 стимулов (бабочки, листья, цветы и т. д.). Ребенку предлагалось выбрать один из них и нажать на него на сенсорном экране. В дальнейшем можно было нажимать лишь на тот стимул, на который ранее не было нажатий. Повторное нажатие на один и тот же стимул приводило к завершению серии. После этого начиналось второе предъявление, а по его завершении- третье. Время выполнения задания не регламентировалось. Фиксировалось число правильно воспроизведенных объектов при каждом предъявлении и процент выполнения.

Для анализа тормозных процессов применялась методика go/go go/no-go [Вергунов, Николаева, 2009]. В рамках go/go серии вырабатывался

навык нажимать на клавишу «пробел» при появлении на экране компьютера круга любого цвета. В go/no-go серии запрещалось нажимать на круги определенного цвета.

Оценивались в каждом случае время реакции в мс и число пропусков (отсутствие реакции ребенка на предъявляемый стимул, на который ожидалась его реакция). В go/no-go серии дополнительно оценивалось число ошибок, то есть реагирование на появление круга красного цвета.

Для того чтобы убедиться, что ребенок понял инструкцию, до выполнения этих реакций проводилась тренировочная серия, состоящая из 8 стимулов, появляющихся через один интервал. Если в тренировочной серии стимулы появлялись через один и тот же интервал, то в экспериментальных сериях у потока сигналов была фрактальная структура.

Был проведен факторный анализ результатов с помощью программы SPSS 21.

**2. Результаты и их обсуждение.** Факторная структура исполнительных функций нормативно развивающихся детей представлена в табл. 1. Каждое предъявление состояло из двух одинаковых частей, поэтому обозначение 1.2-серия go/go, 2 часть; 2.1.- серия go/no-go, 1 часть.

Таблица 1

**Повернутая матрица компонентов<sup>а</sup>**

Параметры исполнительных функций	Компонент		
	1	2	3
Среднее время реакции 2.1	,877	,080	,009
Ошибка2.1	-,766	,053	-,125
Среднее время реакции 2.2	,681	-,443	,049
Ошибка2.2	,023	,822	-,125
Среднее время реакции 1.2	,400	-,514	-,014
Объем рабочей памяти, 1 попытка	-,338	-,174	,676
Объем рабочей памяти, 3 попытка	,291	-,124	,597
Объем рабочей памяти, 2 попытка	,212	,432	,588

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

а. Вращение сошлось за 4 итераций.

Как видно из табл. 1, в первый фактор входили все параметры серии go/no-go, отражающие функционирование тормозного контроля. Во второй фактор вошли ошибочные реакции во второй части серии go/no-go и время реакции в серии go/go. Можно предположить, что этот фактор отражает усталость детей при выполнении второй части задания. Наконец, в

третий фактор вошли все три попытки в задания, направленном на объем рабочей памяти.

В табл. 2 представлена структура исполнительных функций детей с речевыми нарушениями. В ней те же обозначения, что и в табл. 1.

Таблица 2

**Повернутая матрица компонентов<sup>а</sup>**

Параметры исполнительных функций	Компонент		
	1	2	3
Среднее время реакции 1.1	,873	-,096	,048
Среднее время реакции 1.2	,744	,075	,407
Ошибка2.1	-,568	-,447	,251
Объем рабочей памяти, 1 попытка	,129	,731	-,070
Ошибка2.2	,175	-,700	-,053
Объем рабочей памяти, 3 попытка	,183	,635	,370
Объем рабочей памяти, 2 попытка	,089	,053	,908

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

а. Вращение сошлось за 5 итераций.

Из табл. 2 видно, что в первый фактор вошли как компоненты серии go/go, так и go/no-go. Во второй фактор вошли параметры рабочей памяти и тормозного контроля (ошибки в серии go/no-go). Наконец, в третий фактор вошел объем запомненного материала во второй серии. Этот параметр отражает выраженность проактивной интерференции: ребенок, который много стимулов воспроизвел в первой серии, получая во второй серии те же стимулы, но в другом порядке, быстро ошибается.

Наши данные соответствуют представлению о том, что единая структура исполнительных функций по мере взросления детей и созревания мозга распадается на компоненты. Однако у детей нормативного развития, судя по всему созревания соответствующий структур происходит раньше, тогда как у детей с нарушениями речи, - существенно позже. Результаты позволяют предположить, что речевые нарушения в этом возрасте отражают не только задержку развития речевых зон, но и тех, которые связаны с речевыми функциями. К таким структурам относится, прежде всего, префронтальная кора, которая в этом возрасте активно формируется (Diamond, 2002).

**Заключение.** В исследовании была проведена попытка сопоставить факторную структуру исполнительных функций у дошкольников нормативного развития и с нарушениями речи (диагноз по МКБ F80.1). Резуль-

таты свидетельствуют о том, что у детей с нарушениями речи в исследуемом возрасте не происходит вычленения отдельных параметров исполнительных функций из единой структуры. Это позволяет предположить, что при нарушениях речи в данном случае происходит замедление процессов созревания не только в речевых зонах коры, но и префронтальной коре мозга, которая в этот период активно формируется.

#### *Список литературы*

1. Вергунов Е.Г., Николаева Е.И. Опыт применения методов визуализации в качественном анализе результатов тайм-теста // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 7-2 (19).
2. Николаева Е.И. Тормозный контроль в младшем школьном и подростковом возрасте // Комплексные исследования детства. 2019. Т. 1 (2).
3. Мишукова А.Ю., Попова О.В., Филиппова Н.В. Исследование нарушений речевого развития у детей младшего дошкольного возраста // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2017. № 2.
4. Разумникова О.М., Савиных М.А. Программный комплекс для определения систем характеристик зрительно-пространственной памяти. Авторское свидетельство 2016617675. Дата регистрации 12.07.2016. Выдано Роспатентом.
5. Brydges C.R., Fox A.M., Reid C.L., Anderson M. The differentiation of executive functions in middle and late childhood: A longitudinal latent-variable analysis // *Intelligence*. 2014. N 47.
6. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: D.T. Stuss, R.T. Knight (Eds.). *Principles of frontal lobe function*. – Oxford: Oxford University Press, 2002.
7. Diamond A. Executive functions // *Annual Review of Psychology*. 2013. V. 64 doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750.
8. Fiske A., Holmboe K. Neural substrates of early executive function development // *Developmental Review*, 52. doi.org/10.1016/j.dr.2019.100866
9. Friedman N.P., Miyake A., Robinson J.L., & Hewitt J.K. Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: A behavioral genetic analysis // *Developmental Psychology*. 2011. 47(5). <https://doi.org/10.1037/a0023750>.
10. Friedman N.P., Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure // *Cortex*. 2017. 86. doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023.
11. McKenna, R., Rushe, T., Woodcock, K.A. Informing the structure of executive function in children: A meta-analysis of functional neuroimaging data // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2017, 11.
12. Zelazo, P.D. (2015) Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 38, 55–68. - doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.001.

## Категории и значения слов: общность и специфика смысловой вариативности

*В.В. Тур*

*Минский государственный лингвистический университет,*

*Минск, Беларусь*

*vitaly.tur@gmail.com*

Ключевые слова: *категоризация, лексическое значение, семантическая выделенность, релевантные признаки, салиентные признаки, семантическая вариативность.*

Языковедческий вопрос, почему та или иная группа объектов или явлений действительности является референтами одного и того же значения, по сути, аналогичен вопросу психологов о том, почему объединение определенных предметов окружающего мира формирует категорию. Перед обеими науками стоит схожая задача объяснить природу того «силового поля», которое удерживает отдельные кванты информации в границах единого концептуального образования. Неслучаен поэтому тот факт, что теории, возникшие на базе исследований процессов категоризации в рамках когнитивной психологии, повлияли и на осмысление природы лексического значения.

Ярким примером подобной междисциплинарной теории, сыгравшей важную роль как в психологии, так и в языкознании, является теория прототипов. Осуществив прорыв, заключающийся в понимании того, что члены категории могут объединяться вокруг прототипа благодаря подобию (*similarity*) или совпадению признаков (*attribute matching*), данная теория, однако, не смогла объяснить, на чем основано измерение степени подобия, а также того, какие именно признаки из бесконечного множества (и почему именно они) выбираются в качестве основы для сопоставления экземпляров категории.

Важным шагом на пути решения названной проблемы явилось раскрытие того факта, что в основе установления степени сходства с прототипом категории могут лежать два разных типа признаков. Так, в работе Miller and Johnson-Laird 1976 ядро концепта («рудиментарная теория о чем-либо») противопоставляется перцептивно выделенным признакам. Аналогичные принципы разграничения двух типов семантической выделенности постулируются и в отечественной литературе (ср. салиентность vs релевантность в Харитончик 2019)).

Природа разграничения названных типов признаков находит любопытную, на наш взгляд, интерпретацию в «теории теории» (*theory theory*)

– еще одной концепции, возникшей в рамках психологических исследований и представленной в Murphy and Medin 1985. По мнению ее авторов, релевантность тех или иных признаков (их концептообразующий статус) определяется наивными теориями о мире, положенными в основу формирования категории. Эти теории (совокупность ментальных «объяснений») обуславливают внутреннюю (*internal*) признаковую структуру концепта. При этом в концепции указывается на существование не только внутренней, но и внешней (*external*) признаковой структуры: наряду с наивными теориями о мире значимую роль для процессов категоризации могут играть и перцептивные признаки. Так, в процессе рутинной когнитивной деятельности мы можем не задумываться о теориях, лежащих в основе образования концепта, а опираться на отдельные, более-менее устойчивые внешние признаки, позволяющие установить принадлежность объекта той или иной категории.

Взаимозаменяемость релевантных и салиентных признаков в составе концепта наводит на мысль об отсутствии единой, фиксированной структуры лексического значения в языке и категории в психике. Неустойчивый, динамичный характер структурирования концептуальной информации подтверждается на основе сопоставительного анализа дефиниций наименований одежды и оружия на материале пяти онлайн словарей (*Cambridge English Dictionary, Merriam-Webster Dictionary, Collins English Dictionary, Oxford learner's dictionaries, Dictionary.com*). Результаты лексикографического сопоставления намечают и иные направления в рамках исследования того, каким образом соотносятся друг с другом релевантные и салиентные признаки в семантике лексической единицы.

1. Концептообразующая роль релевантных и салиентных признаков в семантике слова. В качестве центрального, максимально часто повторяющегося в словарях признака может выступать как релевантный (*bra – women's underwear that supports the breasts*), так и салиентный признак (*glove – ... with separate parts for each finger and the thumb*). Более того, для разных словарей центральным признаком одного и того же наименования может стать как релевантный, так и салиентный признак (*rifle – a firearm with spiral grooves cut in the inner surface of the gun barrel to give the bullet a rotatory motion vs a gun with a long barrel*).

2. Взаимообусловленность релевантных и салиентных признаков. Один и тот же участок семантики слова в разных дефинициях может быть описан либо через перечисление отдельных, перцептивно выделенных признаков, либо благодаря формулированию теории, имплицитно предполагающей наличие данных признаков. Например: *belt – a long narrow piece of leather, cloth, etc. vs a strip of flexible material*; *stocking – of wool, cotton, nylon, silk, or similar material vs very thin*; *tank – armored vehicle vs*

*vehicle designed to protect those inside it from attack; sword – sharp vs for cutting or thrusting.*

3. Вариативность релевантных признаков в структуре значения. Для разных словарей в основе описания семантики одного и того же наименования могут лежать разные теории. Например, *slipper – shoe that is easily slipped on the foot vs shoe that you wear in the house.*

4. Типология теорий, лежащих в основе семантической структуры слова. В основе формулирования теорий, составляющих смысловое ядро концепта, могут лежать разные стратегии описания семантики слова: а) посредством указания на основное предназначение денотата (*slingshot – for shooting small stones*), б) посредством включения денотата в более сложный фрейм, предполагающий знания об особенностях использования (*rifle – ... fired from the shoulder*), ситуации использования (*dart – ... shot as a weapon or thrown in the game of darts*), времени использования (*sword – ... used especially in the past*) и др.; в) через сравнение с пограничной категорией с указанием отличий (*shorts – knee-length or less than knee-length trousers, blouse – a piece of clothing like a shirt that women wear*). Вариативность стратегий описания языковых значений, используемых составителями словарей, взаимозаменяемость признаков разных типов в структуре дефиниций, возможность формулирования различных, не связанных друг с другом наивных теорий, лежащих в основе описания лексического значения, – все это подтверждает гипотезу о чрезвычайной гибкости структуры лексического значения. Представляется более вероятным, что до реализации в контексте большинство семантических категорий в языке являются собой лишь более-менее устойчивый набор признаков, наличие и характер связи между которыми (равно как и степень их выделенности), определяются внутри каждого, отдельно взятого языкового коллектива, а также на основе индивидуальных когнитивных особенностей и ресурсов.

#### Список литературы

1. Miller G.A., Johnson-Laird P.N. 1976. Language and perception. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Murphy G.L., Medin D.L. 1985. The role of theories in conceptual coherence. Psychological Review, 92(3), 289–316.
3. Харитончик З.А. 2019. Салиентность и релевантность знания как фактор деривационной активности лексических единиц // Когнитивные исследования языка, Вып. 36. Москва–Тамбов: 432–443.

## **Выделение ключевых слов текста детьми младшего и среднего школьного возраста: сходства и различия<sup>1</sup>**

*Е.В. Грудева<sup>1</sup>, А.А. Губушкина<sup>1</sup>, П.М. Эйсмонт<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,*

*Санкт-Петербург, Россия*

*egrudeva@gmail.com*

Ключевые слова: *цельность, методика ключевых слов, русский язык, усвоение родного языка.*

Набор ключевых слов (НКС) в разных научных исследованиях трактуется по-разному: в работах Л.В. Сахарного, А.С. Штерн и их учеников НКС относится к разряду текстов-примитивов на основе того факта, что НКС передаёт ту же цельность, что и оригинальный текст-оригинал. НКС рассматривается также как разновидность вторичных текстов, восходящих к предтексту.

Умение выделять опорные (ключевые) слова текста относится к чрезвычайно важным операциям речевосприятия, от эффективности которых зависит извлечение смысла и понимание текста в целом. До сих пор нет чётких представлений о том, в каком возрасте и в какой последовательности формируется языковая компетенция, связанная с пересказом текста. Пересказ текста относится к сложнейшим видам речевой деятельности, в ходе которой носитель языка осуществляет как операции по восприятию текста, так и операции, связанные с порождением (вторичного) текста. В этом смысле выделение КС также предполагает сначала восприятие текста, а затем порождение текста-примитива. Выделенный испытуемым НКС может свидетельствовать о степени понимания текста.

Ранее было показано, что выделение НКС зависит от способа предъявления текста. Так, например, было показано, что количество выделяемых КС при устном предъявлении текста обычно меньше, чем при письменном предъявлении; что в НКС при устном предъявлении текста реже встречается глагольная лексика, чем при письменном предъявлении.

Цель нашего исследования заключалась в выявлении сходств и различий в выделении КС детьми младшего и среднего школьного возраста.

В проведенном нами эксперименте приняли участие 10 учащихся 6-х классов (возраст – 12-13 лет), 10 учащихся 4-х классов (10-11 лет), обуча-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-012-00290 «Устный и письменный нарратив как вторичный текст: особенности порождения разными категориями носителей русского языка»).

ющихся в общеобразовательных школах г. Череповца. Среди испытуемых были дети-инофоны.

Таблица 1

**Ключевые слова (КС), выделенные учениками 6-х классов**

№ п/п	Ии	КС-1	КС-2	КС-3	КС-4	КС-5
1.	И 1	мальчик	птенцы	птица	гнездо	лес
2.	И 2	птенчики	защищает	мальчик	отдаляет	гнездо
3.	И 3	мальчик	птенцы	птичка	увела	гнездо
4.	И 4	птичка	увела	дерево	защитить	птенцы
5.	И 5	мальчик	гнездышко	птичка	нарочно	увела
6.	И 6	мальчик	гнездо	птички	увел	мамаша
7.	И 7	птенчик	мама	спасла	увела	поел
8.	И 8	птенчик	птица	мальчик	спасение	защищает
9.	И 9	мальчик	птенчики	птичка	природа	спасение
10.	И 10	мальчик	птенчики	гнездо	птица	отвлечь

Испытуемым предлагалось прослушать рассказ М. Зощенко «Умная птичка»<sup>1</sup> в исполнении Ольги Вяlikовой<sup>2</sup>, а затем назвать 5 ключевых слов данного текста. Инструкция эксперимента была следующей: «Послушай данный рассказ. Назови 5 самых главных слов, важных для понимания рассказа». Эксперимент проводился индивидуально с каждым испытуемым. Велась аудиозапись всей экспериментальной процедуры.

Приведём результаты эксперимента в табличной форме.

Основные результаты.

1. Участники обеих возрастных групп выделяют чаще всего в качестве КС наименования трёх основных персонажей рассказа – *мальчик*, *птичка*, *птенчик(и)*. При этом степень вариативности номинаций выше у учащихся 6-х классов (ср. *птичка*, *птица*, *мама*, *мамаша*).

2. В ответах учащихся 4-х классов больше слов, которые не связаны напрямую с основной мыслью рассказа – умная птичка, рискуя своей

<sup>1</sup> Зощенко М. Умная птичка // Зощенко М. Рассказы для детей. Умные животные. [Электронный ресурс] Электронная библиотека «ЛИТМИР». Режим доступа: [https://www.litmir.me/br/?b=543216&p=1#section\\_8](https://www.litmir.me/br/?b=543216&p=1#section_8) (дата обращения: 01.12.2019).

<sup>2</sup> Зощенко М. Умная птичка // Русские классики детям. Рассказы Михаила Зощенко. Читает Ольга Вяlikова. Ардис. [Электронный ресурс] [https://www.youtube.com/watch?v=eq11qQcPDv4&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=eq11qQcPDv4&feature=emb_logo) (дата обращения: 01.12.2019).

жизнью, спасает выпавшего из гнезда птенчика, отвлекая внимание мальчика (ягодки, земляника, шляпа, червячок).

3. В ответах учащихся среднего школьного возраста присутствуют глаголы, которых нет в исходном тексте, но которые выражают основную идею текста (*защищает, защитит, спасла, отвлечь, отдаляет, увела*). В ответах учащихся младшего школьного возраста таких глаголов нет, есть глаголы, встречающиеся в оригинальном тексте (*упала, побежал, прыгала*).

4. В ответах учащихся младшего школьного возраста встречаются словосочетания (*пернатая птица, птица упала, уход мальчика, пропажа птенчика*). В ответах учащихся среднего школьного возраста не однословных ответов не встретилось.

Таблица 2

**Ключевые слова (КС), выделенные учениками 4-х классов**

№ п/п	Ии	КС-1	КС-2	КС-3	КС-4	КС-5
1.	И 11	мальчик	пернатый птичка	птенчики	птичка	ягодки
2.	И 12	мальчик	птенчик	гнездышко	дерево	шляпа
3.	И 13	птенчик	мальчик	пропажа птенчика	земляника	уход мальчика
4.	И 14	умный	не побоялся	не там	не обидел	прыгала
5.	И 15	птичка	птенчик	мальчик	шляпа	пернатая птица
6.	И 16	мальчик	птичка	крылышко	прыг-прыг	гнездышко
7.	И 17	мальчик	птичка	птенчики	земляника	поломанное крыло
8.	И 18	мальчик	птенчики	птичка	червячок (червячки)	птица упала
9.	И 19	птенчики	гнездо	птичка	мальчик	злой
10	И 20	мальчик	птенчик	птичка	бросил	побежал

В целом, НКС, выделенные учащимися среднего школьного возраста, свидетельствуют о более глубоком понимании текста и позволяют восстановить основной смысл событий текста. В то же время дети в возрасте 10-11 лет демонстрируют сложности с пониманием цельности текста: они не разделяют главных героев от незначительных деталей и склонны повторять услышанные в исходном тексте слова, а не выводить из них основную мысль, как это делают учащиеся средней школы.

## **Пилотное исследование когнитивного развития детей, зачатых с помощью экстракорпорального оплодотворения**

*Н.В. Зверева<sup>1,2</sup>, М.В. Зверева<sup>1</sup>, С.Е. Строгова<sup>1</sup>, И.Н. Трофимова<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ НЦПЗ, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>McMaster University, Гамильтон, Канада*

*nwzvereva@gmail.com*

**Ключевые слова:** *дети, ЭКО, когнитивное развитие, IQ, STQ77.*

В последние годы по всему миру значительно расширяется применение ЭКО (экстракорпорального оплодотворения) в практике лечения бесплодия и оказании помощи парам в зачатии ребенка, когда имеются разные объективные трудности зачатия. Литературные источники содержат зачастую противоречивую информацию по поводу разнообразных осложнений или изменений в последующей психическом, психофизиологическом развитии ребенка. Нет достоверной информации о том, что когнитивное развитие ребенка ЭКО изменено, имеющиеся сведения указывают на опережение/отставание развития, или норму (И.В. Добряков, А. Varbuscia). Существенно, что все дети этой группы – желанные и долгожданные, родители часто «вкладываются», проявляют повышенную заботу в вопросах воспитания и обучения детей.

В ФГБНУ НЦПЗ проводится исследование когнитивного развития детей, зачатых с помощью ЭКО, основная задача исследования – определить диагностический инструментарий для работы, выделить общие проблемные зоны развития, если таковые будут найдены. Данное сообщение содержит часть общего мультидисциплинарного исследования и отражает первый этап работы психологов.

**Задача исследования** – подбор инструментария для оценки когнитивного развития, определение связей между средствами диагностики.

**Испытуемые:** дети в возрасте от 5 до 12 лет, появившиеся на свет в результате ЭКО. 5 мальчиков и 6 девочек и 11 матерей. Все участвовали в исследовании добровольно, родителями подписано информированное согласие на обследование, на учете у психиатра не состоят, часть детей наблюдалась у невролога по поводу перинатальной энцефалопатии (как результат родов через Кесарево сечение). Большинство детей из полных семей, родители имеют высшее образование. Дети школьного возраста учились в обычных общеобразовательных школах, практически все они имели какие-либо дополнительные занятия (спорт, музыка и др.). Большинство детей консультировались и занимаются с психологом или логопедом.

**Методики:** тест Векслера для детей, опросник STQ77, методики оценки памяти и внимания (заучивание 10 слов и таблицы Шульте). Исследование носит пилотный характер. В ходе оценки полученных результатов проводилась следующая обработка данных: общая оценка средних данных по показателям теста Векслера и STQ77, корреляционный анализ; второй ракурс – оценка состояния памяти и внимания через применение Z-шкал, чтобы нивелировать возрастные развития в группах.

**Результаты.** Данные по тесту Векслера. Средние показатели по ВИП – 114,5, по НИП - 114,3, по ОИП – 115,8. Большинство детей (9 чел.) укладывались в рамки высокой нормы (свыше 110 баллов), только 4 человека – средняя норма. Оценки в субтестах показали следующее: наиболее высокие средние баллы были получены в вербальных субтестах (осведомленность и сходство), и в невербальном (кубики Кооса), а самые низкие средние баллы – в вербальном субтесте (словарный) и невербальном субтесте (шифровка). Можно полагать, что у большинства детей положительно сказывался опыт успешной учебы и дополнительных занятий с раннего возраста.

Результаты по STQ-77. У детей были обнаружены низкие средние значения по шкале «тревожность» и «поиск острых ощущений», относительно высокие средние значения по шкале «социальная эргичность (выносливость)» и «социальный темп». Низкие показатели тревожности свидетельствуют о хорошем психологическом состоянии детей и благоприятной семейной атмосфере.

Корреляционный анализ данных теста Векслера и STQ-77 показал на нашей выборке наличие только одной значимой отрицательной корреляции  $-0,6077$  (значимость  $r = 0,028$ ) шкалы тревожности с показателем вербального интеллекта по тесту Векслера.

Результаты методики «заучивание 10 слов». Примерно половина детей (5 чел.) имели низкие показатели эффективности запоминания, для них среднее значение этого показателя – 46 % от 100, при этом значение Z-шкалы выходило за пределы 1 стандартного отклонения (от  $-1,5$  до  $-2$ ). Вторая часть детей была более успешна, показатели эффективности запоминания были в норме (76 % от 100), при этом значение Z-шкалы не выходило за пределы среднего квадратичного отклонения ( $Z = 0$ ). Объем непосредственного слухоречевого запоминания по оценке среднего значения Z-шкалы ( $-0,63$ ) в основном укладывался в возрастные нормативы для испытуемых, можно рассматривать некоторое снижение показателя этого объема у части детей в связи с трудностями включения в деятельность, но это требует дополнительных исследований.

Показатель отсроченного воспроизведения по оценке среднего значения Z-шкалы ( $-0,17$ ) укладывается в возрастные нормативы для испытуе-

мых. Только у 2-х детей показатель Z-шкалы выходил за пределы нормативного  $\pm 1$  стандартное отклонение.

Результаты по методике «Таблицы Шульте». Сопоставление значений Z-шкал по каждой из таблиц показало, что практически все они находятся в пределах нормативного  $\pm 1$  стандартного отклонения, иные значения Z-шкал со значительным отклонением от нормы в сторону ухудшения встречались единично. Показатели вработываемости у половины испытуемых указывали на успешность деятельности внимания, у оставшихся испытуемых показатели определяют трудности вработывания при выполнении этого задания. Именно у этих детей значения Z-шкал за пределами нормативного  $\pm 1$  стандартного отклонения. Улучшенные данные по сравнению с нормой также отмечались в единичных случаях. Устойчивость внимания: в соответствии с полученными данными у половины испытуемых показатели устойчивости внимания указывали на успешность, у оставшихся испытуемых показатели определяют снижение устойчивости при выполнении этого задания.

**Резюме.** Задача данного этапа пилотного исследования – подбор методик. Результаты исследования показали определенную взаимосвязь полученных данных по разным тестам, важно, что методики, непосредственно направленные на оценку когнитивного статуса детей (тест Векслера, «Заучивание 10 слов», «Таблицы Шульте»), нацелены на разные стороны интеллектуальной деятельности, в тесте Векслера показатели не выходят за пределы нормативных и высоко нормативных, тогда как при исследовании памяти и внимания у части детей отмечаются негрубые дефициты. Т.о. методики, отражающие темповые и объемные параметры психической деятельности в ее когнитивном звене обязательно должны включаться в изучение когнитивного развития и когнитивного статуса детей, появившихся на свет в результате ЭКО.

Введение STQ-77 в исследование дает широкий спектр параметров функционального ансамбля темперамента. Возможно, низкий показатель тревожности отражает благополучное существование ребенка в семье. Значимая отрицательная корреляция шкалы тревожности и показателя вербального интеллекта хорошо увязывается с атмосферой принятия ребенка родителями и желания его развивать.

Работа только в самом начале, но полученные данные позволяют лучше ориентироваться в материале при расширении выборки. В дальнейшем следует дифференцировать детей по наличию/отсутствию перинатальной патологии, особенностям технологии ЭКО, возрасту родителей и др.

## Микродвижения глаз как стохастический процесс: метод анализа<sup>1</sup>

*В.Е. Дубровский, Е.Г. Лунякова, А.В. Гарусев*  
*Факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия*  
*vicdubr@mail.ru*

Ключевые слова: *фиксационные движения глаз, микродвижения, робастные методы сглаживания, непараметрическая регрессия.*

Большую часть зрительной информации человек получает во время фиксации взгляда на интересующем объекте. Известно, что в процессе фиксации глаза человека не являются абсолютно неподвижными. Они осуществляют так называемые микро- или фиксационные движения, произвольно смещающие ретинальную проекцию в различных направлениях в пределах 1 углового градуса. Если до середины 20 века микродвижения глаза преимущественно считались артефактом, шумом, помехой зрительному процессу, и их наличие никак не учитывалось классическими теориями зрения, то со временем взгляд на их природу и функции изменился. Фиксационные движения глаз сегодня рассматриваются как необходимая форма активности, обеспечивающая нормальное зрение, препятствуя перцептивному исчезновению изображения на сетчатке (Ditchburn and Ginsborg 1952; Tulunay-Keeseey 1982), сохраняя позицию фиксации на объекте (de Bie and van den Brink 1984), позволяя извлекать информацию о его мелких деталях (Deubel and Elsner 1986, Otero-Millan et al. 2008, Poletti, Listorti and Rucci 2013, Rucci, Ahissar and Burr, 2018).

До сих пор анализ фиксационных движений в основном проводился с помощью набора методов, доказавших свою эвристичность в исследованиях макродвижений глаз. Движения глаз традиционно рассматриваются как последовательности некоторых событий, связанных с разными типами окулomotorной и когнитивной активности наблюдателя. В большинстве случаев в качестве таких событий выступают саккады, которые можно легко выделить в записи и описать ряд их параметров, и фиксации как промежутки относительной стабильности между ними. Этот же подход обычно пытаются применить и при изучении микродвижений глаз, но здесь главную роль начинают играть микросаккады, для выделения которых предложено множество алгоритмов. К сожалению, различные методы обнаружения микросаккад приводят к отличающимся результатам, по-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект № 19-013-00784).

сколькo основываются на разных определениях этого типа фиксационных движений. Соответственно, членение записи движений глаз на последовательность событий оказывается не столь однозначным, как при анализе макроструктуры глазодвигательной активности.

Казалось бы, можно отказаться от идеи представления траекторий глаз как цепочек последовательных событий, и рассматривать их как двумерный случайный процесс. Однако методы анализа случайных процессов предполагают, что имеется возможность выделить в сигнале некоторую стационарную компоненту, допускающую усреднение. В то же время, траектория движений глаз является результатом взаимодействия нескольких процессов разного уровня, так что простое усреднение не имеет смысла.

Мы будем опираться на упрощенную двухконтурную модель системы управления движением глаз. Внешний контур управления грубо определяет текущее направление взора, задавая последовательность точек фиксации. Внутренний контур решает задачу динамической стабилизации направления взора в области точки фиксации, и порождает собственно микродвижения, являющиеся случайным процессом. Таким образом, результирующая траектория движения глаз должна определяться суммой двух управляющих воздействий. Мы исходим из предположения, что микродвижения глаз необходимы для корректной обработки информации о мелких деталях изображения. При этом естественно допустить, что внешний контур управления может изменять параметры внутреннего контура в зависимости от решаемой перцептивной задачи, что должно сказаться на характеристиках процесса микродвижений. Собственно, экспериментальная проверка этой гипотезы является нашей ближайшей целью, для чего необходимо оценивать статистические параметры микродвижений глаз – дисперсию, автокорреляционную функцию и т.п.

В соответствии с описанным выше общепринятым подходом рекомендуется последовательно анализировать микродвижения для каждой точки фиксации. Но легко видеть, что даже в этом случае процессы не будут стационарными, так как включают множество мелких скачков. Если все их считать микросаккадами и анализировать по отдельности фрагменты траектории между ними, мы получим огромное число коротких временных рядов, для каждого из которых оценка параметров случайного процесса будет иметь слишком маленькую точность. Если же использовать различные описанные в литературе методы выделения микросаккад, то непонятно как обрабатывать скачки, которые как микросаккады не идентифицируются.

Чтобы обойти эти трудности, предлагается найти оценку компоненты траектории движения глаз, обусловленную работой внешнего контура управления, используя для этого непараметрические методы сглаживания.

Если полученную оценку вычесть из полного сигнала, то остаток можно рассматривать, как собственно микродвижения.

При этом, поскольку реальные записи движений глаз включают как резкие скачки (саккады), так и отдельные выбросы, вызванные сбоями айтрекера (например, во время морганий), недопустимо использовать линейные методы сглаживания, приводящие к слишком большим ошибкам в области таких особенностей. В литературе описаны непараметрические робастные методы сглаживания, устойчивые к скачкам и выбросам сигнала. К сожалению, большинство подобных алгоритмов требует использования итерационных процедур, что значительно увеличивает время, требуемое для сглаживания даже не очень длинных записей движений глаз (порядка 300000 точек по каждому из четырех каналов при бинокулярной записи длиной в одну минуту). Вероятно, именно по этой причине такие методов обработки до сих пор практически не пользовались. Нами предложен и апробирован быстрый алгоритм непараметрического робастного сглаживания, позволяющий решать подобные задачи в реальном масштабе времени (Дубровский и др. 2019).

#### *Список литературы*

1. De Bie J., Van den Brink G. 1984. Small stimulus movements are necessary for the study of fixational eye movements. *Advances in Psychology*. Vol. 22, p. 63-70. North-Holland.
2. Ditchburn R.W., Ginsborg B.L. 1952. Vision with a stabilized retinal image. *Nature*, 170 (4314), 36-37.
3. Deubel H., Elsner T. 1986. Threshold perception and saccadic eye movements. *Biological Cybernetics*, 54(6), 351-358.
4. Poletti M., Listorti C., Rucci M. 2013. Microscopic eye movements compensate for nonhomogeneous vision within the fovea. *Current Biology*, 23(17), 1691-1695.
5. Otero-Millan J., Troncoso X.G., Macknik S.L., Serrano-Pedraza I., Martinez-Conde S. 2008. Saccades and microsaccades during visual fixation, exploration, and search: foundations for a common saccadic generator. *Journal of vision*, 8(14), 21-21.
6. Rucci M., Ahissar E., Burr D. 2018. Temporal coding of visual space. *Trends in cognitive sciences*, 22(10), 883-895.
7. Tulunay-Keesey Ü. 1982. Fading of stabilized retinal images. *JOSA*, 72(4), 440-447.
8. Дубровский В.Е., Гарусев А.В., Лунякова Е. Г. 2019. Новый метод сглаживания данных айтрекинга для анализа микродвижений глаз. // *Психология восприятия сегодня: парадигмы, теории, эмпирика: сб.научн. ст. М.: Акрополь*, 79–87.

## Switching to a familiar task as reorganization of memory: Evidence from the firing of cingulate cortex neurons<sup>1</sup>

A.A. Sozinov <sup>a,b</sup>, A.V. Bakhchina <sup>a</sup>, Yu.V. Grinchenko <sup>a,b,c</sup>,  
L.S. Zhiganov <sup>b</sup>, Yu.I. Alexandrov <sup>a,c,d</sup>

<sup>a</sup> V.B. Shvyrkov Lab. Neural Bases of Mind, Institute of Psychology, RAS,  
Moscow, Russia

<sup>b</sup> State Academic University of Humanities, Moscow, Russia

<sup>c</sup> Moscow State University of Psychology & Education

<sup>d</sup> National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia  
sozinovaa@ipran.ru

Keywords: *task switching, learning, single neuron, rabbit, neuronal selection, reorganization of memory, functional system.*

The interruption of one behavior and the transition to the execution of another are associated with a decrease in the effectiveness of alternating tasks performance. The brain underpinnings of task-switching are often described in terms of involvement of brain areas, especially in functional-anatomy studies. Conventionally, anterior cingulate cortex (ACC) is necessary during onset of task execution after switching (Hyafil et al., 2009; Machinskaya, 2015, but see Premereur et al., 2018), whereas posterior cingulate (PCC) supports its subsequent maintenance (Sohn et al., 2000). Single-neuron recordings in ACC show that the firing increases when the behavior needs to be changed (Bryden et al., 2019), and that the task selectivity of firing decreases following a task switch (Johnston et al., 2007). In PCC neurons the firing increased from the switch to repeat trials (Alexandrov et al., 1999). At the same time ACC and PCC neurons show stable selectivity to different aspects of task performance during its maintenance (Alexandrov et al., 1990; Gorkin and Shevchenko, 1991; Sozinov et al., 2008; Weible et al., 2009). Moreover, ACC and PCC have been proposed to provide memory retrieval at the early (Bontempi et al., 1999; Tracy et al., 2003) and late (Corcoran et al., 2018; Frankland et al., 2004; Frankland et al., 2006) stages of learning (see also Gabriel, 1993; Smith et al., 2018; Weible, 2013).

The ambiguity of functional descriptions of the ACC and PCC (switching and maintenance; recent and remote memories) can be solved by the assumption that both «memory retrieval» and «cognitive effort» during switching require memory reorganization. On the basis of this assumption we hypothesized that the after-switch dynamics of neuronal activity is related to the degree to

---

<sup>1</sup> The study had been supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), grant #17-06-00653.

which a neuron is task-related (i.e. «involved» in task execution). To address this issue, we recorded single-neuron activity in rabbits' ACC and PCC during switching between blocks of cycles of two food-acquisition behaviors, used by us previously (e.g., Alexandrov et al., 1990; Alexandrov et al., 2018; Sozinov et al., 2012). After learning to press the pedal on two sides of the chamber separately (one side in a session), the switching sessions were introduced, where the left and right sides of a symmetric chamber are made effective alternatively.

Single-neuron activity was recorded with glass electrodes (2,5M KCl; 3-6 MOhm @ 1 kHz) from rabbits' anterior (AP-4 mm; ML $\pm$ 1-2mm; VD+2-6 mm) or posterior (AP+9 mm; ML $\pm$ 1-2 mm) cingulate cortical areas. The signal from the electrode was amplified, digitized, threshold-discriminated and sorted to identify spikes of single neurons. Every record included at least one block of cycles on each side. All recorded cells were categorized as either «specialized» (in relation to a system of a behavioral act) or «unidentified» on the basis of probability of its activations in the separate acts (see Alexandrov et al., 2013; Alexandrov et al., 2018 for more details). To assess the changes after switching, in each block of cycles the measures of behavior and neuronal firing were assessed for the first, the second, and a median of not less than four subsequent cycles. These cycles were labeled «C1», «C2», and «C3», correspondingly.

The duration of behavioral cycles increased, rather than decreased after switching. This difference was significant for comparisons between C1 and C3 (Wilcoxon test,  $Z = -2.01$ ;  $p = 0.044$ ), as well as C2 and C3 ( $Z = -2.06$ ;  $p = 0.040$ ) and was due to the successive increase of duration of returning to the feeder (C1-C3:  $Z = -2.50$ ;  $p = 0.012$ . C2-C3:  $Z = -1.87$ ;  $p = 0.062$ . Friedman test,  $p < 0.005$ ). On the initial sample of 143 single cells, the analysis of blocks that contain the act with maximal firing frequency showed that the specialized and unidentified neurons were characterized by opposite changes of the spikes frequency after switching. Namely, in the ACC, the spike frequency of specialized neurons increased, and that of the unidentified neurons decreased after switching: separate ANOVA for the C3 has revealed the interaction of Specialization and Brain Area ( $F_{1,59} = 5.59$ ;  $p = 0.021$ ). In the PCC, the differences did not reach significance ( $p > 0.2$ ). The analysis of data that excluded blocks of cycles with errors was performed for each switching. Consequently, 77 switches with corresponding spike frequencies were analyzed. The number of specialized neurons did not allow for separate analysis of ACC and PCC neurons. The combined sample has shown the dynamics similar to that of ACC in blocks of cycles with errors. Thus, the frequency in the specific acts increased after switching from C1 to C2 (Wilcoxon test,  $Z = -2.10$ ;  $p = 0.036$ ), whereas the frequency in the acts with low activation probability decreased from C2 to C3 ( $Z = -2.64$ ;  $p = 0.008$ ).

Overall, the changes of firing did show functional relevance that differed between the two brain areas. Thus, the firing of specialized cells, i.e. cells nec-

essary for realization of the corresponding functional system, increased after switching, whereas the activity in other acts and firing of non-involved (unidentified) cells decreased. The effect was clearly evident in ACC, whereas PCC neurons did not show significant changes. This result is in correspondence with the previously described increase in the selectivity of neuronal firing in ACC after switching (Johnston et al., 2007). The dynamics of firing in ACC and PCC shows that greater activation of ACC in switch trials in relation to repeat trials revealed in functional anatomy studies might emerge from the activity of quantitatively prevailing units that do not specifically underpin task execution. In other words, the dynamics of “activations” does not reveal specific task-execution activity. Rather, it is due to activity of neurons for which specialization is not identified. As argued earlier (Alexandrov et al., 1993), unidentified neurons are specialized in relation to systems behavioral acts other than those formed in our setup. Therefore, the differences revealed with non-specialized activity measures presumably manifest the processes of reorganization of experience. Accordingly, task switching shares characteristics of novelty (Barcelo et al., 2006), and can be considered as a behavioral adaptation, or reorganization of experience. Therefore, starting a previously learned behavior can be viewed as reorganization of brain activity akin to learning (Shvyrvkov, 1986).

#### *References*

1. Machinskaya R. I. 2015. The brain executive systems. *Zhurnal Vyssheĭ Nervnoĭ Deiatelnosti Imeni I P Pavlova*, 65(1), 33–60. <https://doi.org/10.7868/s0044467715010086>.
2. Premereur E., Janssen P., Vanduffel W. 2018. Functional MRI in macaque monkeys during task switching. *Journal of Neuroscience*, 38(50), 10619–10630. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1539-18.2018>.
3. Bryden D.W., Brockett A.T., Blume E., Heatley K., Zhao A., Roesch M.R. 2019. Single neurons in anterior cingulate cortex signal the need to change action during performance of a stop-change task that induces response competition. *Cerebral Cortex*, 29(3), 1020–1031. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhy008>.
4. Alexandrov Y.I., Shevchenko D.G., Gorkin A.G., Grinchenko Y.V. 1999. Dynamics of systems organization of behavior during consecutive trials [Dinamika sistemnoj organizacii povedeniya v ego posledovatel'nyh realizacijah]. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 20(2), 82–89.
5. Corcoran K.A., Yamawaki N., Leaderbrand K., Radulovic J. 2018. Role of retrosplenial cortex in processing stress-related context memories. *Behavioral Neuroscience*, 132(5), 388–395. <https://doi.org/10.1037/bne0000223>.
6. Alexandrov Y.I., Sozinov A.A., Svarnik O.E., Gorkin A.G., Kuzina E.A., Gavrilov V.V. 2018. Neuronal bases of systemic organization of behavior. In *Advances in Neurobiology* (Vol. 21, p. 1–33). Springer New York LLC. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94593-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94593-4_1).

7. Johnston K., Levin H.M., Koval M.J., Everling S. 2007. Top-Down Control-Signal Dynamics in Anterior Cingulate and Prefrontal Cortex Neurons following Task Switching. *Neuron*, 53(3), 453–462. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.12.023>.

8. Shvyrkov V.B. 1986. Behavioral specialization of neurons and the system-selection hypothesis of learning. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities* (p. 599–611). North-Holland: Elsevier.

## **Similarity or Unity? The EEG Coherent Connections During Creating Original and Humorous Phrases via Insight<sup>1</sup>**

*L.A. Dikaya, I.S. Dikiy*  
*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*  
*dikaya@sfedu.ru*

**Ключевые слова:** *creativity, EEG coherent connections, students with special educational needs in creative expression, original ideas, insight, humour.*

The brain correlates of creativity studies have been developing intensively in the last decades. The variability of tasks performed by test subjects (from divergent tasks to musical improvisation and creating works of visual art) has led to the wide variety, and even controversy, of results (Abraham 2014, Dikaia and Dikiy 2018).

To aid in the search of the creativity's universal brain correlates one could study other complex forms of psychic activity, alike the creative one. We suppose that such a form of psychic activity, akin to creativity and, close to insight in its psychological mechanisms, could be humour. In addition, one of the unquestionable components of creativity is insight – the sudden finding of solution.

The psychological similarities of insight and humour are noted in a series of qualities: the momentarily character of understanding; being accompanied by positive emotions, connected to understanding a task or a joke; the inner conflict; breaking the taboos and overcoming the functional fixation (Martin and Ford 2018).

The neurophysiological studies of humour creation as an example of creative idea generation are single to none these days (Amir et al. 2015).

However, the discussion character of problems in similarity and even unity of psychophysiological correlates of humour generation and creativity in mod-

---

<sup>1</sup> Research was financially supported by Southern Federal University, 2020, № InGr-07/2020-02-AP.

ern scientific papers makes us consider it a perspective direction of scientific studies.

**The aim of the research** was the study of the EEG coherent connections during creating original and humorous phrases via insight.

The empirical study's test subjects were right-handed 78 students with special educational needs in the field of creative expression (students-actors, directors); the mean age being 23, with 38 men and 40 women.

The **empirical goals** of the study:

1. Study the power and character of EEG coherent connections division in artistic sphere specialists in generating original and humorous ideas using the insight-based and non-insight-based methods.

2. Conduct a comparative analysis of the EEG coherent connections prominence in test subjects during the original phrase generation via insight- and non-insight-based methods, during the humorous phrase generation via insight- and non-insight-based methods, during insight-based creation of original and humorous phrases.

**Methods.** We used method of electroencephalography (EEG).

Statistical processing of data was done using STATISTICA 13.0. The ANOVA/MANOVA analysis and the post hoc analysis according to the HSD Tukey criteria were used.

The EEG Registration was performed using 64 scalp electrodes (monopolar), with two referents using the multichannel electroencephalograph «Neirovizor-136» («MKS», Russia). The electrode resistance did not exceed 20 kOhm.

The EEG registration was performed in the calm state (eyes closed) and in the process of performing the function tests – verbal activity based on the verbal and visual material. The instructions were formulated in the way that could make the subject look for original and humorous solutions.

After finding the answer, each subject was asked to answer the question, «Is it so, that the solution was found via the insight (yes/no)?». Considering all the given answers, the EEG recordings of functional tests were differentiated into four groups for analysis: 1) Finding the original solution via insight; 2) Finding the original solution via non-insight; 3) Finding the humorous solution via insight; 4) Finding the humorous solution via non-insight.

To analyse, 5-second artefactless EEG samples were chosen in the following frequency bands: teta (4-8 Hz), alpha (8-14 Hz), beta (14-35 Hz), and gamma (35-70 Hz).

**Results.** It has been shown that in generating the original solution via the non-insight method, the coherent connections in the right hemisphere posterior cortex areas are stressed reliably stronger, than those in the left ( $p < 0.05$ ). Also have been discovered the reliable differences in the coherent connection power between the insight- and noninsight-based methods of generating a humorous

phrase: in the insight-based method, in teta- and alpha bands the coherent connections power in right hemisphere posterior cortex areas, also the power of interhemispherical coherent connections and intrahemispherical in anterior cortex is stronger than in other areas ( $p < 0.05$ ). Based on these findings, we can conclude that the insight-based method of generating humorous ideas needs higher emotional stress from test subjects, which shows in the EEG coherence in teta band. The above-mentioned results confirm the hypothesis about the psychophysiological correlates of original and humorous ideas being different from each other based on the insight- or noninsight-based method of solving the creative task.

In generating the original and humorous idea in alpha band, the strong coherent connections were found in right hemisphere prefrontal cortex areas and left hemisphere posterior cortex areas. This is a natural connection, known as the «creativity axis», and has been described in the studies of other types of creative tasks (Sviderskaya 2011).

### **Conclusions.**

1. Outlined were the EEG coherent connection, most strongly stressed in the artistic field specialists in generating original and humorous ideas. Those are the intra- and interhemispherical coherent connections in anterior, mostly prefrontal, and posterior, mostly occipital cortex areas.

2. EEG coherent connections in the right hemisphere prefrontal cortex areas and interhemispherical connection in the occipital cortex areas of both hemispheres in all the studied bands are stressed in the insight-based method (both original and humorous solutions). Based on that we can conclude the similarity of these EEG correlates of creativity and humour.

3. The differences between these EEG correlates show in that the specific areas for the insight-based humour generation were the right hemisphere occipital areas.

### *References*

1. Abraham A. 2014. Creative thinking as orchestrated by semantic processing vs. cognitive control brain networks. *Frontiers in Human Neuroscience* 8, 95.
2. Amir O., Biederman I., Wang Z., Xu X. 2015. Ha Ha! Versus Aha! A direct comparison of humor to nonhumorous insight for determining the neural correlates of mirth. *Cerebral Cortex* 25 (5), 1405-1413.
3. Dikaia L., Dikiy I. 2018. Bioelectrical activity of cerebral cortex at different stages of the creative artistic process in artists. *International Journal of Psychophysiology* 131 S, 19.
4. Rod A. Martin, Thomas E. Ford 2018. *The Psychology of Humor: An Integrative Approach*. London, San Diego, Cambridge, Oxford: Elsevier Science, Academic Press.

5. Sviderskaya, N.E 2011 Features of the spatial organization of EEG and psychophysiological characteristics of the person with the divergent and convergent thinking types. *Human Physiology* 37(1), 36–44.

## Психологические характеристики носителей иностранных языков<sup>1</sup>

И.С. Дикий<sup>1</sup>, Л.А. Дикая<sup>1</sup>, Д.В. Королев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Международный языковой центр «Контекст», Ростов-на-Дону, Россия  
dikaya@sfedu.ru

Ключевые слова: *special educational needs, psychological characteristics, bilinguals, polylinguals, foreign languages.*

Билингвизм и полилингвизм являются комплексными, многогранными феноменами, имеющими как лингвистическую природу, так и социальную детерминированность, подкрепляемую психологическими аспектами.

В современной западной психолингвистике и психологии активно изучаются вопросы билингвизма и полилингвизма с позиций эмоционального восприятия и эмпатии (Dewaele and Wei 2013), нейропсихологического подхода (Котик 2014), связи билингвизма с психическим здоровьем и эмоциональной уравновешенностью (Martinovic and Altarriba 2013), с дивергентным мышлением (Kharkhurin 2010), с когнитивным контролем (Biyalistic et al. 2012). Между тем, в отечественной науке тема психологического аспекта билингвизма и полилингвизма остается малоизученной, несмотря на неоспоримую мультязыковую межкультурную среду России.

**Цель исследования:** изучение психологических характеристик носителей иностранных языков.

В исследовании приняли участие учащиеся с особыми образовательными потребностями в освоении иностранных языков культурно-языкового центра «Альянс Франсез» и студенты Южного федерального университета в количестве 46 человек в возрасте от 18 до 61 лет: 39 женщины, 7 мужчин.

В зависимости от количества языков, которыми они владеют, все участники были разделены на три условные группы: 1) билингвы – 17 человек; 2) полилингвы – 14 человек; 3) носители русского языка (контрольная группа) – 15 человек. Участники исследования являются «искус-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Южного федерального университета, 2020, № ВнГр-07/2020-02-АП.

ственными» билингвами и полилингвами, так как обучение иностранному языку у них основано на реализации актуализированных языковых образовательных потребностей в школе, вузе, центре, а не в рамках семьи.

**Гипотеза исследования:** различия в психологических характеристиках билингвов и полилингвов могут быть обусловлены особенностями доминирующих у них стилей мышления.

**Эмпирические задачи исследования:**

1. Провести сравнительный анализ выраженности психологических характеристик между носителями иностранного языка и монолингвами, между билингвами и полилингвами.

2. Провести корреляционный анализ психологических характеристик у носителей иностранных языков.

Психологическое тестирование проводилось с помощью следующих методик:

1. Опросник «Стили мышления» А.А. Алексеева и Л.А. Громовой (1993: 351).

2. Пятифакторный опросник личности BFI в модификации S. Shchebetenko, (2014: 129-148).

3. Тест самооценки психических состояний Айзенка.

4. Тест Томаса-Килмана на поведение в конфликтной ситуации.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета компьютерных программ STATISTICA 13.0. Проведены описательный, сравнительный и корреляционный анализы.

**Результаты исследования.** Выявлены следующие достоверные различия между носителями иностранных языков и учащимися на одном языке: склонность к привлечению внимания у носителей иностранного языка выше ( $p < 0.05$ ), что может быть объяснено меняющимися социальными требованиями к поиску работы и условиям успешной трудовой деятельности и комфортной жизни; склонность к пластичности у носителей иностранного языка выше ( $p < 0.05$ ), что может быть объяснено нуждой в переключении с логики одного языка на логику другого в максимально быстрое время.

В результате сравнительного анализа психологических характеристик билингвов и полилингвов выявлено доминирование у билингвов реалистического стиля мышления ( $p < 0.05$ ), что может быть объяснено их рациональностью, в то время как у полилингвов доминирует идеалистический стиль мышления ( $p < 0.05$ ).

Показано, что билингвы достоверно более склонны к пассивности в поведении, в то время как полилингвы – к активности ( $p < 0.05$ ), что связано с доминирующими у них стилям мышления.

Достоверно подтверждено, что билингвы, в отличие от полилингвов, демонстрируют более высокий уровень привязанности, а также более

склонны проявлять теплоту, открыты к сотрудничеству, чаще проявляют понимание и уважение к другим, тогда как полилингвы, более склонные к соперничеству ( $p < 0.05$ ). Эти результаты также могут быть объяснены предпочтением билингвами реалистичного стиля мышления, так как вышеназванные характеристики являются более социально приемлемыми и обуславливающими крепкие деловые социальные контакты.

Обосновано, что полилингвы демонстрируют более высокий уровень агрессии, чем билингвы ( $p < 0.05$ ), что может быть связано с их идеалистическим стилем мышления, отсутствием понимания конкретной проблемы, поиска ее решения, осознания ее причин и последствий.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют заключить о том, что стили мышления наиболее сильно и широко взаимосвязаны с исследуемыми психологическими характеристиками билингвов, монолингвов и полилингвов, что подтверждает выдвинутую гипотезу.

Выявленные в исследовании психологические закономерности получили практическое применение в методической разработке курсов изучения иностранных языков для билингвов или полилингвов, в создании оптимального психологического климата на местах работы билингвов и полилингвов.

#### *Список литературы*

1. Алексеев, А.А., Громова, Л.А. 1993. Поймите меня правильно, или Книга о том, как найти свой стиль мышления, эффективно использовать интеллектуальные ресурсы и обрести взаимопонимание с людьми. С.-Пб.: Экономическая школа, 351.
2. Котик Б. 2014 Как учить язык, чтобы выучить. Иерусалим: Изд-во «ЛИ-РА», 167.
3. Bialystok E., Craik F.I.M., Luk G. 2012. Bilingualism: consequences for mind and brain. Trends in cognitive sciences 16 (4), 240-250.
4. Dewaele J.M., Wei L. 2013. Is multilingualism linked to a higher tolerance of ambiguity? Bilingualism: Language and Cognition 16 (1), 231-240.
5. Kharkhurin A.V. 2010. Bilingual verbal and nonverbal creative behavior. International journal of bilingualism 14 (2), 211-226.
6. Martinovic I., Altarriba J. 2013. Bilingualism and Emotion: Implications for Mental Health. The Handbook of bilingualism and multilingualism, 292.
7. Shchebetenko, S. 2014. «The best man in the world»: Attitudes toward personality traits. Psychology. Journal of Higher School of Economics 11(3), 129-148.

## Гиппокамп грызунов из природных популяций: оценка объема методом магнитно-резонансной томографии

В.А. Лукьянова<sup>1</sup>, М.А. Абакумов<sup>2</sup>, О.И. Ефимова<sup>3</sup>,  
В.М. Малыгин<sup>1</sup>, М.Г. Плескачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия

<sup>2</sup>ЦКП «Медицинские и биотехнологические нанотехнологии»  
Российского национального исследовательского  
медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

<sup>3</sup>Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия  
luckjanova.nika@yandex.ru

Ключевые слова: гиппокамп, морфология, МРТ, мыши, полевки.

Гиппокамп (ГП) – одна из ключевых структур переднего мозга, контролирующая разные аспекты пространственной когнитивной деятельности. ГП критически необходим для исследования незнакомой среды, оценки ее изменений, для пространственного обучения, памяти и эффективной навигации животных и человека (O'Keefe and Nadel 1978, Strange et al. 2014, Harland et al. 2017). Исследование ГП животных из природных популяций может существенно дополнить знания, полученные на лабораторных мышах и крысах. Размеры индивидуального участка грызунов в природе значительно превышают размеры лабораторных установок, а виды различаются по экологии и навигационным стратегиям. Видовое разнообразие морфологии ГП грызунов практически не изучено. Единичные опубликованные данные предполагают связь объема ГП с особенностями пространственного поведения, размером индивидуального участка и пространственной памятью животных (Jacobs 1995, Jacobs and Menzel, 2014; Яскин 2011). Магнитно-резонансная томография (МРТ) – быстрый и неразрушающий метод, позволяющий оценить объемы отдельных структур мозга. Исследования мозга грызунов диких видов методом МРТ очень редки (Yee et al. 2016).

Целями нашей работы было: 1) оценить объем ГП у грызунов разных видов, включая два семейства: а) мышьиные – Muridae, в том числе у желтогорлой мыши (*Sylvaemus flavicollis*, SF), малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis*, SU) и полевой мыши (*Apodemus agrarius*, AA); и б) хомяковые – Cricetidae, в том числе у рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*, CG) и полевки-экономки (*Microtus oeconomus*, MO); 2) провести сравнение объемов гиппокампа диких грызунов и лабораторной мыши линии C57BL/6 (*Mus musculus*, C57).

В работе использовали молодых самцов грызунов пяти видов, отловленных на территории Звенигородской биостанции МГУ. Лабораторные мыши-самцы в возрасте 2 месяцев были получены из питомника «Столбо-

вая». Регистрировали массу тела и массу мозга, фиксированного транскардиальной перфузией раствором формальдегида по стандартному протоколу. Для оценки объема ГП образцы мозга сканировали с использованием магнитно-резонансного томографа ClinScan 7T (Bruker Biospin, США) во фронтальной проекции с шагом 0,63 мм. Для идентификации ГП использовали атлас мозга мыши (Allen Mouse Brain Atlas 2004) и атлас мозга полевки (Vandebroek et al. 1999). Площадь ГП и полушарий переднего мозга измеряли в программе MultiVox Dicom Viewer (v5.5.6093). Объем ГП рассчитывали по формуле:  $\Sigma(((S1+S2)*h)/2)$ , где h – шаг, S1 и S2 – площади структур соседних виртуальных срезов. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Таблица 1

#### Сравнительная характеристика грызунов из природных популяций<sup>4</sup>

Вид	Масса тела, г	Масса мозга, мг	Объем гиппокампа, мм <sup>3</sup>	Объем полушарий, мм <sup>3</sup>	(Объем гиппокампа / Объем полушарий) *1000, мм <sup>3</sup>	(Масса мозга / Масса тела) *1000, г
CG	16.6±0.2	540±3.6	36.4±1.6	423.3±15.4	86.0±1.6	32.6±0.2
MO	19.7±0.9	585±11.2	30.6±1.1	441.2±7.8	69.3±1.4 ***	30±1.0 *
AA	13.7±0.2	520±7.7	31.3±0.9	399.6±7.5	78.3±1.6 **, ##	38±0.3 ***, ###
SU	15.4±0.5	550±10	31.5±0.8	412.3±4.4	76.3±1.8**, #	36±1.5 *, ##
SF	33.5±2.3	813.3±6.1	48.9±1.8	604.3±6.8	81.0±3.0 ##	24.8±1.6***, #, ^^, \$\$\$
C57	20.9±0.3	452±4.8	18.9±0.3	335.3±3.1	56.5±0.7	21.7±0.3

<sup>4</sup> указаны средняя ± ошибка средней; \*, \*\*, \*\*\* – отличия видов от CG (p < 0.05, p < 0.01, p < 0.001); #, ##, ### – отличия видов от MO; ^^ и \$\$\$ – SF, отличия от AA и SU, соответственно (p < 0.001).

Анализ данных MPT выявил значительные отличия мозга грызунов из природных популяций (табл. 1). Масса мозга SF значительно превышала аналогичные показатели других видов (p < 0.001). Мозг MO был больше мозга CG (p < 0.01), SU (p < 0.05) и AA (p < 0.001). Наибольшие значения индекса массы мозга относительно массы тела отмечены у AA, SU и CG. По объему полушарий SF и MO отличались от других видов, и они же имели самую высокую массу тела (p < 0.01).

Абсолютный и относительный объемы гиппокампа и объемы полушарий лабораторных мышей оказались значительно ниже, чем у других грызунов ( $p < 0.001$ ). Масса мозга SF значительно превышала аналогичные показатели других видов ( $p < 0.001$ ). Мозг MO был крупнее мозга CG ( $p < 0.01$ ), SU ( $p < 0.05$ ) и AA ( $p < 0.001$ ). Наибольшие значения индекса массы мозга относительно массы тела отмечены у AA, SU и CG. По объему полушарий SF и MO отличались от других видов, и они же имели самую высокую массу тела ( $p < 0.01$ ).

Таким образом, были обнаружены значительные видовые различия абсолютных и относительных объемов ГП. Наибольшие индексы объема ГП относительно объема полушарий отмечены у CG, наименьшие – у полевки другого вида – MO. Это может быть обусловлено особенностями экологии этих видов, в частности, размерами индивидуального участка. Так, для рыжей полевки характерны более крупные индивидуальные участки (Никитина 1972). У мышей SU, SF и AA относительные объемы ГП не отличались. Они оказались ниже, чем у полевки CG, но выше, чем у полевки MO. Таким образом, помимо различий в экологии, морфологические особенности гиппокампа могут отражать и таксономические особенности разных семейств.

Работа выполнена на базе ЦКП «Медицинские нанобиотехнологии» ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

#### *Список литературы*

1. Harland B., Contreras M., Fellous, J.-M. 2017. A role for the longitudinal axis of the hippocampus in multiscale representations of large and complex spatial environments and mnemonic hierarchies. In: A. Stuchlik (Ed.), *The Hippocampus - Plasticity and Functions*. 10.5772/intechopen.71165, 67-104.
2. Jacobs L.F. 1995. The ecology of spatial cognition: adaptive patterns of hippocampal size and space use in wild rodents. In: Alleva E., Fasolo A., Lipp H.-P., Nadel L. (Eds.) *Behavioural brain research in naturalistic and semi-naturalistic setting*. Dordrecht: Springer, 301–322.
3. Jacobs L.F., Menzel R. 2014. Navigation outside of the box: what the lab can learn from the field and what the field can learn from the lab. *Movement Ecology* 2(1), 3.
4. O'Keefe J., Nadel L. 1978. *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford: Oxford University Press.
5. Strange B., Witter M.P., Lein E.S., Moser E.I. 2014. Functional organization of the hippocampal longitudinal axis. *Nature Reviews Neuroscience* 15, 655-669.
6. Vandebroek I., Bouche K., D'Herde K., Caemaert J., Roels, F., Odberg, F. O. 1999. A stereotaxic atlas of the forebrain of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*). *Brain Research Bulletin* 48, 555-567.
7. Yee J.R., Kenkel W.M., Kulkarni P., Moore K., Perkeybile A.M., Toddes S., Ferris C.F. 2016. BOLD fMRI in awake prairie voles: A platform for translational social and affective neuroscience. *Neuroimage* 138, 221-232.
8. Никитина Н.А. 1972. О размерах индивидуальных участков грызунов фауны СССР. *Зоологический журнал* 51 (1), 119-126.
9. Яскин В.А. 2011. Сезонные изменения размера гиппокампа и пространственного поведения у млекопитающих и птиц. *Журнал общей биологии* 72 (1), 27–39.

## **Идентификация минорной фракции синаптосом в гиппокампе, в которой функциональные маркеры дофаминергических и холинергических пресинапсов коррелируют с консолидацией пространственной обстановочной памяти**

*Е.И. Захарова<sup>1</sup>, З.И. Сторожева<sup>2</sup>, А.Т. Прошин<sup>3</sup>,  
М.Ю. Монаков<sup>1</sup>, А.М. Дудченко<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия  
zakharova-ei@yandex.ru*

*Ключевые слова: консолидация пространственной обстановочной памяти, способности к консолидации памяти, водный лабиринт Морриса, гиппокамп, неокортекс, фракции легких и тяжелых синаптосом, пресинапсы дофаминергических неронов, пресинапсы холинергических нейронов, тирозингидроксилаза, холинацетилтрансфераза.*

Актуальной проблемой в изучении механизмов когнитивных функций является поиск медиаторно-специфических структур, ответственных за консолидацию памяти. Обоснованный интерес представляют синапсы нейронов, вовлеченных в формирование памятного следа (Rossato et al., 2018; Kedrov et al., 2019; Скребицкий и Шаронова, 2018), и среди них – проекционные холинергическая (ХЭ) и дофаминергическая (ДА) системы неокортекса и гиппокампа (Lisman, Grace, 2005; Yi et al., 2015; Takeuchi et al., 2016; Naam and Yakel, 2017; Rossato et al., 2018). Мы использовали нейрохимические подходы для исследования синаптических коррелятов консолидации пространственной обстановочной памяти (ПОП). В субфракциях синаптических мембран и синаптоплазмы, изолированных из фракций «легких» (С) и «тяжелых» (D) синаптосом неокортекса и гиппокампа крыс, предварительно обученных в ПОП модели в водном лабиринте Морриса, определяли активность тирозингидроксилазы (ТГ) и холинацетилтрансферазы (ХАТ). Оба фермента являются маркерами, соответственно, ДА и ХЭ синапсов, а также могут служить индикаторами их функционального состояния (Zakharova and Dudchenko, 2014). Способности к формированию долговременной памяти оценивали в первой попытке второго дня обучения по времени достижения скрытой платформы (Т). По способно-

стям к консолидации ПОП обученные крысы были разделены на способных ( $n = 4-5$ ), средне-способных ( $n = 4-5$ ), средне-неспособных ( $n = 4$ ) и неспособных ( $n = 4$ ) животных. В результате исследования был выявлен паттерн корреляций в синаптических фракциях неокортекса и гиппокампа между значениями Т и активностью ТГ и/ или ХАТ, индивидуальный для каждой группы. Также, были выявлены ассоциативные связи между активностью ТГ и ХАТ в этих фракциях, организованные закономерным образом, а именно: 1) ДА пресинапсы фракции D гиппокампа были связующим звеном между ДА и ХЭ пресинапсами неокортекса и гиппокампа, вовлеченными в нейрональную сеть консолидации ПОП, у крыс с высокими и средними способностями; 2) у крыс со слабыми способностями (у которых на исследованном этапе консолидации ПОП не наблюдалась или, возможно, была не завершена) роль связующего звена выполняли ХЭ пресинапсы фракции С гиппокампа, которые не участвовали в механизмах консолидации ПОП ни в одной из остальных групп крыс. Это позволяет предполагать, что ДА пресинапсы из фракции D гиппокампа выполняют ключевую роль в консолидации ПОП. Результаты согласуются с данными исследований об участии ДА проекционных нейронов в механизмах долговременной памяти (Lisman, Grace, 2005; Takeuchi et al., 2016; Rossato et al., 2018). В подтверждение нашего предположения, только в ДА пресинапсах фракции D гиппокампа ДА-Т корреляция проявилась во всех группах крыс. При этом наблюдалась инвертированная U-обратная зависимость способностей крыс к консолидации ПОП от уровня активности ТГ, достоверно минимальной у неспособных крыс, средней у крыс со средними способностями и максимальной у таковых с высокими способностями. Отметим, что эти данные демонстрируют один из возможных механизмов инвертированных U-образных эффектов ДА лигандов на функции памяти (Floresco, 2013). Далее, только у крыс с высокими способностями, активность ХАТ в пресинапсах фракции D гиппокампа коррелировала с активностью ТГ той же фракции, что подтверждает ранее полученные данные о вовлечении этой ХЭ популяции пресинапсов в механизмы консолидации ПОП (Захарова и др, 2018). Эта и другие наши работы свидетельствуют, что ХЭ пресинапсы фракций С и D функционально различны и принадлежат разным популяциям ХЭ нейронов (Zakharova and Dudchenko, 2014). И в неокортексе, и в гиппокампе, во фракциях С (мажорных по содержанию белка и активности ХАТ) концентрируются пресинапсы подкорковых проекционных ХЭ нейронов, важная роль которых в когнитивных процессах хорошо известна (Yi et al., 2015; Naam and Yakel, 2017; Zakharova and Dudchenko, 2014). Во фракциях D, по нашему предположению, концентрируются пресинапсы ХЭ интернейронов и их функциональное значение практически не изучено. Недавно были получены аргументы в пользу участия ХЭ интер-

нейронов гиппокампа в когнитивных процессах (Yi et al., 2015). В заключение, получены данные об участии ДА и ХЭ пресинапсов малоизученной фракции D гиппокампа в консолидации ПОП, которые могут представлять интерес в проблеме нейрональной организации памяти.

#### Список литературы

1. Rossato J.I., Moreno A., Genzel L., Yamasaki M., Takeuchi T., Canals S., Morris R.G.M. 2018. Silent Learning. *Curr Biol* 28(21), 3508-3515.e5.
2. Kedrov A.V., Durymanov M., Anokhin K.V. 2019. The Arc Gene: retroviral heritage in cognitive functions. *Neurosci Biobehav Rev* 99, 275-281.
3. Lisman J.E., Grace A.A. 2005. The hippocampal-VTA loop: controlling the entry of information into long-term memory. *Neuron* 46(5):703-13.
4. Yi F., Catudio-Garrett E., Gábríel R., Wilhelm M., Erdelyi F., Szabo G., Deisseroth K., Lawrence J. 2015. Hippocampal "cholinergic interneurons" visualized with the choline acetyltransferase promoter: anatomical distribution, intrinsic membrane properties, neurochemical characteristics, and capacity for cholinergic modulation. *Front Synaptic Neurosci* 7, 4.
5. Takeuchi T., Duzskiewicz A.J., Sonneborn A., Spooner P.A., Yamasaki M., Watanabe M., Smith C.C., Fernández G., Deisseroth K., Greene R.W., Morris R.G.M. 2016. Locus coeruleus and dopaminergic consolidation of everyday memory. *Nature* 537, 357–362.
6. Haam J., Yakel J.L. 2017. Cholinergic modulation of the hippocampal region and memory function. *J Neurochem* 142(Suppl 2), 111–121.
7. Zakharova E.I., Dudchenko A.M., 2014. Synaptic soluble and membrane-bound choline acetyltransferase as a marker of cholinergic function *in vitro* and *in vivo*. In: Th. Heinbockel (ed.) *Neurochemistry*. Croatia, Rijeka: InTech, 143-178.
8. Floresco S.B. 2013. Prefrontal dopamine and behavioral flexibility: shifting from an «inverted-U» toward a family of functions. *Front Neurosci* 7, 62.
9. Скребицкий В.Г., Шаронова И.Н. 2018. Современные проблемы синаптической пластичности. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 12, 60-69.
10. Захарова Е.И., Сторожева З.И., Прошин А.Т., Монаков М.Ю., Дудченко А.М. 2018. Специфичность холинергических механизмов обучения и памяти у крыс с различным уровнем способностей к пространственному обстановочному обучению в водном лабиринте Морриса. *Патол физиол эксперим тер* 62(4): 13-20.

## Принципы эффективного функционирования памяти шахматиста

*Е.Е. Васюкова*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*katevass@yandex.ru*

В работе Дьяков 1926 г. было показано, что шахматных маэстро отличается способность профессионального запоминания (шахматных партий и позиций), приобретаемая долгим профессиональным опытом. Как обнаружено в метаанализе J.H. Moxley & N.Charness (2013), в задаче запоминания шахматных позиций имеется одинаково сильное влияние и квалификации, и возраста. Эффект возраста на шахматное вспоминание отрицательный, а мастерства положительный, соответственно,  $- .486$  и  $.512$ ,  $p < .001$ .

В соответствии с факторной моделью шахматного мастерства (Charness et al. 1996), мотивационно-личностные и социально-информационные факторы воздействуют на когнитивную систему посредством практики, что и приводит к мастерскому исполнению. Значимым для мастерства оказался серьезный самостоятельный анализ партий (Charness et al. 2005).

Использование в шахматах компьютерных информационно-поисковых систем и игровых компьютеров и программ привело к изменениям творческой деятельности шахматиста, которая в условиях компьютеризации осталась за человеком (Vasyukova 2019). Произошло повышение значимости серьезного самостоятельного анализа и временных затрат на него, значительное повышение доли времени на изучение дебюта. Границы творчества сдвинулись к порождению идей, спокойным позициям, эндшпилю, самостоятельной игре за доской. Ряд известных шахматистов, творивших в 70-80-е, в компьютеризации видят тормоз для творческой работы, говорят о том, что шахматные соревнования превратились в соревнование памяти, а не мышления.

Вторжение компьютеров в шахматы привело к лавинообразному росту дебютной теории. Точность игры возросла. Многие варианты, которые прежде считались сложными, непонятными, игровыми, ныне проанализированы до однозначной оценки или даже до голых королей. И все это надо помнить. Нагрузка на память возросла. Проблемы, вставшие перед шахматистами с появлением компьютеров в 1990-е, еще более заостряются в 21 веке. Это проблема запоминания, а также проблема соотношения памяти и творчества.

Анализ партий – одно из условий роста мастерства. В условиях компьютеризации возможен просмотр партий в автоматическом режиме либо в

режиме перемещения фигур самим шахматистом с помощью мышки, шахматист может также вслепую читать тексты партий, представленных в базе данных информационно-поисковых систем.

Чем определяется результативность запоминания партий (шахматных ходов), эффективность эпизодической памяти?

В работе Tulving and Thomson 1973 было показано, что в эпизодической памяти действует принцип «специфичности кодирования»: доступность информации из прошлого определяется совпадением «ключевых» элементов ситуации кодирования и извлечения. С нашей точки зрения, в шахматах этот принцип играет медиаторную роль. Главные же принципы – деятельностной специфичности и развития (Васюкова 2017).

Цель нашей работы – выявить принципы эффективного функционирования эпизодической памяти (на материале шахматной игры) и создать структурную модель запоминания шахматистами дебютных последовательностей.

Гипотеза – эффективность запоминания дебютных последовательностей зависит от взаимодействия принципов деятельностной специфичности, развития и специфичности кодирования, т.е. от соответствия запоминаемого материала содержанию предшествующей деятельности, от возрастной динамики памяти и соответствия условий запечатления и воспроизведения.

Метод – запоминание дебютных последовательностей в трех условиях – восприятия, совершения ходов самим шахматистом и воображения ходов. В каждом условии 6 партий глубиной 10 ходов. Воспроизведение осуществлялось совершением ходов на доске самим шахматистом.

Применялось структурное моделирование.

Испытуемые – 39 шахматистов до и после 40 лет (эксперты и неэксперты).

Обнаружено, что знания дебютов, за которыми лежит самостоятельный анализ партий, помогают экспертам в запоминании дебютных последовательностей, а отсутствие таких знаний затрудняет запоминание неэкспертов. Эксперты при запоминании используют вербальные коды. Динамику воспроизведения дебютных последовательностей в зависимости от условий запоминания можно представить, как линейную функцию, в которой есть некая константа (уровень) и угол наклона. Уровню соответствует воспроизведение при запоминании в условиях восприятия ходов, а углу наклона – рост запоминания по мере сближения условий запечатления и воспроизведения. Уровень положительно зависит от квалификации (коэффициент .439) и отрицательно от возраста (-.534), а угол наклона – от взаимодействия этих факторов (.344). Режим автопросмотра при запоминании дебютных последовательностей наиболее благоприятен для экспертов до 40 лет, тогда как эксперты после 40 в наибольшей степени выигрывают от

разыгрывания последовательностей ходов самим шахматистом. Процесс запоминания – сложный процесс, эффективность которого обусловлена единством трех принципов функционирования эпизодической памяти – специфичности кодирования, деятельностной специфичности и развития. Причем внутренние факторы (мастерство, за которым стоит преднамеренная тренировка и прежде всего серьезный самостоятельный анализ, а также возраст) определяют эффективность запоминания не непосредственно, а посредством внешнего фактора – соответствия условий запечатления и воспроизведения.

#### Список литературы

1. Дьяков И.Н. 1926. Психограмма шахматиста. Шахматы. № 4.
2. Moxley J.H. & Charness N. 2013. Meta-analysis of age and skill effects on recalling chess positions and selecting the best move. *Psychon. Bull. Rev.* DOI 10.3758 / sl 3423-013-0420-5. Published online: 19 March 2013.
3. Charness N., Krampe R. & Mayr U. 1996. The role of practice and coaching in entrepreneurial skill domains: An international comparison of life-span chess skill acquisition. In: K.A. Ericsson (ed.) *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games.* Mahwah, NJ: Erlbaum, 51-80.
4. Charness N., Tuffiash M., Krampe R., Reingold E. and E. Vasyukova E. 2005. The role of deliberate practice in chess expertise. *Applied Cognitive Psychology.* V. 19, No. 2, 151-165.
5. Vasyukova E. 2019. Chess-player' creative activity, transformed by information technologies // XVI European Congress of Psychology (ECP 2019) (2–5 July, 2019, Lomonosov Moscow State University, Moscow): *Book of Abstracts.* Moscow: Moscow University Press, 1272.
6. Tulving E., Thomson D.M. 1973. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, № 80, 352-373.
7. Васюкова Е.Е. 2017. Функционирование эпизодической памяти: принципы и факторы эффективности // *Психология когнитивных процессов / под ред. Селиванова В.В. (сборник статей): Материалы 6-ой всероссийской, научно-практической конференции.* Смоленск: Изд-во СмолГУ, 7-19.

## DNA as a unit of consciousness

V.A. Ivashkina

Center for additional education of children, Dimitrovgrad, Russia  
valeryiva@yandex.ru

Keywords: *consciousness, DNA, quantum effects, replication, transcription, quantum entanglement, superposition, quantum coherence, quantum tunneling.*

Currently, there are more and more so-called quantum hypotheses of consciousness, but none of them has been officially recognized. At the same time, biologists are approaching an increasing understanding of the genetic and epigenetic processes underlying cognitive activity. Moreover, there are papers on quantum effects in the DNA molecule itself – such as quantum entanglement, superposition, quantum coherence, and quantum tunneling. Given that DNA replication in neurons is an extremely limited process, we can assume that the so-called «unit of consciousness» can be a DNA molecule (because in nerve cells it can fully perform the function of storing and transmitting information). Moreover, the neurons in the brain are connected into a complex hyper network, which makes it possible to form, in fact, the neural network of structural units of information carriers – DNA molecules.

**1. Quantum hypotheses of consciousness.** The quantum mind or quantum consciousness is a group of hypotheses which proposes that classical physics cannot explain consciousness. It posits that quantum mechanical phenomena, such as quantum entanglement and superposition, may play an important part in the brain's function and could form the basis for an explanation of consciousness. Penrose-Hameroff microtubules [1], Matthew Fischer qubits [2], Karl Pribram quantum holography [3], concepts of Mario Beauregard [4], David Pearce [5], Deepak Chopra [6], etc. – they all share the desire to find the mysterious substratum of consciousness using quantum theory. The main argument against assumptions about quantum consciousness is that quantum States decohere before they reach a spatial and energy level sufficient to influence neural processes [7-10]. The brain is simply too hot for quantum states to be influential [11].

**2. Quantum phenomena in DNA.** At the same time, Erwin Schrodinger, one of the pioneers of quantum mechanics, argued that living systems somehow bypass decoherence. He wrote that genetic information had to be encoded at the molecular level as ‘an unusually large molecule which has to be a masterpiece of highly differentiated order, safeguarded by the conjuring rod of quantum theory’ [12]. He even suggested that ‘mutations are actually due to quantum jumps in the gene molecule’ [13].

Schrodinger's book influenced both James Watson and Francis Crick, the co-discoverers of the DNA double helix, and was a factor in their decision to investigate the nature of genes [14].

In 1963, Per-Olov Lowdin published proton tunneling as another mechanism for DNA mutation. In his paper, he stated that there is a new field of study called «quantum biology» [15]. Theoretical and experimental approaches have also explored the role of proton tunnelling in the generation of DNA base tautomers [16].

In 2000, Indian researcher Apoorva Patel proposed a quantum algorithmic mechanism for DNA replication and protein synthesis [17].

In 2011 the researchers [18] have modeled the electron clouds of nucleic acids in DNA as a chain of coupled quantum harmonic oscillators with dipole-dipole interaction between nearest neighbours resulting in a van der Waals type bonding. According to calculations, for realistic parameters nearest neighbor entanglement is present even at room temperature. By comparing our model with numerical simulations [19] authors conclude that entanglement may play a crucial role in explaining the stability of the DNA double helix. This work shows counterexample to the believe that living systems are too hot and wet to sustain coherence and entanglement.

In the same year, it was shown that the capturing of low-energy electrons by DNA is highly spin selective at room temperature. According to scientists, the spin may play an important role in electron-DNA interactions in biological systems [20].

A group of American scientists in 2016 described the alleged mechanism of how quantum entanglement in DNA synchronizes double-strand breakage by type II restriction endonucleases [21].

Finally, in 2019, experimental evidence supportive of the quantum DNA model were obtained. Matthew Michelik modeled the DNA molecule as a quantum logic processor in which electron spin qubits are held coherently in each nucleotide. He experimentally showed that two separate DNA strands that share quantum entangled electrons can be mitotically divided into individual cells, and thus into two individual cell cultures. His initial experiments to validate the quantum DNA model have shown correlations in the depolarizations between separated cloned neuronal cell cultures. The phase locking of the oscillatory depolarizations is theoretically related to correlations between entangled electrons in the DNA in the nuclei of those respective cells [22]. Stuart Hameroff and Roger Penrose had previously made a good argument that the microtubules in cells functioned via quantum mechanical effects that could be interrupted by general anesthetics. Because microtubules provide communication between the nucleus and other cellular components, it was hypothesized that microtubules function as «quantum wires» [23].

**3. DNA replication in the brain.** Until recently, it was believed that replication of DNA synthesis in differentiated neurons is absent. But in 1998, the first

report of neurogenesis in the hippocampus appeared [24]. Currently, there are works both proving and disproving neurogenesis in adults [25-31]. In any case, it is worth recognizing that DNA replication – a key cellular process associated with the formation of new cells – is very limited in neurons.

**4. Genetic conditioning of higher cognitive functions.** Currently, the relationship between the transcription of certain genes and cognitive processes is hardly in doubt. There are even works devoted to the genetic and epigenetic prerequisites of creative activity [32-37].

**5. DNA transcription.** At the same time the process of genetic information transcription can be visualized in the framework of quantum information theory. When a DNA is regarded as a linear repository of sequence information the quantum entanglement can be used to transcribe information and entropy determines the quantity of information which is available for transcription. In view of this a measure of this entanglement entropy can be taken to determine the quantity of genetic information which can be transcribed. This helps authors to consider genetic information transcription as a manifestation of quantum information theory [38].

**6. Neurons from fibroblasts.** We used to think that the structural unit of the nervous system is a neuron. At the same time, experiments [39] showed that obtaining nerve cells is possible from other types of cells, in particular, fibroblasts. Combinatorial expression of transcription factors specific for neural clones can directly transform embryonic and postnatal mouse fibroblasts into functional neurons in vitro capable of generating action potentials and forming synapses.

**7. Conclusions.** 1. Based on the literature data, it is possible to recognize the existence of quantum properties of DNA at room temperature, and to consider the processes of replication and transcription from the standpoint of quantum physics.

2. The DNA molecule can be considered as a quantum information carrier.

3. Due to the special properties of neurons - extremely limited replication and the ability to form a hypernet - the process of cephalization in animals could lead to the formation of consciousness of Homo sapiens.

Even if we accept the existence of quantum properties in DNA under physiological conditions, they do not explain the phenomenon of consciousness as such. However, the assumption that the structural unit of consciousness can be a DNA molecule opens a new field for research at the intersection of quantum biology and cognitive neuroscience.

### *References*

1. Hameroff S., Penrose R. 1996. Orchestrated Objective Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: The «Orch OR» Model for Consciousness.

2. Fisher Matthew P.A.. 2015 Quantum cognition: The possibility of processing with nuclear spins in the brain // *Annals of Physics*, № 362, 593-602.
3. Pribram K. H. 1999. «Quantum holography: Is it relevant to brain function?». *Information Sciences*. 115 (1–4): 97–102. doi:10.1016/s0020-0255(98)10082-8.
4. Beauregard M., Paquette, V. 2006. Neural correlates of a mystical experience in Carmelite nuns. *Neuroscience Letters* 405: 186-190.
5. Pearce D. 2010. «Quantum computing: the first 540 million years: Abstract of talk given at Tucson conference "Toward a Science of Consciousness"» (2010)".
6. Chopra D. 1997. *Ageless Body, Timeless Mind: The Quantum Alternative to Growing Old*. Random House. p. 6. ISBN 9780679774495.
7. Tegmark M. 2015. Consciousness as a State of Matter // *Chaos, Solitons & Fractals*. (т. 76), 238–270. doi:10.1016/j.chaos.2015.03.014. arXiv:1401.1219v3.
8. Tegmark M. 2000. Importance of quantum decoherence in brain processes // *Physical Review E*. T. 61, P. 4194-4206. arXiv:quant-ph/9907009. – Bibcode: PhRvE. 61.4194 doi:10.1103/PhysRevE.61.4194.
9. Seife C. 2000. Cold Numbers Unmake the Quantum Mind // *Science*. T. 287, 791. doi:10.1126/science.287.5454.791. – PMID 10691548.
10. McKemmish Laura K., Reimers Jeffrey R., McKenzie Ross H., Mark Alan E., Hush Noel S. 2009. Penrose-Hameroff orchestrated objective-reduction proposal for human consciousness is not biologically feasible (англ.) // *Phys. Rev. E*. Vol. 80. – P. 021912. – doi:10.1103/PhysRevE.80.021912.
11. Tegmark M. 2000. The Importance of Quantum Decoherence in Brain Processes. *Phys. Rev. E* 61, 4194-4206.
12. Schrödinger E. 1944 *What is life?* London, UK: Cambridge University Press. P. 68.
13. Schrödinger E. 1944 *What is life?* London, UK: Cambridge University Press. P. 34.
14. McFadden J, Al-Khalili J. 2018 The origins of quantum biology. *Proc. R.Soc. A* 474: 20180674. <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.2018.0674>.
15. Lowdin, P.O. 1962. Quantum genetics and the aperiodic solid. Some aspects on the Biological problems of heredity, mutations, aging and tumours in view of the quantum theory of the DNA molecule. *Advances in Quantum Chemistry*. Volume 2, 213–360. Academic Press DTIC AD0296941: Defense Technical Information Center Archive.
16. Godbeer A.D., Al-Khalili J.S., Stevenson P.D. 2015 Modelling proton tunnelling in the adenine-thymine base pair. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 17, 13034–13044. (doi:10.1039/c5cp00472a).
17. Patel A. 2000. Quantum Algorithms and the Genetic Code CTS-IISc/2-00 quant-ph/0002037 January 2000, DOI: 10.1007/s12043-001-0131-8.
18. Rieper E., Anders J. and Vedral V. 2011. Quantum entanglement between the electron clouds of nucleic acids in DNA. arXiv:1006.4053v2 [quant-ph].
19. Cerny J., Kabelac M. and Hobza P. 2008. Double-helical-ladder structural transition in the b-dna is induced by a loss of dispersion energy. *Journal of the American Chemical Society*, 130(47):16055-16059.
20. Göhler B., Hamelbeck V., Markus T. Z., Kettner M., Hanne G. F., Vager Z., Naaman R., Zacharias H. 2011. Spin Selectivity in Electron Transmission Through Self-Assembled Monolayers of Double-Stranded DNA18 VOL 331 *Science* /full/331/6019/894/DC1 1199339 10.1126/science.1199339.

21. Kurian P. 2016. How quantum entanglement in DNA synchronizes double-strand breakage by type II restriction endonucleases. *J Theor Biol.* 21; 391: 102-112. doi:10.1016/j.jtbi.2015.11.018.
22. Mihelic F. Matthew. 2019. Experimental evidence supportive of the quantum DNA model. *Proc. SPIE 10984, Quantum Information Science, Sensing, and Computation XI*, 1098404; doi: 10.1117/12.2517348.
23. Hameroff S. and Penrose R. 2014. Consciousness in the universe: A review of the ‘Orch OR’ theory. *Physics of Life Reviews.* Vol. 11, pp. 39-78.
24. Eriksson P.S., Perfilieva E., Björk-Eriksson T. et al. 1998. Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat Med.*; 4(11):1313-1317.
25. Sorrells S.F., Paredes M.F., Cebrian-Silla A. et al. 2018. Human hippocampal neurogenesis drops sharply in children to undetectable levels in adults. *Nature*; 555(7696): 377-381.
26. Boldrini M, Fulmore C.A., Tartt A.N. et al. 2018. Human hippocampal neurogenesis persists throughout aging. *Cell Stem Cell.*;22(4):589-599.e5.
27. Kempermann G., Gage F.H., Aigner L., et al. 2018. Human adult neurogenesis: evidence and remaining questions. *Cell Stem Cell.*; 23(1):25-30.
28. Dennis C.V., Suh L.S., Rodriguez M.L., et al. 2016. Human adult neurogenesis across the ages: an immunohistochemical study. *Neuropathol Appl Neurobiol.* 42(7):621-638.
29. Moreno-Jiménez E.P., Flor-García M., Terreros Roncal J., et al. 2019. Adult hippocampal neurogenesis is abundant in neurologically healthy subjects and drops sharply in patients with Alzheimer’s disease. *Nat Med.* 2019;25(4):554-560.
30. Kumar A, Pareek V, Faiq MA, et al. 2019. Transcriptomic analysis of the neurogenesis signature suggests continued but minimal neurogenesis in the adult human hippocampus bioRxiv. 2019. 1 664995 <https://doi.org/10.1101/664995>.
31. Ashutosh K, Pareek V, Faiq Muneeb A., Ghosh Sanjib K., and Kumari C. 2019. Adult neurogenesis in humans: A Review of Basic Concepts, History, Current Research, and Clinical Implications *Innov Clin Neurosci.* 16(5-6): 30-37. PMID: PMC6659986 PMID: 31440399.
32. Reuter M, Roth S, Holve K, Hennig J. 2006. Identification of first candidate genes for creativity: a pilot study // *Brain Res.*,1069(1):190-7. Epub 2006 Jan 3.
33. Bachner-Melman, R., Dina, C., Zohar, A.H., Constantini, N., Lerer, E., Hoch, S., Sella, S., Nemanov, L., Gritsenko, I., Lichtenberg, P., Granot, R. and Ebstein, R.P. 2005. AVPR1a and SLC6A4 Gene polymorphisms are associated with creative dance performance // *PLoS Genetics*, 1(3), e42.
34. Volf N.V., Kulikov A. V., Bortsov C. U., Popova N. K. 2009. Association of verbal and figural creative achievement with polymorphism in the human serotonin transporter gene. // *Neuroscience Letters* - 2009. – v. 463, 154-157.
35. Borg J, Andréé B, Soderstrom H, Farde L. 2004. The serotonin system and spiritual experiences // *Am J Psychiatry.* Sep;161(9):1720-1; author reply 1721.
36. Ивашкина В.А., Захарчук А.Г., Жеребцов С.В, Спивак И.М. 2019. Когнитивные функции и возраст-ассоциированные патологии. Творчество против старения. Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях: труды VI Всероссийской конференции / Федер. исслед. центр Ин-т приклад. физики РАН [и др.]; отв. ред. В.А. Антонец, С.Б. Парин, В.Г. Яхно. – Нижний Новгород : ИПФ РАН, 76-77.

37. Heidrun K., Baurek P. 2011. Epigenetics and the power of art Clin Epigenet 2:279–282 DOI 10.1007/s13148-011-0033-7.

38. Roy S.S. 2019. Transcription of genetic information in the framework of quantum information theory. Phys Astron Int J.; 3(4):137-144. DOI: 10.15406/paij.2019.03.00172.

39. Vierbuchen T., Ostermeier A., Zhiping P. Pang, Kokubu Y., Südhof T. C., Wernig M. 2010. Direct conversion of fibroblasts to functional neurons by defined factors. Nature. 463, 1035-1041.

## Cognitive Mechanisms of Ambiguity<sup>1</sup>

V.I. Zobotkina<sup>1</sup>, E.L. Boyarskaya<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

[zobotkina@rggu.ru](mailto:zobotkina@rggu.ru); [EBoyarskaya@kantiana.ru](mailto:EBoyarskaya@kantiana.ru)

Keywords: *cognitive mechanisms, ambiguity, mind.*

Ambiguity is an indispensable element of everyday communication. It is the embodiment of the flexibility of mind and the epitome of our interpretative cognitive functions. We build on Tuggy and Zalizniak that language ambiguity is the capacity of a word or a phrase to have distinct senses, i.e. it is the property of language units, whereas speech ambiguity is the realisation of this property in an utterance (Tuggy 1993; Zalizniak 2007). Despite numerous attempts to study the nature of ambiguity and its conceptual and pragmatic mechanisms a further and more detailed study is required to explore its conceptual foundations, production mechanisms, typology and disambiguation decision-making.

The novelty of this research is the integrative methodology based on the integration of cognitive, pragmatic and corpus paradigms. We draw on the material of the British National Corpus.

Facing ambiguity, interlocutors have to extract meaning from what they hear. From the point of view of perception, ambiguity can: 1) be perceived in the intended way with the intended meaning and the message extracted. This occurs when interlocutors have common conceptual ground, knowledge, attitudes and strive for «interactive alignment» (Garrod 2004); 2) may remain unnoticed by the recipient due to several reasons: pragmatic factors, different level of the development of the conceptual system and, finally, linguistic factors (as is the case with non-native speakers). From the point of view of its pragmatic effect, ambiguity may be enjoyed by the recipient. It may have a positive effect

---

<sup>1</sup> The work on this article has been supported by the grant from the National Research Foundation № 17-78-30029 and is a continuation of the earlier works on the proble.

as the recipient may enjoy the elegance of expression or its wit. It may complicate the understanding of a message and may result in a communicative failure. The recipient may not have sufficient background knowledge to resolve ambiguity or may make wrong inferences due to differences in the combination of cognitive, social, professional, value and gender attributes.

We hold that ambiguity perception is processed through the complex cognitive process of disambiguation. It involves a whole array of conceptual structures ranging from separate concepts to larger conceptual structures. The intended meaning is inferred from cognitive context with the help of primes. Traditionally, the primes have been studied in prepositions. However, we argue that primes in post-position are also crucial tools of disambiguation since they remain activated long enough to draw relevant inferences. Each sense of a word is primed differently both on pre- and postposition.

A complex perceptual and conceptual phenomenon, ambiguity becomes even more challenging when combined with generality, vagueness or sensitivity to context. The main conceptual structure underlying ambiguity and vagueness is «the general-for-the specific» scheme. Even an unambiguous sentence can be perceived as ambiguous due to a number of cognitive and purely pragmatic factors. The opposite is also true: ambiguity can be enjoyed by the speaker and will not lead to any confusion or misunderstanding. We prove that ambiguity can trigger manipulation through the mechanism of «regulated (intended) disambiguation».

Further research into ambiguity should aim at enhancing the integrative methodology combining a variety of traditional linguistic and novel cognitive and psycholinguistic approaches for a deeper understanding of its sources, types, functions and mechanisms of disambiguation.

#### *References*

1. Garrod S., Pickering M. 2004. Why is conversation so easy? *Trends in cognitive sciences*, Vol. 8, №1, p. 8-11.
2. Tuggy D. 1993. Ambiguity, Polysemy and Vagueness. *Cognitive Linguistics*, 4: 273-290.
3. Zalizniak A. 2007. The Phenomenon of Polysemy and Ways to Describe it. *The Cognitive Basis of Polysemy*, *Metalinguistica* 19: 93-97.

## Временная динамика кругового осмотра трёхмерного объекта

*В.В. Ткаченко, И.М. Бойко*

*Объединенный Институт Проблем Информатики Нан Беларуси,*

*Минск, Беларусь*

*tkach@newman.bas-net.by; igobimigo@yahoo.com*

Ключевые слова: *программное обеспечение, круговой обзор, сферическая парадигма, зрительное восприятие, «образный» интернет.*

Для изучения возможностей распознавания перцептивных действий человека и создания экспериментальной базы исследований практической применимости предлагаемых методов мониторинга психологической мотивации, нами была разработана лабораторная технология, включающая программное обеспечение, технические средства и методики проведения исследований. Программно-техническими средствами, реализующими эту технологию, обеспечивается регистрация перемещений курсора с помощью клавиатуры, компьютерной мыши или другого манипулятора, пользуясь которыми испытуемый может вращать компьютерную 3D-модель некоего объекта, наблюдая его на экране монитора.

Вращение объекта вокруг его условного центра может быть описано в виде траектории – геометрического многообразия точек, расположенных на одинаковом расстоянии от центра вращения модели (на сфере с определённым радиусом), полярные координаты точек относительно центра соответствуют ракурсу, с которого испытуемый наблюдает модель на экране. Последовательность координат этих точек, с учётом времени нахождения в этих точках, и есть карта кругового осмотра. Все действия человека с трёхмерным объектом фиксируются на карте кругового осмотра.

Базисом проводимого исследования является сферическая парадигма когнитивного процесса (сферическая модель), выдвинутая и проверенная методами психофизики учеными Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Анализ информационных процессов в такой модели, базирующийся на математическом аппарате векторной алгебры (векторный подход), представлен исследованиями различных психофизических феноменов в экспериментах с людьми и опытах на животных. Прежде всего, это относится к изучению зрительного восприятия плоских изображений, построению сенсорных пространств различения цветоярких ощущений, различения эмоций по фотографическим изображениям лица или различения плоских фигур, составленных из простых линий.

Проведено исследование, которое выявило две причины, влияющие на изменение маршрута и временную динамику кругового осмотра объекта. Они отражают, первая, специфику объекта и, вторая, специфику фокусной

группы испытуемых. Поэтому при смене объекта восприятия наблюдается специфика местонахождения на поверхности объекта мест интереса, иной продолжительности остановок, иной угловой скорости вращения объекта от точки остановки к точке. В то же время, при смене категории испытуемых, наблюдается разная последовательность осмотра точек интереса, иных направлений выхода внимания из точки интереса.

В совокупности информация о времени фиксации внимания человека на определенных местах поверхности объекта, информация о многообразии направлений выхода из этих мест позволяет автоматически находить на маршруте места, которые для восприятия данного объекта являются интересными на его поверхности.

Установлено, что восприятие объемного непрозрачного объекта путём кругового его осмотра принципиально по своей природе отличается от восприятия саккадами глазного яблока плоскостного рисунка. Восприятие объемного объекта сопряжено с остановками внимания для осмысления точки интереса, задержкой времени для выбора дальнейшего осмотра объекта путём вращения.

Выявлен факт, что траектория маршрута кругового осмотра объекта в месте интереса делает маневр и внимание человека задерживается, а на неинтересных участках типа «проходных дворов», где внимание не задерживается, маневры не совершаются. Маневры на маршруте при вращении объекта в новом направлении могут выступать информативными признаками мест на маршруте смены когнитивного мотива человека в круговом осмотре объекта. Это не противоречит гипотезе, что «закачка» в образ параметров трехмерного объекта на маршруте его вращения совершается в интересных местах (хабах) осмотра объекта и не совершается на неинтересных участках осмотра, что новый мотив осмотра начинает реализовываться после того, как происходит осмысление увиденной интересной точки.

Полученные данные не противоречат гипотезе о том, что в ходе кругового осмотра трехмерного объекта с разных сторон человек, достигнув очередного информативного места в осмотре, принимает решение о следующем целесообразном маневре в траектории осмотра, то есть меняет мотив осмотра. При этом он запоминает вид объекта в этом интересном месте, чтобы не возвращаться в него повторно.

Полученные результаты ориентированы на реализацию концепции «образного» Интернета, создание роботизированных обучающих и реабилитационных тренажеров.

## Основные типы морфосинтаксической интерференции в речи на втором и третьем языках (экспериментальное исследование)

А.Д. Непомнящих  
МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
aline.nepomte@gmail.com

Ключевые слова: мультилингвизм, глагольное управление, межъязыковые взаимодействия, трансфер, интерференция, русский язык, английский язык, французский язык.

В настоящее время проблема межъязыковых взаимодействий особенно актуальна, так как всё большее число людей в мире становятся мультилингвами, т.е. владеют двумя и более языками на том или ином уровне, достигнутом за счёт обучения этим языкам вне соответствующей языковой среды (Herdina, Jessner 2000: 93).

В данном докладе были рассмотрены два вида межъязыковых взаимодействий, заключающиеся в переносе структур одного языка в другой и тем самым облегчающие (в случае совпадения этих структур в обоих языках; это явление называется трансфером) или усложняющие (в случае их различия; это явление называется интерференцией) изучение этого языка. Факторы, влияющие на направление и характер подобных взаимодействий, пока чётко не определены и по-разному трактуются исследователями.

В научной литературе представлены многочисленные модели, объясняющие взаимное влияние нескольких языковых систем на речь. Так, модель кумулятивного улучшения (англ. *The Cumulative-Enhancement model*) предсказывает только возможность трансфера в L3 (второй иностранный язык индивида) из L1 (его родного языка) и из L2 (его первого иностранного языка), т.е., межъязыковые взаимодействия происходят исключительно в случае потенциального облегчения усвоения третьего языка (Flynn et al. 2004). Таким образом, эта модель отрицает возможность интерференции в L3. Модель типологического превосходства (англ. *The Typological Primacy Model*) разделяет часть идей предыдущей модели, учитывая также типологический фактор (для трансфера в L3 выбирается тот язык, который наиболее с ним типологически схож) и допуская возможность интерференции (Rothman, Cabrelli Amaro 2010). Также известна модель скальпеля (англ. *The Scalpel Model*), предсказывающая неполный, хирургически точный трансфер в L3 из обоих ранее усвоенных языков, облегчающий его усвоение (Slabakova 2016). Данная модель допускает интерференцию, утверждая, что межъязыковые взаимодействия могут быть не только способствующими изучению языка, но и препятствующими ему.

Для лучшего понимания источников трансфера и интерференции в L3 нами был проведён эксперимент на порождение письменной речи с 34 носителями русского языка, вторым языком которых является английский, а третьим – французский. В эксперименте были английская и французская части. Испытуемые должны были подставить в предложение на место пропуска глагола с учётом его модели управления. Фокус исследования был направлен на изучение количества и типов ошибок в глагольном управлении, вызванных интерференцией. Для этого были выработаны принципы соотнесения моделей глагольного управления (ГУ) в трёх языках, позволяющие увидеть предположительное влияние интерференции и трансфера:

1. Модель ГУ совпадает с моделью ГУ синонимичного русского предиката, но отличается от модели ГУ синонимичного французского предиката (рис. 1).

2. Модели ГУ отличаются во всех трёх языках (рис. 2).

3. Модель ГУ совпадает с моделью ГУ синонимичного французского предиката, но отличается от модели ГУ русского синонимичного предиката (рис. 3).

4. Модели ГУ совпадают во всех трёх языках (рис. 4).

На рис. 1–4 отображены возможные межъязыковые взаимодействия для английского языка (L2): зелёным цветом отображён трансфер, красным – интерференция.



**Рис. 1.** Тип 1



**Рис. 2.** Тип 2



**Рис. 3.** Тип 3



**Рис. 4.** Тип 4

Результаты обработки полученных данных в программе Statistica показали, что:

- процент ошибок, предположительно вызванных интерференцией со стороны двух других рассматриваемых языков, более чем в два раза выше для L2, чем для L3: 46,7 % против 22,8 % соответственно;
- и для L2, и для L3 разница в процентах интерференции из других языковых систем (из L1 и L3 или из L1 и L2 соответственно) статистически незначима;

- средние проценты ошибок, объясняемых интерференцией со стороны L1, для L2 и L3 пропорциональны общим процентам ошибок вследствие интерференции для L2 и L3: 25,7 % (L2) – 14,4% (L3) и 46,7 % (L2) – 22,8 % (L3) соответственно.

- в 1 типе соотношения моделей ГУ (см. выше) ошибок относительно мало и в L2, и в L3, а в 3 типе – много в L2 и мало в L3, что может объясняться наличием положительного трансфера со стороны ранее усвоенных языковых систем (из L1 как в L2, так и в L3 в 1 типе; из L2 в L3 в 3 типе) и затруднённой со стороны позднее усвоенной языковой системы (из L3 в L2 в 3 типе).

Итоговый анализ данных позволил сделать следующие выводы и сформулировать гипотезы:

1. К основным типам морфосинтаксической интерференции по её источнику можно отнести: интерференцию из L1 и L3 при речи на L2 и интерференцию из L1 и L2 при речи на L3.

2. С каждым последующим языком скорость усвоения возрастает, о чём свидетельствует последовательное уменьшение общей доли интерференции со стороны других языков.

3. Для мультилингвов, в отличие от билингвов, более характерны ошибки, не вызванные межъязыковым взаимодействием, а происходящие внутри одной языковой системы, например, сверхгенерализация.

4. Априори никакой из ранее усвоенных языков не доминирует по объёму трансфера и интерференции в изучаемую языковую систему.

5. Положительный трансфер со стороны позднее усвоенного языка не происходит или происходит в малом объёме, в отличие от положительного трансфера со стороны ранее усвоенных языков.

В работе также выдвигаются предположения о том, что происходит при наличии противоречащих друг другу возможностей межъязыкового взаимодействия.

#### *Список литературы*

1. Herdina P., Jessner U. 2000. Dynamics of third language acquisition // English in Europe: Acquisition of a 3rd Language. Clevedon: Multilingual Matters, 84–98.

2. Flynn S., Foley C., Vinnitskaya I. 2004. The cumulative-enhancement model for language acquisition: Comparing adults' and children's patterns of development in first, second and third language acquisition of relative clauses // The International Journal of Multilingualism 1, 3–16.

3. Rothman J., Cabrelli Amaro J. 2010. What variables condition syntactic transfer? A look at the L3 initial state. Second Language Research 26, 189–218.

4. Slabakova R. 2016. The scalpel model of third language acquisition // International Journal of Bilingualism 21 (6), 651–665.

## Wolfram Mathematica software in cognitive study of near-synonyms

*E. Golubkova<sup>1</sup>, E. Suvorina<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Moscow State Linguistics University, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Moscow City University, Moscow, Russia*

*SuvorinaEV@mgpu.ru*

*katemg@yandex.ru*

Keywords: *near-synonyms, synonyms networks, cognitive linguistics, COCA corpus manager, lexical profile.*

The article discusses the issue of near-synonyms within a cognitive framework. The synonyms networks are built by Wolfram Mathematica software and presented at different levels. The lexical profiles of the analyzed words based on COCA are given to show the conceptual peculiarities differentiating the words' usage in the contemporary English language.

**1. The near synonym problem in cognitive study.** The natural language processing despite its long history still presents the frontier in artificial intelligence research [1]. The cognitive linguistic approach uses the natural language by seeking the intersections and differences between the corresponding conceptual areas of the words under analysis. The collocation analysis serves as main tool here since the meaning of a word is determined by its lexical profile [2], [4]. Hence the natural language corpus analysis gives a unique opportunity to define the concept and solve near synonyms problem, as far as they can be interchangeable in nearly all contexts [3].

**2. Practical considerations.** The first step is the analysis of synonyms network built by Wolfram Mathematica package [4]. In Fig. 1 and 2 we present the synonyms networks for 'error' at levels one and two. These results give the skeleton of a concept.

Further concept elaboration is done by means of lexical profiles with refining of the results by cluster and topic analysis which are available in the corpus manager COCA. Thus, we can use the COCA data to present and analyze the lexical profiles of the near synonyms.

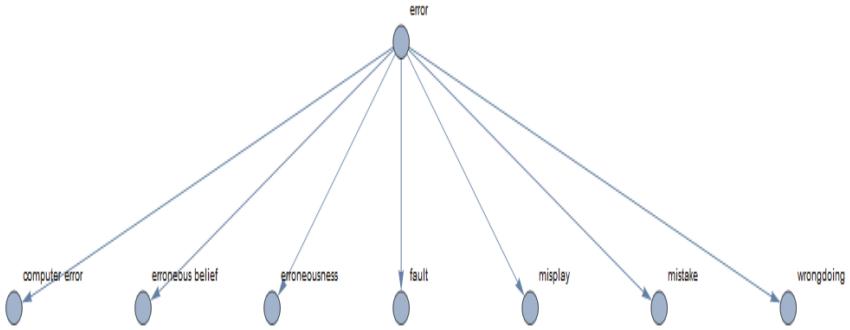


Fig. 1. Synonyms network for 'error' at level 1

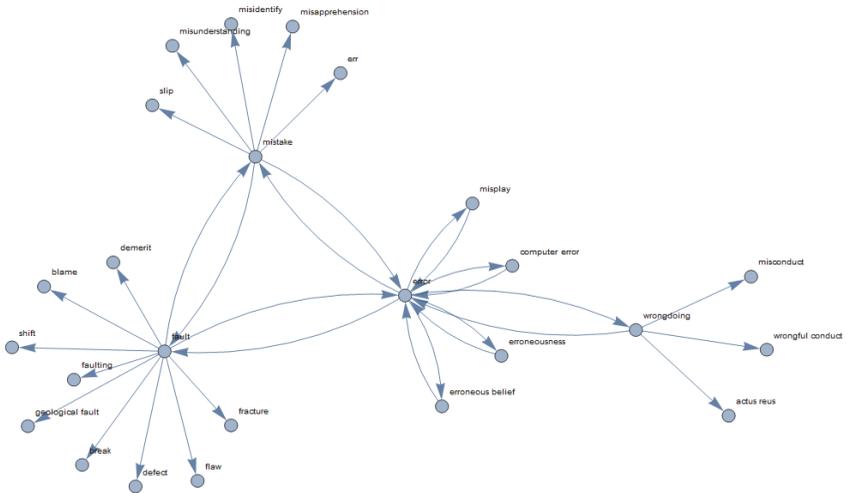


Fig. 2. Synonyms network for 'error' at level 2

Table 1

**Lexical profiles**

NOUNS	VERBS				
mistake	make	learn	admit	correct	avoid
slip	slide	skid	address	tether	glaze
error	correct	occur	commit	reduce	contain
fault	rupture	ascribe	crisscross	impute	goof
misapprehension	correct	base	labor	prove	suffer
misunderstanding	lead	avoid	clear	base	cause

## References

1. Jurafsky, D., Martin, J.H. 2009. *Speech and Language Processing*, 2<sup>nd</sup> edn. Prentice Hall, New Jersey.
2. Liang-Chih, Yu, Lung-Hao, L., Jui-Feng, Y., Hsiu-Min, S., Yu-Ling, L. 2016. Near-synonym substitution using a discriminative vector space model. *Knowledge-Based Systems* 106, 74-84.
3. Taylor, J. 2002. Near synonyms as coexisting categories: high and tall revisited. *Language Sciences* 25, 263-284.
4. Суворина Е.В. 2014. Концепция лингвистического профиля и ее применение для решения задач когнитивной лингвистики // *Когнитивные исследования языка*. №18, 96-98.

### **ЭЭГ-корреляты процессов нейровоспаления и нейропластичности у больных с депрессивно-бредовыми состояниями<sup>1</sup>**

*А.Ф. Изнак, Е.В. Изнак, Т.П. Ключник, С.А. Зозуля, И.В. Олейчик  
ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия  
iznak@inbox.ru*

Ключевые слова: *психиатрия, депрессивно-бредовые состояния, ЭЭГ, иммунология, нейровоспаление, нейропластичность.*

**Введение.** Процессы нейровоспаления и тесно связанные с ними деструктивные и репаративные процессы нейропластичности играют важную роль в патогенезе эндогенных психических расстройств (Olie et al. 2004, Müller and Schwarz 2006, Serafini 2012, Ключник и др. 2014, Fond et al. 2020). Вызванные этими процессами структурные повреждения нервных клеток и проводящих путей неизбежно нарушают функционирование нервных сетей головного мозга, что ведет к снижению когнитивных функций и отражается в изменениях параметров электрической активности мозга (ЭЭГ). Однако, в литературе имеются лишь единичные исследования связи показателей иммунитета и ЭЭГ при нервно-психических расстройствах [Пономарева и др. 2017, Iznak et al. 2018).

**Цель** настоящей работы – выявление взаимосвязей количественных клинических, ЭЭГ и нейроиммунологических показателей для уточнения роли нейроиммунного взаимодействия в патогенезе депрессивно-бредовых состояний.

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано грантом РФФИ № 18-01-00029а.

**Материал и методы.** В исследование, проведенное с соблюдением современных норм биомедицинской этики, было включено 25 пациентов (все женщины, 20-50 лет, средний возраст  $36,3 \pm 11,4$  года), с депрессивно-бредовыми состояниями в рамках эндогенных психических расстройств (F20.01-02 и F25.1, по МКБ-10), получавших синдромально обусловленную психофармакотерапию антидепрессантами в сочетании с антипсихотиками.

У всех больных анализировались количественные клинические, ЭЭГ и иммунологические показатели, зарегистрированные до начала курса терапии.

Клиническое состояние пациентов количественно оценивали по шкале позитивных и негативных симптомов шизофрении (PANSS) и шкале Гамильтона для депрессии (HDRS). Многоканальную фоновую ЭЭГ записывали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Спектральную мощность (СМ) ЭЭГ определяли в узких частотных поддиапазонах: 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).

Ферментативную активность лейкоцитарной эластазы (ЛЭ) и альфа1-протеиназного ингибитора (a1-ПИ), как маркеров нейровоспаления, и уровень аутоантител к фактору роста нервов (белку S100b, ААТ-ФРН) и основному белку миелина (ААТ-ОБМ), как маркеров процессов нейропластичности, измеряли в плазме крови иммуноферментными и иммунофлуоресцентными методами с использованием лабораторной технологии «Нейро-иммуно-тест» (Ключник и др., 2014).

При статистической обработке данных взаимосвязи между клиническими, ЭЭГ и иммунологическими показателями выявляли методом ранговой корреляции по Спирмену. При описании результатов приведены только корреляции, достоверно отличные от нуля ( $p < 0.05 \div 0.01$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Значения ЛЭ коррелировали положительно с суммой баллов кластеров депрессии и соматических расстройств и отрицательно — с суммой баллов кластера тревоги шкалы HDRS, а также с суммами баллов подшкал позитивных (PANSS-поз) и общепсихопатологических симптомов (PANSS-общ) и общей суммой баллов (PANSS-сумма) шкалы PANSS. Кроме того, выявлены отрицательные корреляции ЛЭ со значениями СМ ЭЭГ в дельта-диапазоне в обоих затылочных (O1 и O2) и в левом височном (Т3) отведениях, альфа2 — в O1 и O2, и бета1 в центральном (С3) и височном (Т3) отведениях левого полушария.

Значения a1-ПИ коррелировали положительно с суммой баллов кластера идеаторных расстройств шкалы HDRS, с PANSS-общ и PANSS-сумма, а также с СМ тета2 в левом лобном (F3) и в левом центральном (С3) отведениях.

Значения ААТ-ФРН коррелировали отрицательно с суммой баллов кластера тревоги шкалы HDRS, а также с СМ тета2 в F3 и бета1 в правом височном отведении (Т4), и положительно — с СМ альфа2 в левом теменном отведении (Р3).

Наибольшее число достоверно отличных от нуля коэффициентов корреляции выявлены для значений ААТ-ОБМ. Они коррелировали положительно с суммой баллов кластера идеаторных расстройств шкалы HDRS, с PANSS-поз и PANSS-сумма, а также с СМ дельта в Т3 и О1, тета 1 в Т3, альфа1 в О2, альфа2 во всех ЭЭГ отведениях (кроме Т4) и альфа3 в О1 и О2.

Структура полученных корреляций подтверждает участие процессов нейровоспаления и нейропластичности, особенно, повреждений проводящих путей, что отражается в повышенных значениях и множественных корреляциях ААТ-ОБМ, в патогенезе депрессивно-бредовых состояний.

**Выводы.** Полученные данные позволяют уточнить мозговые механизмы разных аспектов депрессивно-бредовых состояний, в частности, подчеркивают роль демиелинизации в клинических проявлениях и картине ЭЭГ при этих психических расстройствах.

#### *Список литературы*

1. Olie J.-P., Macher J.-P., Costa e Silva J.A. 2004. (eds) Neuroplasticity: A New Approach to the Pathophysiology of Depression. London: Science Press Ltd.
2. Müller N., Schwarz M.J. 2006. Schizophrenia as an inflammation-mediated dysbalance of glutamatergic neurotransmission. *Neurotox. Res* 10, 131-148.
3. Serafini G. 2012. Neuroplasticity and major depression, the role of modern antidepressant drugs. *World J. Psychiatry* 2, 49-57.
4. Ключник Т.П., Зозуля С.А., Андросова Л.В., Сарманова З.В., Отман И.Н., Дупин А.М., Пантелеева Г.П., Абрамова Л.И., Столяров С.А., Шипилова Е.С., Борисова О.А. 2014. Иммунологический мониторинг эндогенных приступообразных психозов. *Журнал неврологии и психиатрии им.С.С.Корсакова* 114, 31-35.
5. Fond G., Lançon C., Korchia T., Pascal Aquier P., Boyer L. 2020. The Role of Inflammation in the Treatment of Schizophrenia. *Front. Psychiatry* 11, 160-168.
6. Ключник Т.П., Зозуля С.А., Андросова Л.В., Сарманова З.В., Отман И.Н., Пантелеева Г.П., Олейчик И.В., Копейко Г.И., Борисова О.А., Абрамова Л.И., Бологов П.В., Столяров С.А. 2016. Лабораторная диагностика в мониторинге пациентов с эндогенными психозами («Нейро-иммуно-тест»). *Медицинская технология. М.: МИА.*
7. Пономарева Н.В., Клошников С.А., Абрамычева Н.Ю., Малина Д.Д., Щеглова Н.С., Филиппова Ю.В., Фокин В.Ф., Иванова-Смоленская И.А., Тимербаева С.Л. 2017. Нарушения нейро-иммунного взаимодействия на преклинической стадии болезни Гентингтона и его роль в развитии заболевания. В: С.Н. Иллариошкин, О.С. Левин (ред.). *Болезнь Паркинсона и расстройства движений. М.: Лакшери Принт, 253-257.*
8. Iznak A.F., Iznak E.V., Klyushnik T.P., Kobel'kov G.M., Damjanovich E.V., Oleichik I.V., Abramova L.I. 2018. Neurobiological parameters in quantitative prediction of treatment outcome in schizophrenic patients. *Journal of Integrative Neuroscience* 17, 221-228.

## Экспериментальная модель исследования уровня сознания в парадигме сон-бодрствование<sup>1</sup>

В.Б. Дорохов<sup>1</sup>, О.Н. Ткаченко<sup>1</sup>, С.С. Груздева<sup>1</sup>, В.Л. Ушаков<sup>2,3,4</sup>,  
Д.Г. Малахов<sup>5</sup>, А.М. Черноризов<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ИВНД и РФ РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт перспективных исследований мозга МГУ  
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup>НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

<sup>4</sup>ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева  
Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>5</sup>НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

<sup>6</sup>Психологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
vbdorokhov@mail.ru

Ключевые слова: *сознание, сон, психомоторный тест, ЭЭГ, К-комплекс.*

Изучение сознания является важнейшей задачей когнитивных наук, необходимой для понимания механизмов функционирования психики человека. В последние два десятилетия сформулирован такой подход к исследованию сознания, как поиск нейрональных коррелятов сознания (НКС) (Koch et al., 2016). В основе этого подхода лежит постулат о наличии причинной связи между активностью мозга и активностью сознания. При анализе НКС выделяют две методологии: исследования уровня (состояния) и содержания сознания. (Overgaard et al., 2010), причем уровень сознания часто используется как синоним степени бодрствования или активации, а содержание отождествляется с осознанием или субъективным опытом (Laureys et al., 2009). Многие авторы указывают на необходимость создания экспериментальных дизайнов, объединяющих оба этих подхода (Agu et al., 2019). Исследования содержания сознания, основанные на субъективных отчетах, имеют определенные ограничения для использования их в клинике, поэтому в последнее время уделяется внимание разработке объективных способов измерения характеристик сознания, так называемые “no-report paradigms” (Tsuchiya et al., 2015).

Для исследования нейрональных коррелятов сознания простой и эффективной экспериментальной моделью является сравнение состояний

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке грантом РФФИ офи-м 17-29-02518 и гранта Министерства науки и высшего образования РФ (грант № 075-015-2020-801).

сна и бодрствования. Сознание «выключается» во время сна и «включается» при пробуждении. Необходимым условием функционирования сознания является достаточный уровень деполяризации корковых нейронов, характерный для бодрствования. Предполагается, что отсутствие сознания во сне – следствие бистабильного состояния корковых нейронов, с перемежающейся гиперполяризацией и деполяризацией их мембран, что нарушает синхронное взаимодействие корковых областей мозга, необходимое для функционирования сознания (Pigorini et al., 2009). В рамках парадигмы сон-бодрствование нами была разработана экспериментальная модель активации сознания при спонтанном пробуждении от сна (Dorokhov, 2003; Dorokhov et al., 2019, 2020). Испытуемый выполняет психомоторный тест, который состоит из чередования паттернов счета «про себя» от 1 до 10 с одновременными нажатиями на кнопку, попеременно двумя руками. Монотонное выполнение психомоторного теста в положении лежа с закрытыми глазами вызывает в течение 60 мин несколько эпизодов «микросна» и пробуждения. Во время эпизодов «микросна» наблюдается электроэнцефалографическая активность, соответствующая 2-й и даже 3-й стадии сна, с дельта-волнами в ЭЭГ. Таким образом, в течение одного короткого эксперимента (1 ч) можно проанализировать несколько последовательных эпизодов с исчезновением сознания при засыпании («микросон») и его восстановлением при пробуждении (бодрствование). Ранее нами было показано, что спонтанное восстановление психомоторной теста после кратковременных эпизодов сна сопровождалось фазическими активационными паттернами двух типов, необходимой составляющей которых был альфа-ритм. Паттерны первого типа наблюдались после эпизодов сна, с ЭЭГ-активностью, характерной для начальной (первой) стадии сна. Эти паттерны состояли из альфа-веретен с включением более высокочастотных составляющих ЭЭГ. Паттерны второго типа наблюдались после эпизодов сна, с ЭЭГ активностью характерных для более глубокой (второй) стадии сна с появлением сонных веретен, К-комплексов и дельта волн небольшой амплитуды. Полученные данные подтверждают известные результаты, что фазические активационные процессы, в зависимости от глубины сна, имеют различное электрофизиологическое выражение (Peter-Derex et al, 2015).

Мы предполагаем, что спонтанное восстановление выполнения психомоторного теста после эпизода «микросна», инициируется извлечением инструкции из памяти о выполнении теста. И по показателям ЭЭГ, и особенно по появлению К-комплекса можно с большой точностью определить момент активации мозга, соответствующий извлечению из памяти этой гипотетической инструкции. Между этим моментом активации мозга по ЭЭГ показателям и началом нажатия на кнопку требуется некоторое время

(Dorokhov et al.2020). По существующим представлениям это время необходимо для функционального объединения нейрональных ансамблей разных областей мозга — “binding process” (Velik, 2010), которое рассматривается многими авторами как необходимое условие функционирования сознания.

По существующим представлениям активационные процессы во время сна обеспечивают гибкий контакт спящего с окружающей средой, сохраняя возможность экстренного пробуждения при изменении внешней или внутренней среды организма (Halász et al, 2004). Вместо того чтобы быть изолированными от окружающей среды, спящие, похоже, переходят в режим ожидания, что позволяет им сбалансировать мониторинг своего окружения с сенсорной изоляцией. Этот баланс может позволить спящим определять, когда оставаться в состоянии сна, а когда просыпаться. Предполагается, что спящий мозг постоянно балансирует между необходимостью обратиться внутрь себя и необходимостью отслеживать внешние события, чтобы решить, оставаться ли спать или просыпаться

В работе Andrillon, T., Kouider, S. (2020) рассматривается обсуждается двойственная функция К-комплекса, который может подавлять вызванные единичным стимулом нейрональные реакции, но также создать "окна бодрствования" во сне, во время которых можно отслеживать соответствующие входы окружающей среды. Это частичное подавление обработки информации может иметь решающее значение для сохранения сна, в то же время позволяя спящим поддерживать минимальную форму бдительности, режим ожидания, позволяющий быстро переключиться на бодрствование, если это необходимо. Такое окно, во время которого спящие могут реагировать на речь и даже запоминать её, создаётся на восходящем фронте волны, приблизительно через 900 мс после начала К-комплекса (Destexhe et al., 2007). Интуитивно такой механизм мог бы быть полезен для спящих организмов, поскольку он позволил бы отфильтровывать изолированные стимулы, одновременно позволяя обрабатывать звуки, происходящие последовательно, которые, скорее всего, будут иметь отношение к поведению.

Поскольку хорошо известно, что К-комплекс может возникать под воздействием не только внешних, но и внутренних стимулов Colrain, 2005, мы полагаем, что пробуждение наступает, когда «окно бодрствования» позволяет гипотетической инструкции о выполнении теста, хранящейся в кратковременной памяти испытуемого, получить доступ к исполнительным системам мозга.

Эффективность восстановления психомоторного теста (в том числе сила и правильность числа нажатий) после кратковременного эпизода сна рассматривается нами как объективный способ измерения уровня сознания и соответствует требованиям, предъявляемым к «no-report paradigms»

(Tsuchiya et al., 2015). Нами также было показано, что разработанный психомоторный тест воспроизводим в условиях магнитно-резонансного томографа (МРТ) и были получены предварительные результаты об участии определенных структур мозга в момент пробуждения и возобновления сознательной деятельности (Dorokhov et al. 2018). Физические активационные паттерны ЭЭГ, предшествующие спонтанному восстановлению психомоторного теста при пробуждении ото сна характеризуют динамику binding process-функционального объединения нейронных ансамблей разных областей мозга, который является необходимым этапом для активации последовательных уровней сознания. Таким образом, поскольку нажатия по инструкции должны иметь частоту около 1 Гц, мы полагаем, что разработанный нами экспериментальный дизайн позволяет эффективно исследовать как уровень, так и содержание сознания испытуемого объективными методами и с хорошим временным разрешением.

#### *Список литературы*

1. Aru J., Suzuki M., Rutiku R., Larkum M.E., Bachmann T. 2019 Coupling the State and Contents of Consciousness. *Front Syst Neurosci.* 2019 Aug 30. 13:43.
2. Cheremushkin E.A., Petrenko N.E., Gendzhaliyeva M.S., Yakovenko I.A., Malakhov D.G., Dorokhov V.B. 2019. EEG Activity Preceding Spontaneous Restoration of Psychomotor Activity after Microsleep Episodes. *Russian Journal of Physiology* 105(8). 1002-1012.
3. Dorokhov V.B., Malakhov D.G., Orlov V.A., Ushakov V. 2018. Experimental Model of Study of Consciousness at the Awakening: FMRI, EEG and Behavioral Methods. *Proceedings of the Ninth Annual Meeting of the BICA Society.* In book: *Biologically Inspired Cognitive Architectures.* 82-87.
4. Dorokhov V., Gruzdeva S., Tkachenko O., Cheremushkin E. Petrenko N. 2020 *Experimental Model of Consciousness in the Sleep-Wake Paradigm: Determining Consciousness Activation Using Behavioral and Electromyographic Indicators.* *Procedia Computer Science.* 169. 840-844.
5. Dorokhov V.B. 2003. Alpha-bursts and K-complex: phasic activation pattern during spontaneous recovery of correct psychomotor performance at difference stages of drowsiness. *Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova.* 53(4). 503-512.
6. Dorokhov V.B., Malakhov D.G., Orlov V.A., Ushakov V. 2018. Experimental Model of Study of Consciousness at the Awakening: FMRI, EEG and Behavioral Methods. In book: *Biologically Inspired Cognitive Architectures.* Springer Cham. 2018. 82.
7. Dorokhov V.B., Dementienko V.V., Koreneva L.G., Markov A.G., Shakhnovich V.M. 2000. The electrodermal indices of the subjective perception of performance errors during drowsy changes in consciousness. *Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova.* Mar-Apr;50(2). 206-218
8. Koch C., Massimini M., Boly M., Tononi G. 2016. Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nat. Rev. Neurosci.* 17(5). 307-321.
9. Laureys S., Boly M., Moonen G., Maquet P. 2009. Two dimensions of consciousness: arousal and awareness. *Encycl Neurosci.* 2. 1133-1142.

10. Overgaard M., Overgaard R. 2010. Neural correlates of contents and levels of consciousness. *Front. Psychol.* 5. 940.
11. Pigorini A., Sarasso S., Proserpio P., Szymanski C., Arnulfo G., Casarotto S., Fecchio M., Rosanova M., Mariotti M., Lo Russo G., Palva J. M., Nobili L., Massimini M. 2015. Bistability breaks-off deterministic responses to intracortical stimulation during non-REM sleep. *Neuroimage*. 112. 105-113.
12. Tsuchiya N., Wilke M., Frässle S., Lamme V.A.F. 2015. No-Report Paradigms: Extracting the True Neural Correlates of Consciousness. *Trends Cogn Sci.* 19(12). 757-770.
13. Velik R. 2011) From single neuron-firing to consciousness – towards the true solution of the binding problem. *Neurosci Biobehav Rev.* 34(7). 993-1001.
14. Peter-Derex L., Magnin M., Bastuji H. 2015. Heterogeneity of arousals in human sleep: A stereo-electroencephalographic study. *Neuroimage*. 123. 229-44.
15. Andriillon T., Kouider S. 2020. The vigilant sleeper: neural mechanisms of sensory (de)coupling during sleep. *Current Opinion in Physiology.* 15. 47-59.
16. Halász P., Terzano M, Parrino L, Bódizs R. 2004. The nature of arousal in sleep. *J Sleep Res.* 13(1). 1-23.
17. Destexhe A., Hughes S.W., Rudolph M., Crunelli V. Are corticothalamic ‘up’ states fragments of wakefulness? 2007. *Trends Neurosci.* 30. 334-342.

## **Влияние перцептивного и концептуального источников беглости обработки информации на применение имплицитных знаний<sup>1</sup>**

*И.В. Зверев<sup>1,2</sup>, Н.В. Морошкина<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия  
elijah.zverev@gmail.com*

*Ключевые слова: имплицитное научение, научение искусственной грамматики, беглость обработки информации, интуитивные чувства.*

Ряд исследований показал, что применение имплицитных знаний, как правило, осуществляется с опорой на интуитивные чувства (Price & Norman, 2008). Одной из основных теорий, объясняющих механизм работы интуитивных чувств, является теория беглости обработки информации (Reber,

---

<sup>1</sup> Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ, номер проекта 20-013-00532.

Schwarz & Winkielman, 2004). В данной теории предполагается, что восприятие стимулов, соответствующих имплицитно усвоенной закономерности, сопровождается субъективным позитивным переживанием эффективности, лёгкости и скорости их обработки. Благодаря этому, человек может классифицировать стимул, как соответствующий усвоенной закономерности, не формулируя эксплицитно ее правила. Однако из этого следует, что на применение имплицитного знания могут оказывать влияние любые факторы, которые так или иначе влияют на беглость переработки информации, в том числе и не связанные с решаемой задачей. Так, было показано влияние нерелевантных задаче перцептивных источников беглости на применение имплицитного знания (Kinder et al., 2003; Topolinski & Strack, 2007), хотя были получены также противоречащие этому результаты (Scott & Dienes, 2010). Однако до настоящего времени не проводились исследования, где проверялось бы обратное влияние: когда само имплицитное знание, являясь концептуальным источником беглости обработки информации, влияло бы на решение перцептивной задачи.

Цель настоящего исследования состояла в проверке способности участников различать источники перцептивной и концептуальной беглости при применении имплицитных знаний. Исследование проводилось с применением методики научения искусственной грамматике (Reber, 1967). Согласно основной гипотезе, предполагалось, что оба источника беглости будут влиять как на суждение о грамматичности стимулов, так и на суждение о лёгкости их прочтения, т.е. испытуемые не смогут различать перцептивный и концептуальный источники своих интуитивных переживаний.

Для варьирования концептуальной беглости обработки применялась методика научения искусственным грамматикам, а для варьирования перцептивной беглости обработки использовалось варьирование зашумлённости строк масками, где процент случайно сгенерированных чёрных пикселей изменялся от 57 до 87 %, с шагом в 2 %. В эксперименте использовался смешанный дизайн (межгрупповой фактор критерия классификации стимулов  $X$  внутригрупповой фактор зашумлённости  $X$  внутригрупповой фактор грамматичности строк).

В эксперименте приняло участие 45 студентов петербургских ВУЗов, из них 39 женщин, в возрасте от 17 до 35 лет ( $M = 21.64$ ,  $SD = 4.62$ ). Испытуемые были случайным образом распределены на три группы. На обучающем этапе все участники запоминали строки, составленные по искусственной грамматике. На тестовом этапе в группе 1 и 3 объявлялось о существовании сложного набора правил и давалось задание классифицировать новые строки по степени грамматичности (сходства со строками первого этапа) по шкале от 1 до 4. Группе 2 о существовании правил не сообщалось и задание состояло в том, чтобы оценить строки по субъективной лёгкости

их прочтения по шкале от 1 до 4. При этом в группах 1 и 2 как грамматические, так и неграмматические строки предъявлялись с наложением масок разной степени зашумленности. В группе 3 все строчки предъявлялись без маски (контрольное условие). Ожидалось, что на суждение о грамматичности помимо релевантного фактора будет влиять перцептивная беглость обработки стимулов (группа 1), тогда как на оценку лёгкости чтения будет влиять грамматичность (т.е., концептуальная беглость обработки) помимо перцептивной характеристики стимулов (группа 2). Это будет свидетельствовать в пользу неспецифичности источников беглости.

Результаты. Из анализа были исключены данные 4 испытуемых в группе 2, так как они оценивали зашумленность маски, не читая строки. Анализ точности классификации строк относительно их грамматичности в 1-й экспериментальной и контрольной группах показал наличие эффекта научения. Вероятность правильной классификации тестовых стимулов во обеих группах выше уровня случайного угадывания (50 %), что говорит об усвоении испытуемыми целевой грамматики: 1-я группа – 61,3 %,  $t(14) = 4.69$ ,  $p < .001$ , Cohen's  $d = 1.21$ , контрольная - 61,4%,  $t(13) = 3.59$ ,  $p = .001$ , Cohen's  $d = 0.99$ . Затем была применена смешанная логистическая регрессионная модель для каждой группы. В 1-й группе было показано значимое влияние фактора грамматичности ( $B = 0.29$ ,  $t = 3.27$ ,  $p = .001$ ) и перцептивной зашумлённости ( $B = 0.15$ ,  $t = 2.28$ ,  $p = .02$ ), не обнаружено значимого взаимодействия факторов ( $B = -0.008$ ,  $t = -0.918$ ,  $p = .36$ ). Во 2-й группе было показано значимое влияние фактора перцептивной зашумлённости ( $B = 0.34$ ,  $t = 4.932$ ,  $p < .001$ ), но не обнаружено влияния грамматичности ( $B = -0.05$ ,  $t = -0.56$ ,  $p = .57$ ) и взаимодействия факторов ( $B = 0.009$ ,  $t = 0.893$ ,  $p = .37$ ).

Таким образом, в эксперименте было показано влияние перцептивной беглости обработки стимулов на применение имплицитного знания, помимо влияния релевантного фактора. Чем более зашумленной была строка, тем ниже были оценки ее грамматичности. Однако, не подтвердилась гипотеза о влиянии концептуальной беглости обработки стимула на решение перцептивной задачи. Это может быть связано с тем, что задача определения субъективной лёгкости прочтения решалась быстрее, чем успевала оказать воздействие высокоуровневая характеристика (соответствие имплицитно усвоенному знанию). В дальнейшем планируется продолжение набора участников, а также разработка перцептивной задачи, схожей по сложности и временным границам с применением имплицитного знания.

### Список литературы

1. Kinder A. Shanks D.R., Cock J., Tunney R.J. 2003. Recollection, fluency, and the explicit/implicit distinction in artificial grammar learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 551–565.
2. Price M.C., Norman E. 2008. Intuitive decisions on the fringes of consciousness: Are they conscious and does it matter? *Judgment and Decision Making*, 3(1), 28–41.
3. Reber A. 1967. Implicit learning of artificial grammars. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 6(6), 855–863.
4. Reber R., Schwarz N., Winkielman P. 2004. Processing fluency and aesthetic pleasure: Is beauty in the perceiver's processing experience? *Personality and social psychology review*, 8(4), 364–382.
5. Topolinski S., Strack F. 2007. The architecture of intuition: Fluency and affect determine intuitive judgments of semantic and visual coherence and judgments of grammaticality in artificial grammar learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138 (1), 39–63.
6. Scott R.B., Dienes Z. 2010. Fluency does not express implicit knowledge of artificial grammars. *Cognition*, 114(3), 372–388.

## Сравнительное исследование когнитивных способностей нечеловеческих приматов в условиях, близких к естественным, и детей 4-5 лет<sup>1</sup>

*И.Ю. Голубева<sup>1</sup>, Д.Л. Тихонравов<sup>2,3</sup>*

*<sup>1</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии  
им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>3</sup>Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Санкт-Петербург, Россия  
antropoid-kiu@yandex.ru*

Ключевые слова: *формирование понятий, длительность обучения, дети дошкольного возраста, макаки, гиббоны, лемуры.*

Способность к предметному восприятию, идентификации и обобщению объектов является необходимым условием выживания в реальной жизни для приматов. Существует значительное количество исследований, посвященных

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-015-00269 и в рамках государственных заданий № 0134-2019-0005 (ИФ РАН) и № 075-00776-19-02 (ИЭФБ РАН).

формированию понятий и категоризации у разных видов приматов: шимпанзе (Gillan et al. 1981), павианов (Fagot & Maugard 2013), гиббонов (D'Agostino & Cunningham 2015), лемуру (Merritt et al. 2011), демонстрирующих значительные когнитивные способности нечеловеческих приматов. Однако трудно сопоставить длительность формирования понятий из-за отсутствия единого методического подхода, согласно которому определенное обучение было бы доступно разным видам приматов. Некоторые исследования требуют длительной предварительной тренировки, например, в использовании джойстиком, нажатий на сенсорный экран и т.п. В других работах требуется связать объект (без одновременного сопоставления с другими объектами) с общим понятием или поведенческой парадигмой, которые, в отличие от людей, у обезьян не сформированы. Это приводит к значительной разнице в длительности обучения между человеком и нечеловеческими приматами. По нашему мнению, формирование общих понятий происходит путем синтеза отдельных представлений объектов при помощи индуктивной функцией рассудка. Затем эти понятия могут использоваться дедуктивной функцией абстрактного мышления – отнесения конкретного предмета к уже сформированному понятию. Наконец, сформированные понятия могут синтезироваться при помощи наивысшей когнитивной функции (разума).

Цель настоящей работы заключалась в проведении сравнительного исследования формирования отдельных понятий и их синтеза у нечеловеческих приматов, находящихся в условиях, близких к естественным (Ленинградский зоопарк и биоколлекция Института физиологии им. И.П. Павлова), и детей в возрасте 4-5 лет.

Основываясь на выше указанных теоретических предпосылках, был разработан экспериментальный подход (Tikhonravov 2014), который позволяет формировать довербальные эмпирические понятия и проводить синтез сформированных понятий в идею разума о конкретной группе предметов у разных видов приматов в сравнительном аспекте. Особенности данной методики: 1) не требует предварительного обучения и инструкций; 2) используется поисковое поведение – под правильным стимулом находится подкрепление, что является экологически адекватным для приматов; 3) высокая мотивация к выполнению заданий – могут участвовать обезьяны, находящиеся в обогащенной среде и в условиях группового содержания; 4) ответом испытуемого служит пищедобывательная реакция – сдвигание стимула открывает подкрепление; 5) прикосновение к стимулу способствует концентрации внимания на его особенностях, что увеличивает скорость обучения (Katz et al. 2002); 6) одновременно предъявляются 4 стимула, что позволяет сравнивать несколько объектов в каждом предъявлении.

Установлено, что одновременное предъявление, дающее возможность сравнения, способствует реляционной абстракции (Gentner & Hoyos 2017).



Рис. 1. Испытуемые: кошачий лемур, макака резус, белорукий гиббон и ребенок 4-5 лет

Участниками исследования были представители полуобезьян – кошачьи лемуры, низших обезьян – макаки резусы, малых человекообразных обезьян – белорукие гиббоны, а также дети 4-5 лет (рис. 1).

У всех испытуемых вырабатывали два понятия: например, «большой размер» и «зубчатый контур». Оценивали длительность обучения отдельным понятиям и способность образовывать идею о конкретной группе предметов, являющейся синтезом ранее усвоенных понятий – «изображений большего размера с зубчатым контуром».

Установлено, что нечеловеческим приматам требовалось от 40 до 70 предъявлений для формирования первого понятия, что превышало ( $p < 0.001$ ) количество предъявлений у детей. Формирование второго понятия осуществлялось у обезьян за 80-130 предъявлений, у детей длительность обучения не изменилась. Характерно, что макаки обучались быстрее, чем гиббоны при формировании первого понятия ( $p < 0.05$ ), и быстрее чем лемуры при формировании второго понятия ( $p < 0.05$ ). Все испытуемые оказались способны синтезировать сформированные понятия, достигнув критерия обученности (70 %) быстрее, чем при обучении отдельным понятиям. Однако при синтезе понятий лемурам потребовалось достоверно больше предъявлений по сравнению с детьми ( $p < 0.001$ ), макаками ( $p < 0.01$ ) и гиббонами ( $p < 0.01$ ).

Таким образом, проведенное исследование позволило сравнить скорость формирования двух отдельных понятий и их синтез для образования идеи о конкретной группе предметов у трех видов нечеловеческих приматов, содержащихся в условиях, близких к естественным, и детей в возрасте 4-5 лет.

#### *Список литературы*

1. D'Agostino J., Cunningham C. 2015. Preliminary investigation of flexibility in learning color-reward associations in gibbons (Hylobatidae). *American Journal of Primatology* 77(8), 854-868.
2. Fagot J., Maugard A. 2013. Analogical reasoning in baboons (*Papio papio*): Flexible reencoding of the source relation depending on the target relation. *Learning & Behavior* 41(3), 229-237.

3. Gentner D., Hoyos C. 2017. Analogy and Abstraction. *Topics in Cognitive Science* 9(3), 672-693.
4. Gillan D.J., Premack D., Woodruff G. 1981. Reasoning in chimpanzee: I. Analogical reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 7, 1-17.
5. Haun D., Call J., Janzen G., & Levinson S. C. 2006. Evolutionary psychology of spatial representations in the hominidae. *Current Biology* 16(17), 1736-1740.
6. Katz J., Wright A., Bachevalier J. 2002. Mechanisms of same/different abstract-concept learning by rhesus monkeys. *J. of Experimental Psychology-Animal Behavior Processes* 28(4), 358-368.
7. Merritt, D.J, MacLean, E.L, Crawford, J.C, Brannon, E.M. 2011. Numerical rule-learning in ring-tailed Lemurs (*Lemur catta*). *Frontiers in psychology* 2, 23.
8. Tikhonravov D.L. 2014. Can primates form the empirical ideas of the elementary reason that is the highest cognitive function according to Immanuel Kant? // Тезисы докладов Шестой международной конференции по когнитивной науке. МАКИ Калининград, 97-99.

### **Формирование понятий и их синтез при использовании геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у макак резусов и 4-5-летних детей в сравнительном аспекте<sup>1</sup>**

*Д.Л. Тихонравов<sup>1,2</sup>, И.Ю. Голубева<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>3</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН  
Санкт-Петербург, Россия  
d\_tikhonravov@yahoo.com*

*Ключевые слова: формирование понятий, синтез понятий, понятие размера, понятие формы, дети, макаки.*

Несмотря на многолетние исследования, проблема изучения интеллекта у животных и человека остается одной из главных задач современной междисциплинарной когнитивной науки. В научной литературе имеется значительное количество экспериментальных работ, посвящённых изучению

---

<sup>1</sup> Исследование было выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-015-00269 и в рамках государственных заданий № 075-00776-19-02 (ИЭФБ РАН) и № 0134-2019-0005 (ИФ РАН).

формирования понятий рассудка в результате синтеза представлений у антропоидов (Gillan et al., 1981, Vonk et al. 2013), низших обезьян (Тихонравов 2018, Fagot and Maugard 2013, Fagot et al. 2001) и детей разного возраста (Кошелев 2008, Mandler 2000, Murai et al. 2005). Однако, не существует экспериментальных работ, посвящённых исследованию синтеза уже сформированных эмпирических рассудочных понятий, необходимого для образования априорной идеи разума о конкретном предмете или группе предметов у животных и человека. Нет ни теоретического, ни практического подхода к изучению этой проблемы синтеза уже сформированных понятий. Цель настоящей работы заключалась в проведении сравнительного исследования формирования отдельных понятий и их синтеза при использовании геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у макак резусов и 4-5-летних детей.

Основываясь на работах И. Канта, был разработан экспериментальный подход (Tikhonravov 2014), который после формирования или актуализации довербальных эмпирических рассудочных понятий позволяет протестировать синтез этих сформированных понятий в идею разума о конкретной группе предметов. При использовании геометрических фигур в качестве стимулов мы вначале у испытуемых вырабатывали или актуализировали два отдельных понятия: понятие размера (например, меньший объект из 4-х плоских фигур в пробе) и понятие формы (например, объёмный объект в сочетании с 3-мя плоскими фигурами одинакового размера в пробе). Затем, производили тест на синтез понятий «меньшего» размера и «объёмной» формы для образования идеи о конкретной группе предметов – «меньшие объёмные» предметы. При использовании плоскостных контурных изображений в качестве стимулов мы вначале у испытуемых вырабатывали или актуализировали два отдельных понятия: понятие размера (например, большее изображение из 4-х изображений с гладким контуром в пробе) и понятие формы контура (например, изображение с зубчатым контуром в сочетании с 3-мя изображениями с гладким контуром в пробе). Затем, как и в экспериментах с геометрическими фигурами, производили тест на синтез понятий «большого» размера и «зубчатого» контура для образования идеи о конкретной группе стимулов – «больших изображений с зубчатым контуром». Наличие способности к синтезу доказывали путём сравнения (1-way ANOVA test) скоростей при формировании 1-го понятия, 2-го понятия, синтеза этих двух понятий и контрольного опыта, в котором стимулы расставлялись так же, как и в пробах на синтез, но предварительного формирования двух понятий не производилось.

Поскольку число проб при синтезе понятий было достоверно меньше числа проб в контрольном опыте, то можно сделать вывод, что макаки и дети были способны к осуществлению синтеза двух понятий как в задачах с использованием геометрических фигур, так и контурных изображений в

качестве стимулов. У макак при парном сравнении количества проб в задачах с использованием геометрических фигур и контурных изображений наблюдалось достоверные различия при формировании понятия формы, проведении контрольного опыта и синтеза. В первых двух случаях задачи с контурными изображениями, с которыми макаки редко встречаются в природе, были сложнее. Однако, в задачах на синтез использование геометрических фигур вызвало большее затруднение по сравнению с задачами с использованием контурных изображений. Наверное, это произошло потому, что синтезировать в мозгу идею о целостной группе предметов в 3D гораздо сложнее, чем сформировать идею о группе контурных изображений в 2D. У 4-5-летних детей при парном сравнении количества проб в задачах с использованием геометрических фигур и контурных изображений наблюдалось достоверные различия только при проведении контрольного опыта. Этот факт говорит о том, что дети способны одинаково хорошо оперировать как в 2D, так и 3D форматах на уровне формирования понятий (простые задачи) и их синтеза. Таким образом, синтез сформированных понятий могут производить как макаки, так и дети. Однако, существуют значимые отличия при формировании понятий и их синтеза в ходе использования геометрических фигур и плоскостных контурных изображений в качестве стимулов у макак резусов и 4-5-летних детей.

#### *Список литературы*

1. Fagot J., Maugard A. 2013. Analogical reasoning in baboons (*Papio papio*): flexible reencoding of the source relation depending on the target relation. *Learning and Behavior* 41, 229-237.
2. Fagot J., Wasserman E.A., Young M.E. 2001. Discriminating the relation between relations: The role of entropy in abstract conceptualization by baboons (*Papio papio*) and humans (*Homo sapiens*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 27, 316–328.
3. Gillan D.J., Premack D., Woodruff G. 1981. Reasoning in chimpanzee: I. Analogical reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 7, 1-17.
4. Mandler J.M., 2000. What global-before-basic trend? Commentary on perceptually based approaches to early categorization. *Infancy* 1, 99-110.
5. Murai C., Kosugi D., Tomonada M., Tanakaa M., Matsuzawa T. Itakura S. 2005. Can chimpanzees infant (*Pan troglodytes*) form categorical representations in the same manner as human infants (*Homo sapiens*)? *Developmental Science* 8, 240-254.
6. Tikhonravov D.L., 2014. Can primates form the empirical ideas of the elementary reason that is the highest cognitive function according to Immanuel Kant? // Тезисы докладов Шестой международной конференции по когнитивной науке. МАКИ Калининград, 97-99.
7. Vonk J., Jett S.E., Mosteller K.W., Galvan M. 2013. Natural category discrimination in chimpanzees (*Pan troglodytes*) at three levels of abstraction. *Learning and Behavior* 41, 271-284.

8. Тихонравов Д.Л., Дубровская Н.М., Журавин И.А. 2018. Сравнительный анализ процесса формирования понятий размера и формы у низших обезьян (*Macaca mulatta*). *Ж. Эвол. Биохим. Физиол.* 54(3), 205-211.

9. Кошелев А.Д., 2008. О качественном отличии человека от антропоида. // *Разумное поведение и язык. Вып. 1. Коммуникативные системы животных и язык человека. Проблема происхождения языка. М.: Языки славянских культур, 193-230.*

## **Object-specific and non-specific changes of short-term memory in healthy aging: behavioral and high-density ERP study**

*E.V. Mnatsakanian*

*Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS,*

*Moscow, Russia*

*mnazak@ihna.ru*

*Keywords: EEG, visual ERP, short-term memory, aging, unfamiliar face, verbal, spatial.*

**Objectives.** The age-related changes in cognitive processes are manifested in a various manner. The first signs of aging are usually observed in attention and memory (Glisky 2007). According to the literature references, the short-term memory is less affected by aging, unlike the working memory. Some aspect of our cognition can even improve with age, like the vocabulary (Park et al. 2002). It is important to know what kind of changes are beyond the healthy way of brain aging and indicate the development of neurological problems, e.g., dementias. We aimed at studying the changes in short-term memory for different kinds of visual stimuli due to healthy aging.

**Methods.** Young adults (10 female and 12 male), aged 20-30 years and elder adults (12 female and 12 male), aged 50-70 years, took part in this study. The elder group consisted of socially active, working people who never had complaints regarding the neurological or severe somatic diseases. All participants performed three delayed match-to-sample visual tasks.

The stimuli were monochrome photographs of unfamiliar faces (total of 200 photographs of 100 unfamiliar people, each presented in two views), patterns composed of 8 cubes (total of 100 items), and 5-letter Russian nouns (100 abstract words, and also 50 concrete words used only as a second item). Participants had to memorize the first stimulus in a pair (always a unique item) and compare it to the second stimulus presented with 2000 ms delay. The instruction was to press different buttons for matching and mismatching items delivered in a random order with equal probability using E-Prime v2 software (PST, USA).

128-channel EEG was recorded with 500 Hz digitization rate using Netstation 4.4 system (EGI, USA). We analyzed the visual response elicited by the first stimulus in a pair and the following slow potential (contingent negative variation, CNV), i.e., the encoding and short-term maintenance of information in memory.

**Results and discussion.** No significant differences between tasks were found in either age group for the performance rates. The rates for Elder group were lower, the motor reaction times were longer, and the individual variability was higher compared to Young group in all tasks. The age-related differences in ERPs were evaluated by statistical comparison of Young and Elder groups for each task separately using non-parametric tests.

The object-specific age-related differences ( $p < .05$ ) were found in 150-250 ms time window corresponding to N170 component. Its amplitude was reduced for geometric pattern encoding, and enhanced for faces and words in Elder group compared to Young group. The differences between Young and Elder groups were clearly specific in their topography in 450-900 ms time window corresponding to LPP (late positive potential) and early CNV. The activity in these components was reduced with age.

The non-specific age-related differences ( $p < .05$ ) were found for several time windows. The non-specific amplitude reduction in elders was in P100 (90-140 ms) and in P300 (250-450 ms) components. The non-specific amplitude increase was found in N280 (250-450 ms) and CNV (900-2000 ms) in the central region. The increased activity in elder compared to younger people was observed in some brain structures also in metabolic studies and was called overrecruitment (Grady 2008). This increased brain activity can possibly be a manifestation of compensatory processes taking place in certain brain structures in healthy aging, allowing the preservation of cognitive functions. However, this can also indicate the decreased efficacy of brain functioning with age (Glisky 2007).

**Conclusions.** ERPs and behavioral measures were used to assess the memory changes in healthy aging. We analyzed the changes in memory encoding and short-term maintenance for unfamiliar faces, abstract words, and geometric patterns. There were object-specific and non-specific age-related differences (amplitude reduction or increase) in certain ERP components, depending on their latency and location.

### *References*

1. Glisky E. L. 2007. Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: D. R. Riddle (ed). Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms. Boca Raton (FL): CRC Press, 1-13.
2. Grady C.L. 2008. Cognitive neuroscience of aging. *Ann N Y Acad Sci.* 1124, 127-144.
3. Park D. C. Lautenschlager G., Hedden T., Davidson N. S., Smith A. D., Smith P. K. 2002. Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and aging* 17, 299-320.

## Состоятельна ли концепция трёх структурно-функциональных блоков мозга?

*Н.А. Хохлов*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
факультет психологии, Москва, Россия*

*Центр тестирования и развития «Гуманитарные технологии»,  
Москва, Россия*

*nkhokhlov@psychmsu.ru*

Ключевые слова: *методологические основы нейропсихологии, нейроморфология, нейропсихологическая диагностика, нейропсихология детского возраста.*

В конце 60-х гг. XX в. основатель отечественной нейропсихологии А.Р. Лурия предположил, что «мозг, как сложнейшая система, состоит по крайней мере из трёх основных устройств или блоков» (Лурия 1970: 16). I структурно-функциональный блок (СФБ) включает в себя верхние отделы ствола и ретикулярной формации, образования древней (медиальной и базальной) коры, обеспечивая энергетическое обеспечение активности. II СФБ включает задние отделы обоих полушарий (теменные височные и затылочные отделы коры) и обеспечивает приём, переработку и хранение информации. III СФБ занимает передние отделы полушарий (лобные доли мозга) и обеспечивает программирование, регуляцию и контроль сложных форм деятельности и реализацию двигательных программ. Эти блоки выделены на основании клинических данных.

Между тем непосредственное строение мозга было хорошо изучено нейроморфологами (Саркисов, Филимонов 1949, Саркисов 1972) ещё во времена А.Р. Лурии. Показано, что функции мозга обеспечиваются работой citoархитектонических полей и отдельных структур, которые морфологически нельзя объединить в три блока. Повреждение одних структур мозга может приводить к вторичным изменениям связанных с ними структур, даже если они находятся в других отделах (Шевченко 1954). Результаты изучения развития мозга как в пренатальном (Савельев 2002), так и в постнатальном оттогенезе (Gogtay et al. 2004) не позволяют говорить об общности происхождения церебральных структур, объединяемых А.Р. Лурией в один блок.

Мы проверили, можно ли свести состояние разных высших психических функций (ВПФ) к состоянию трёх СФБ мозга. В качестве исходного материала использовались результаты нейропсихологического обследования 623

детей в возрасте от 4 до 17 лет, проходивших диагностику в Центре тестирования и развития «Гуманитарные технологии» и Психологическом центре «Гальтон» с 2014 по 2020 гг. Уровень развития 14 ВПФ и психологических характеристик оценивался с помощью 5-балльной системы качественных оценок. Баллы подвергались процентильной стандартизации.

Таблица 1

**Факторный анализ результатов нейропсихологической диагностики**

Нейропсихологические характеристики	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6
Темп работы	0,25	0,45	0,11	-0,13	-0,62	0,26
Внимание	0,34	0,57	0,27	0,02	0,16	0,14
Энергетическое обеспечение психической деятельности	0,11	0,71	0,30	0,08	-0,04	0,09
Зрительный гнозис	0,61	0,06	0,33	0,00	-0,05	-0,27
Зрительная память	0,72	0,20	0,06	-0,01	0,05	0,09
Конструктивно-пространственные функции	0,73	0,18	-0,06	0,26	-0,04	-0,10
Тактильный гнозис	0,01	0,05	0,23	0,69	-0,10	0,24
Акустический гнозис	0,19	0,14	0,03	0,76	0,11	-0,01
Речь	0,05	0,13	0,69	0,33	-0,04	-0,08
Слухоречевая память	0,12	0,26	0,70	-0,04	0,06	0,03
Динамический праксис	0,10	0,67	-0,05	0,34	0,13	-0,31
Мышление	0,49	-0,08	0,43	0,16	0,20	0,22
Регуляторные функции	0,15	0,28	0,10	-0,04	0,82	0,10
Эмоциональная сфера	-0,06	0,03	-0,02	0,15	0,00	0,87

Параллельный анализ показал, что наиболее оптимальная модель достигается при выделении 6 факторов (табл. 1). С известной степенью условности можно предположить, что I СФБ мозга представлен вторым фактором, II СФБ – первым фактором (правополушарный индекс) и третьим фактором (левополушарный индекс), III СФБ – пятым фактором. Выделение эмоциональной сферы в отдельный фактор в принципе не противоречит исходной концепции. Хотя А.Р. Лурия и считал изменения аффективной жизни симптомом поражения I СФБ, несоответствие можно объяснить тем, что мы оценивали уровень развития более сложных социальных эмоций, а не первичных аффектов. Мышление оказалось нагружено первым и третьим факторами, что позволяет считать роль II СФБ ведущей в его обеспечении. Тактильный и акустический гнозис были выделены в отдельный фактор, хотя все гностические функции теоретически сводятся к работе II СФБ. Заметное

расхождение проявляется в отношении III СФБ. В соответствии с исходной концепцией динамический праксис и регуляторные функции обеспечиваются одним блоком мозга (III СФБ), однако по факту мы видим, что динамический праксис в большей степени связан с функциями I СФБ. Вместе с тем низкий темп работы, обычно свидетельствующий о дисфункции I СФБ, оказался связан с регуляторными функциями (III СФБ). Наконец, отметим, что полученная модель объясняет только 64% вариативности исходных данных. Треть дисперсии развития ВПФ невозможно объяснить даже 6-факторной моделью. Получается, что состояние разных ВПФ нельзя свести к 3- или 4-факторной (с учётом разделения II СФБ на два полушария) модели, а выделяемые факторы лишь частично соответствуют теоретическим ожиданиям.

Таким образом, имеются серьёзные сомнения в состоятельности концепции трёх структурно-функциональных блоков мозга. Понятно, что можно получить желаемую факторную структуру, если сразу же интерпретировать совершаемые при выполнении нейропсихологических проб ошибки как ошибки со стороны какого-либо блока мозга. Несложно провести мысленный эксперимент и убедиться, что при таком подходе любая умозрительная концепция организации мозга будет «верифицирована» эмпирически. Проведение критического эксперимента возможно при накоплении сведений о выполнении разных нейропсихологических проб без предварительной теоретически нагруженной категоризации ошибок и дальнейшего сравнения структурных моделей с помощью конфирматорного факторного анализа.

#### *Список литературы*

1. Лурья А.Р. 1970. Мозг человека и психические процессы. Т. 2. Нейропсихологический анализ сознательной деятельности. М.: Педагогика.
2. Саркисов С.А., Филимонов И.Н., Преображенская Н.С. (ред.) 1949. Цитоархитектоника коры большого мозга человека. М.: Медгиз.
3. Саркисов С.А. (ред.) 1972. Архитектоника волокон коры большого мозга человека. М.: Медицина.
4. Шевченко Ю.Г. 1954. Последствия префронтальной лейкотомии при шизофрении: Морфол. изменения головного мозга. М.: Медгиз.
5. Савельев С.В. 2002. Стадии эмбрионального развития мозга человека. М.: ВЕДИ.
6. Gogtay N., Giedd J.N., Lusk L., Hayashi K.M. Greenstein D., Vaituzis A.C. Nugent III T.F., Herman D.H., Clasen L.S., Toga A.W., Rapoport J.C., Thompson P.M. 2004. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. PNAS 101 (21), 8174–8179.

## **Моделирование формирования и связи рефлексов: условных, сложных условных, категориальных, импринтинга**

*М.Е. Мазуров*

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
каф. математических методов, Москва, Россия*

*mazurov37@mail.ru*

*Ключевые слова: условный рефлекс, сложный условный рефлекс, категориальный рефлекс, импринтинг, избирательные нейронные сети, замыкание временных связей.*

Рассмотрено формирование и общие свойства УР, сложных различных порядков, категориальных, импринтинга. Предложена релевантная математическая модель формирования УР всех видов. Учтены физиологические механизмы при формировании временных связей, роль процессов повторения в ходе обучения, избирательный характер процессов формирования временных связей. Полученная модель позволяет предвидеть процесс формирования УР, прогнозировать динамику его развития.

Приоритет в исследовании условных рефлексов (УР) принадлежит акад. И.П. Павлову [1]. В настоящее время знания о физиологии образования УР значительно развиты и углублены, разработана классификация условных рефлексов, установлены различные особенности их формирования на основе временных связей в коре мозга. Описаны другие виды рефлексов, являющихся по существу условными: сложные УР различных порядков, категориальные, описанные в работах акад. К.В. Анохина и А.А. Тиуновой [2], импринтинга в работах Нобелевского лауреата К. Лоренца [3]. Исследовано образование условного рефлекса у человека, когда существенное значение имеют наличие памяти и прошлого опыта. Значительный вклад в это направление внесен акад. П.К. Анохиным в разработанной им теории функциональных систем человека [4]. Установлена значительная роль в образовании УР предварительного «глубокого обучения» в нейронных сетях, связывающих раздражитель с мозгом, что выполнено в работах Нобелевских лауреатов Д Хьюбела и Т Визела [5]. Установлено значительное влияние на формирование УР избирательных связей, возникающих в нейронных сетях, в которых формируется УР, что выполнено в работах [6-10]. В связи с изложенным является актуальной разработка общей макроскопической теории и математических моделей физиологических механизмов формирования УР.

Простейшая математическая модель (ММ) УР была предложена Ж. Пиаже [11]. Были предложены математические модели, основанные на дискретных электронных схемах. Но они не получили распространения

ввиду отсутствия релевантности физиологическим механизмам формирования УР.

В данной работе предложена структурная и ММ, учитывающая физиологические свойства системы, где происходит формирование УР. Модель учитывает сложность сформированной структуры УР, образование временных связей при повторении условных раздражителей, рождение нейронных волокон между возбужденными нейронными центрами, избирательный характер используемых нейронных сетей, наличие «глубокого обучения» на предварительной стадии ввода информации подкрепления.

Предлагаемая структура и ММ позволяет исследовать формирование рефлексов первого порядка и сложных УР более высокого порядка. Учитывается возможность формирования сложных УР: последовательных, параллельных, смешанных. Получено общее математическое описание процесса формирования условных рефлексов первого порядка и сложных. ММ позволяет рассматривать рефлексы любых видов с единой точки зрения. Видно, что все подсистемы для реализации УР имеют по существу идентичную структуру, идентичный режим образования временных связей и другие сходства. Отличия могут наблюдаться в деталях, в периоде образования УР для импринтинга непосредственно после рождения особи, для категориального УР через больший период после рождения. При этом при импринтинге для лабильной нервной системы только одно подкрепление, для частично сформированной нервной системы для формирования УР требуется 10-20 подкреплений, для взрослой особи 20-50 подкреплений. Сама структура и ММ для ее описания в общих чертах являются идентичными или как говорят в настоящее время топологически эквивалентными.

Заключение. Предложена математическая модель формирования УР: первого порядка, сложных УР различных порядков, категориальных, импринтинга, релевантно отражающая физиологические процессы формирования УР в реальных условиях. Учтены физиологические механизмы при формировании временных связей, роль процессов повторения в ходе обучения, избирательный характер процессов формирования временных связей. Дано описание механизмов формирования сложных УР любых типов и любого порядка. Установлено, что в процессе образования временных связей между нейронным центром безусловного рефлекса и центром условного раздражителя происходит усиленное избирательное прорастание нервных волокон, что соответствует правилу Хебба. Физиологически такое прорастание обусловлено повышенным выделением АТФ и ионов вблизи интенсивно работающих нервных центров. Направление роста нервных волокон также определяется направлением между центрами. Существенно, что другие нервные волокна, идущие по другим направлениям, находятся в худших условиях по питанию, развиваются слабо или аннигилируют. Замыкание условных временных связей может происходить не только в коре,

но и в подкорковых областях, например, в продолговатом мозге, в таламусе, гиппокампе. Полученная модель позволяет предвидеть процесс формирования УР, прогнозировать динамику его развития.

#### *Список литературы*

1. Асратян Э.А. Иван Петрович Павлов. М.: Наука, 1974. 456 с.
2. Анохин К.В., Тиунова А.А. Интерокулярный перенос опыта при формировании категориальной памяти у цыплят // Доклады Академии наук. М.: Наука, 1996. Т. 348. № 4. С. 564-566.
3. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. 447 с.
4. Hubel D.H., Wiesel T.N. Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex // Journal of Physiology. 1962. V. 160. P. 106-54.
5. Черников А.М., Клещенко Е.В. Конрад Лоренц о животных и людях // Химия и жизнь. М.: Наука, 2013. № 11.
6. Мазуров М.Е. Нейронная избирательность в нейросетевых системах, избирательные нейроны и нейронные сети // Математическая биология и биоинформатика: труды VI Международная конф. М.: МАКС Пресс, 2016. С. 84-85.
7. Мазуров М.Е. Синхронизация релаксационных автоколебательных систем, синхронизация в нейронных сетях // Изв. РАН Серия физическая. 2018. Т. 82. № 1. С. 83-87.
8. Мазуров М.Е. Нелинейная динамика, почти-периодическое суммирование, автоколебательные процессы, информационное кодирование в избирательных импульсных нейронных сетях // Изв. РАН. Серия физич., 2018. Т. 82. № 11. С. 1564-1570.
9. Mazurov M.E. Modeling of Intellect with the use of Complex Conditional Reflexes and Selective Neural Network Technologies // International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education. Moscow, Russia. 2018. P. 365-376.
10. Мазуров М.Е. Нелинейная динамика и синхронизация нейронных ансамблей при формировании внимания // Изв. РАН. Серия физическая. 2019. Т. 84. № 3. С. 451-456.
11. Пиаже Ж. Генетический аспект языка и мышления. В сб. М., 1984. С. 325-335.

## Spatial-Temporal Measure for Grouping the Eye Tracking Data

M.Ye. Zhuravlev<sup>1</sup>, A.A. Konina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

<sup>2</sup>*University of Helsinki, Helsinki, Finland*

*myezhur@gmail.com; alena.konina@gmail.com*

Keywords: *Trajectory set, clustering, scan-path, eye-tracking, distance between the trajectories.*

Eye tracking is a methodology whose applications span from medical and fundamentally scientific research to usability and marketing. Eye tracking data are spatial-temporal in nature, i.e. they are made up of fixations where the gaze is considered to be stationary and the movements between fixations which are called saccades. There are numerous ways to compute and represent a scan-path – an individual sequence of eye movement events (see, i.e., Chapter 10 in the book by K. Holmqvist, et al. 2010), but not so many when it comes to relating and comparing groups of fixations and saccades obtained from several people. Meanwhile, it is a pressing challenge since the similarity of gaze trajectories could allow one to match the resulting groups with cognitive or behavioral characteristics. For instance, a correlation was found between people with different levels of reading skills and their eye movements in a series of eye-tracking experiments (Rayner and Pollatsek 1989). In another example, the so called «eye tracking dysfunction» was demonstrated by the patients with schizophrenia compared to the control group (D.L. Levy, et al. 2010).

When considering the issue of clustering sets of trajectories, we need to note that the problem of comparing the trajectories arises in different areas, e.g. transportation traffic management, animal behavior, molecular biology, etc. However, the presence of two heterogeneous elements (saccades and fixations) makes the analysis of eye tracking data much more complicated than matching the trajectories as geometrical objects. Only few methods (Hooge and Camps 2013, Mathôt, et al. 2012, Gurtner, et al. 2019) have been proposed to take into account both spatial and temporal aspects of gaze motion.

Though the suggestion that the particular criteria for the similarity between the trajectories must be adapted to a specific research task seems quite reasonable, the search for the ways to establish the similarity between the eye tracking data sets still requires preliminary work. In the present paper, we propose a way to compare gaze trajectories which accounts for both spatial and temporal aspects of a scan-path, or a sequence of fixations and saccades for each participant in an eye-tracking experiment. We apply this method to a set of eye tracking data consisting of 57 scan-path samples to find similar trajectories. We compare the obtained results with data clustering based on minimum spanning tree algorithm.

Also, we consider the analysis of these data basing on the «saccadic direction» (K. Holmqvist, et al. 2010).

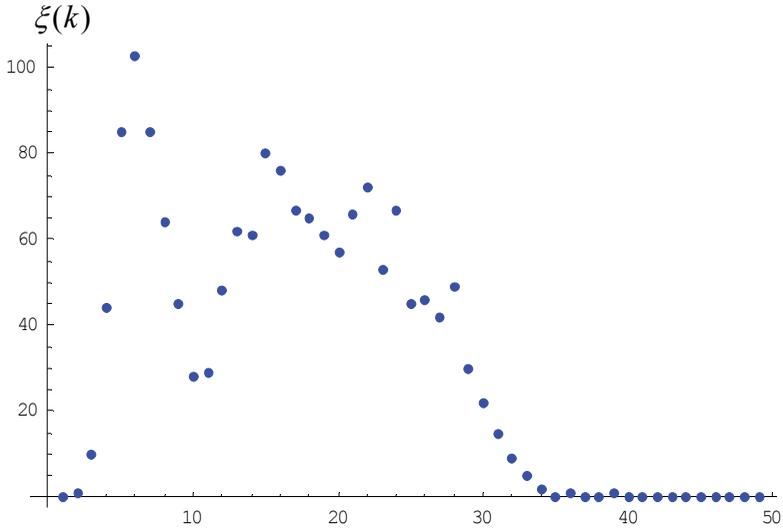


Fig. 1. The distribution of  $d_{nm}$

The eye tracking data for a single ( $n$ -th) person is a set of coordinates  $(x_j^n, y_j^n)$  of successive fixations and the moments of the beginning and the end of the fixations,  $(t_{j1}^n, t_{j2}^n)$ , where  $j$  is the number of the fixation. The total number of fixations depends on a person. For each set (for each person), we determine function  $f_n(t) = \{x^n(t), y^n(t), \tau^n(t)\}$  where  $(x^n(t), y^n(t))$  is a time-dependent coordinate of the gaze, and  $\tau_n(t)$  is a sum of Gaussian functions whose parameters are determined by the time and the duration of the fixations. We determine the distance between  $n$ -th and  $m$ -th trajectories as follows:

$$d_{nm} = \gamma \int_0^T \sqrt{(x_n(t) - x_m(t))^2 + (y_n(t) - y_m(t))^2 + (\tau_n(t) - \tau_m(t))^2} dt, \quad (1)$$

where  $T$  is the time of the experiment,  $\gamma$  is the normalizing constant which can be chosen arbitrarily. This distance has the following properties: the closer different fixations coordinates and the closer their duration, the lesser the input of such fixations into the distance between trajectories is, and  $d_{nm} = 0$ . Besides, this

distance is adopted for the unequal numbers of the fixations for different sets of scan-path. The normalization constant  $\gamma$  was chosen so that all distances  $d_{nm}$  would be in the interval  $0 < d_{nm} < 120$ . Fig. 1 displays the distribution of  $d_{nm}$ . For each integer  $k$ ,  $0 < k < 83$ , the value  $\xi(k)$  is the number of the distances which fall in the interval  $[k-1, k]$ .

Therefore, using the proposed distance we can distinguish the sets of ‘similar’ trajectories. Next, using the determined distance as the weighted edges, we construct minimum spanning tree for the graph whose vertices are the trajectories. Then, we perform the clustering of the trajectories set. It is interesting that none of these clusters match the set of the trajectories that have the maximal number of the closest neighbors determined through the metrics (1).

We can also investigate the distribution of the trajectories according to the total rotation angle of the gaze motion by summing up the saccadic directions or their absolute values for each trajectory. We can distinguish some ‘extremal’ trajectories with very high values of these angles basing on these values.

All these approaches demonstrate that real set of eye tracking data can be clustered by different though rigorous criteria. We get different subsets of similar trajectories depending on the method we used. In our opinion, these approaches reveal the structural properties of the trajectories’ sets and can be used in further research combined with cognitive data related to the participants in the eye tracking experiments.

### *References*

1. K. Holmqvist, M. Nyström, R. Anderson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, and J. van de Weijer. 2010. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford: Oxford University Press.
2. K. Rayner, A. Pollatsek. 1989. The Psychology of Reading. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
3. D.L. Levy, A.B. Sereno, D.C. Gooding, G.A. O’Driscoll. 2010. Eye Tracking Dysfunction in Schizophrenia: Characterization and Pathophysiology. *Curr. Top. Behav. Neurosci.* 4, 311-347.
4. I.T. Hooge, G. Camps. 2013. Scan path entropy and arrow plots: Capturing scanning behavior of multiple observers. *Front. Psychol.* 4, Article 996.
5. S. Mathôt, F. Cristino, I.D. Gilchrist, J. Theeuwes. 2012. A simple way to estimate similarity between pairs of eye movement sequences. *J. Eye Mov. Res.* 5, 1-15.
6. L.M. Gurtner, W.F. Bischof, F.W. Mast. 2019. Recurrence quantification analysis of eye movements during mental imagery. *J. Vis.* 17, 1-17.

# Многослойная модель восприятия для случая различения двух многомерных объектов<sup>1</sup>

*В.М. Шендяпин, И.Г. Скотникова*  
*Институт психологии РАН, Москва, Россия*  
*valshend@yandex.ru*

Ключевые слова: *различение объектов, принятие решения, формула Байеса, свидетельство, уверенность, сжатие данных в коре.*

**1. О механизме обработки мозгом входных данных.** Известно, что области неокортекса, управляющие зрением, слухом, осязанием, движениями, речью и т.п. однородны по внешнему виду и структуре. Возможно, сходно и их функционирование (Mountcastle 1978). В таком случае можно ожидать, что и алгоритм работы коры мозга универсален для сенсорных и моторных систем.

Нейробиологи уже имеют общую картину того, как работает мозг (Clark 2015). Ключевая идея: мозг – это многослойный механизм прогнозирования. Нейронная обработка состоит из восходящего потока чувственных данных и нисходящего потока предсказаний, взаимодействующих на каждом уровне. Например, зрительный анализатор имеет первичные детекторы на нижних уровнях обработки и нейроны верхних уровней, кодирующие уже целостные объекты. Поток снизу начинается как набор сигналов, смещающийся вверх по когнитивным слоям от детекторов, различающих линии и края изображения, к детекторам, формирующим из них очертания объектов и т. д. (Соколов и др. 2018).

Нисходящий поток формирует предсказания об ожидаемых чувственных данных. Оба потока носят вероятностный характер в силу неопределенности, порожденной шумами для восходящего потока и неточности предсказаний для нисходящего. Поэтому оба потока должны содержать не только данные, но и оценки их точности, например, в виде уверенности. Для гармонизации этих двух потоков каждый уровень использует схему Байеса. Более конкретно рассмотрим эту схему на примере наиболее изученного в психофизике различения сходных объектов.

**2. Байесовская модель различения сходных объектов.** Е.Н. Соколов и др. (2018) обосновали четырехмерные векторные модели субъективных пространств восприятия цветовых тонов, длин и наклонов линий и других признаков объектов. Поэтому для описания признаков объекта в моделях

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-013-00148).

восприятия обычно используется вектор  $X$ . В общем случае компоненты вектора могут представлять разные сенсорные модальности: форму, цвет, запах и более сложные признаки. Поскольку сенсорные системы «шумят», компоненты вектора  $X$  – это случайные переменные, их числовые значения обозначим как вектор  $x$ . В случае зрения паттерны нервных импульсов от сетчатки, поступающие в нижний слой зрительной коры, вначале объединяются для формирования небольших линейных сегментов, объединяющихся затем в сложные формы, которые далее объединяются уже для формирования образов целостных объектов (Соколов и др. 2018).

Наша модель основана на парадигме Байеса для когнитивной науки (Kersten & Yuille 2003). Рассмотрим далее более простой случай различения двух похожих объектов. Если предъявлен объект  $A$ , наблюдатель должен ответить  $a$ , если  $B$ , то  $b$ , причем за правильные ответы полагаются награды:  $v_{Aa} > 0$ ,  $v_{Bb} > 0$ , а за ошибочные – штрафы:  $v_{Ab} < 0$ ,  $v_{Ba} < 0$ . Чтобы выбрать наиболее вероятный объект, наблюдатель должен рассчитать апостериорные вероятности их предъявления по теореме Байеса:

$$P(A|x) = [P(A)f(x|A)] / [P(A)f(x|A) + P(B)f(x|B)],$$

$$P(B|x) = [P(B)f(x|B)] / [P(A)f(x|A) + P(B)f(x|B)].$$

Объект  $A$  был предъявлен, если  $P(A|x) > P(B|x)$ , иначе предъявлен объект  $B$ . Уверенность ( $C_{cor}$ ) в правильности принятого решения (т.е. оценка его точности) – это разность между апостериорными вероятностями предъявления  $A$  и  $B$ :  $C_{cor} = P(A|x) - P(B|x)$ .

Чтобы выбрать наиболее полезный ответ, наблюдатель должен оценить среднюю полезность ( $V$ ) для  $a$ - и  $b$ -ответов:

$$V(a|x) = P(A|x)v_{Aa} + P(B|x)v_{Ba}; \quad V(b|x) = P(A|x)v_{Ab} + P(B|x)v_{Bb}.$$

Если  $V(a|x) > V(b|x)$ , то следует дать  $a$ -ответ; иначе  $b$ -ответ. Уверенность ( $C_{util}$ ) в полезности принятого решения – это разность

$$C_{util} = V(a|x) - V(b|x).$$

Формально задача решена, но для вычисления  $P(A|x)$ ,  $P(B|x)$  и  $V(a|x)$ ,  $V(b|x)$  необходимы операции умножения и деления, которые не свойственны нейронам мозга.

**3. Модификация модели Байеса на основе свидетельства.** Если ввести новую переменную

$$\Psi_A(x) = \ln [P(A|x)/P(B|x)] = \ln \{ [P(A)f(x|A)] / [P(B)f(x|B)] \} -$$

свидетельство в пользу объекта  $A$  (Shendyapin 2018), то для принятия решения вычислять вероятности  $P(A|x)$ ,  $P(B|x)$  и средние полезности  $V(a|x)$ ,  $V(b|x)$  не требуется.

*Универсальное правило принятия решения:*  $A$  был предъявлен, если  $\Psi > \Psi_{cr}$  (где  $\Psi_{cr}$  – критерий принятия решения), иначе предъявлен  $B$ . Уверенность в принятом решении – это разность:  $C = \Psi - \Psi_{cr}$ . Если цель наблюдателя в выборе наиболее вероятного объекта, то  $\Psi_{cr} = 0$ , а если – наиболее полезного ответа при заданных наградах:  $v_{Aa} > 0$ ,  $v_{Bb} > 0$  и штрафах

$v_{Ab} < 0$ ,  $v_{Ba} < 0$ , то критерий  $\Psi_{cr} = \ln[(v_{Bb} - v_{Ba}) / (v_{Aa} - v_{Ab})]$ . Для принятия решения и оценки уверенности в нем нужно иметь лишь свидетельство  $\Psi$ , получаемое с нижнего слоя коры, и критерий  $\Psi_{cr}$ , получаемый с верхнего. Для вычисления  $\Psi$  и  $\Psi_{cr}$  нужны операции логарифмирования, а затем сложения и вычитания, легко реализуемые нейронами.

Для получения наибольшей полезности, превышающей затраты:  $V_0 > 0$  ( $V_0 < v_{Aa}$ ,  $V_0 < v_{Bb}$ ), наблюдатель должен использовать два критерия:  $\Psi_{cra} = \ln[(V_0 - v_{Ba}) / (v_{Aa} - V_0)]$  и  $\Psi_{crb} = \ln[(v_{Bb} - V_0) / (V_0 - v_{Ab})]$  вместо общего критерия  $\Psi_{cr}$ . Если  $\Psi > \Psi_{cra}$ , следует дать  $a$ -ответ, уверенность в нем  $C_a = \Psi - \Psi_{cra}$ ; если  $\Psi < \Psi_{crb}$ , то  $b$ -ответ, уверенность в нем  $C_b = \Psi - \Psi_b$ ; а если  $\Psi_{crb} < \Psi < \Psi_{cra}$ , следует дать неопределенный (неуверенный) ответ: «не знаю».

**4. Механизм перехода восприятия с нижнего уровня коры на верхний.** Мозг воспринимает объект не как набор пикселей. Многослойная кора порождает его иерархическое описание. Ответы  $a$  и  $b$ , обозначают уже не мелкие части объекта, а более крупные, например отрезки линий, различающиеся наклоном. Так как выбранный ответ можно кодировать близкими числами  $y_a$  и  $y_b$ , то из вектора  $x$ , описывающего мелкую часть нижнего слоя коры, мы в итоге получаем на ее верхнем слое значение компоненты  $y_1 = y_a$  либо  $y_1 = y_b$  нового вектора  $Y$ , кодирующего уже более крупный кусок объекта, например, нос или губы. Остальные значения компонент  $y_2, \dots, y_n$  вектора  $Y$  получаются из соседних частей восходящего потока чувственных данных. А имея весь вектор  $y$ , можно определить уже и лицо. Априорная информация, т.е. вероятности появления объектов  $P(A)$ ,  $P(B)$  и распределения плотностей вероятностей  $f(x|A)$ ,  $f(x|B)$  и  $f(y|A)$ ,  $f(y|B)$  в каждом слое поступают с верхних слоёв, где они накапливаются в процессе непрерывного обучения.

#### *Список литературы*

1. Clark A. 2015. Surfing Uncertainty: Prediction, Action, and the Embodied Mind. Oxford; New York: Oxford University Press.
2. Kersten D, & Yuille A. 2003. Bayesian models of object perception // Current Opinion in Neurobiology 13: 1-9.
3. Mountcastle V. 1978. An Organizing Principle for Cerebral Function: The Unit Model and the Distributed System, The Mindful Brain (Gerald M. Edelman and Vernon B. Mountcastle, eds.) Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
4. Shendyapin, V.M. 2018. Mathematical definition of evidence in Bayesian model of decision making and confidence estimation in sensory tasks. In F. Muller et al (Eds.), Fechner Day, 2018. Proc. 34 Ann. Meet. ISP (pp. 106–110). Lunenburg, Germany.
5. Соколов Е.Н., Черноризов А.М., Зинченко Ю.П. (ред.) 2018. Векторная психофизиология: от поведения к нейрону. М.: Изд-во Моск. ун-та.

## Двойной механизм вывода метакогнитивных суждений в решении учебных задач

А.Е. Фомин

КГУ им. К.Э.Циолковского, г.Калуга, Россия

fomin72-72@mail.ru

Ключевые слова: *метакогнитивный мониторинг, эвристические процессы, аналитические процессы.*

Исследования метакогнитивного мониторинга решения учебных задач представляют сегодня изучение различных типов метакогнитивных суждений (прежде всего, суждений уверенности в решении) учащегося о том, как он выполняет задачи усвоения опыта. Они проводятся в русле парадигмы калибровки (реализма) уверенности, что предполагает сопоставление субъективной (уверенность) и объективной (результативность) картины решения. Поскольку получено немало эмпирических данных о том, что точность мониторинга связана с академической успешностью, исследователей интересует вопрос о психологических механизмах вывода метакогнитивных суждений.

Существует два подхода, оппонирующих друг другу по этому вопросу. Первый состоит в том, что суждения мониторинга считаются результатом явной аналитической работы метапознания по отслеживанию и оценке процесса и результатов решения задачи. Второй подход представляет метакогнитивный мониторинг как совокупность эвристических умозаключений субъекта о собственном познании, которые он производит на основе косвенных признаков решения. Наиболее изучен вклад фактора психологической доступности решения: чем более легким и быстрым оказывается полученный ответ, тем большую уверенность в его качестве демонстрирует субъект, причем часто независимо от действительной правильности ответа.

В исследованиях роли доступности решения в построении метакогнитивных суждений получены убедительные эмпирические результаты, подтверждающие положения второго подхода. Существуют положительные корреляции между доступностью решения учебных задач и уверенностью в правильности их выполнения на материале тестов знания по различным учебным предметам, в группах испытуемых с различными свойствами, в решении учебных задач различного типа. Так для пяти серий исследования (серии 1-4 и 7), где учащиеся выполняли тесты знания, а доступность решений определялась как субъективная оценка легкости получения ответов на тест, усредненный размер эффекта, вычисленный при помощи Z-преобразования

Фишера, оказался равен:  $Z_{cp} = 1,13$ . В сериях 5-6, где при выполнении студентами тестов доступность решения косвенно измерялась через показатель времени реакции при выдаче ответа, усредненный размер эффекта:  $Z_{cp} = 0,42$ . В серии 8, где студенты решали задачу на определение причин собственных учебных затруднений, а доступность ее решений определялась как частотность полученных типов ответов, усредненный размер эффекта:  $Z_{cp} = 0,26$ . В серии 9, где студенты также искали причины собственных затруднений в учении, но доступность этих решений определялась как легкость выбора решения из списка готовых вариантов:  $Z_{cp} = 0,53$ .

Однако, как видно из этих данных показатели размера эффекта между приведенными сериями и группами серий различаются. Так, корреляции в сериях 1-4,7 существенно выше, чем в серии 8 ( $Z_0 = 5,43$ ,  $p = 0,000$ ). Те же выводы актуальны для сравнения серии 1-4, 7 и серии 9 ( $Z_0 = 4,0$ ,  $p = 0,000$ ). Есть различия и между сериями 1-4, 7 и сериями 5-6 ( $Z_0 = 6,76$ ,  $p = 0,000$ ). Предварительный вывод, который можно сделать на основании этого анализа состоит в том, что размер эффекта по сериям, где изучалась взаимосвязь доступности решения и уверенности в решении, существенным образом связан со способами операционализации конструкта «эвристическая доступность».

Однако дальнейший анализ позволил существенным образом уточнить этот вывод. На следующем этапе исследования оценке подвергалась *однородность размеров эффектов* внутри каждой из серий или групп серий. Этот показатель определяется как суммарная степень отклонения от усредненной величины корреляционной связи всех отдельных корреляций внутри отдельной серии или групп серий. Вычисления также проводятся при помощи  $Z$ -преобразования Фишера, а полученная суммарная оценка отклонений преобразуется в значение  $\chi^2$ . В том случае, если значение критерия статически незначимо, то в данной совокупности исследований или измерений размер эффекта признается однородным. В обратном случае делается вывод о неоднородности размера эффекта. Данные о показателях однородности размера эффекта помещены в табл. 1.

Таблица 1

#### Оценка однородности размера эффекта в сериях

Номера серий	Усредненное значение размера эффекта, $Z_{cp}$	Однородность размера эффекта, $\chi^2$	p-уровень	df
Серии 1-4 и 7	1,13	7,65	0,11	4
Серии 5-6	0,42	0,051	0,18	1
Серия 8	0,26	22,03	0,005	8
Серия 9	0,53	30,4	0,001	11

Было обнаружено, что в сериях 1-4 и 7, а также в сериях 5-6 размер эффекта достаточно однороден. Другими словами, различия между этими сериями состоит только в величине размера эффекта. Наиболее вероятной интерпретацией таких различий является то, что более слабые взаимосвязи между доступностью и уверенностью в решении тестов в сериях 5-6 по сравнению с сериями 1-4,7 вызваны особенностями процедуры определения доступности. Иными словами, различие результатов между сериями вызвано только способом операционализации конструкта «эвристическая доступность», но не другими факторами. И в обоих случаях наблюдается существенный вклад эвристических процессов в формулирование метакогнитивных суждений.

В тоже время совсем другая картина складывается в сериях 8 и 9. Размер эффекта в них оказывается не только статистически значимо более низким по сравнению с сериями 1-4 и 7, но и весьма неоднородным. Причиной этого не могут быть только особенности способа измерения доступности. Неоднородность размеров эффекта вызвана существенными отклонениями отдельных взаимосвязей от среднего значения. Другими словами, в этих сериях фиксируются как высокие, так и низкие корреляции между доступностью решений и уверенностью в их правильности. Объяснением этому служит специфика задачи, которую решают в этих сериях студенты-испытуемые и метакогнитивный мониторинг решения которой они производят. Есть задачи, при выполнении которых преобладают аналитические процессы построения метакогнитивных суждений. К таким задачам по всей видимости относятся и предложенные в 8 и 9 сериях задания на формулирование причин учебных затруднений. При их выполнении студент осознанно определяет цель, последовательно осуществляет поиск уже сложившихся у него представлений о причинах неудач в учении, и поэтому может поэтапно отслеживать и контролировать процесс решения. В таком случае уверенность в решении будет складываться из двух источников: процессов эвристического и аналитического вывода. Тогда коэффициенты корреляции, которые отражают взаимосвязь между доступностью и уверенностью в решении, могут довольно сильно варьировать от случая к случаю из-за совместного действия аналитических и эвристических стратегий построения мониторинговых суждений. Эти выводы и интерпретации подтверждают наличие двух механизмов (эвристического и аналитического) вывода метакогнитивных суждений в решении учебных задач.

## Дискурсивный анализ текстов нейросети Порфирьевич

С.А. Шаповал

Высшая школа экономики, Москва, Россия  
sv.shapoval@gmail.com

Ключевые слова: *дискурсивный анализ, когнитивные структуры, тексты, нейросеть Порфирьевич.*

В основе дискурсивного анализа лежит идея целенаправленной реконструкции когнитивных структур по данным внешней языковой формы (Кибрик 2008). Под дискурсом понимается связный текст в совокупности с экстралингвистическими, прагматическими, социокультурными, психологическими и др. факторами (Н.Д. Арутюнова). Дискурсивный анализ позволяет, в частности, выявить «фоновые знания» о мире (об объектах, процессах, сценариях и т.д.), присущие автору.

В качестве материала нами выбраны тексты нейросети Порфирьевич, которая представляет собой сеть GPT-2 (Radford et al., 2019), обученную М. Гранкиным на русском корпусе. Нейросеть (<https://porfirevich.ru>) генерирует тексты на русском языке, продолжая введенный пользователем текст (несколько предложений, слово или знак). Результат выглядит настолько осмысленным, что во многих случаях неотличим от текста, написанного человеком. (Текст нейросети здесь и далее дан курсивом.) Например: *«Я вас любил. Я так сильно вас любил. Я старался казаться сильным. Как вы. А теперь я просто глупый... Простите. Я просто глупый старик»* – ни одна из характеристик этого высказывания не выдает его искусственную природу.

Нами было проанализированы тексты Порфирьевича в объеме ок. 40 000 знаков (с учетом реплик его собеседников), доступные в Галерее (<https://porfirevich.ru/gallery>) и полученные в ходе эксперимента. В качестве стимула было выбрано первое предложение отрывка неоконченного произведения А.С. Пушкина: «Гости съезжались на дачу». Собрана коллекция из более 100 продолжений, анализ которых позволяет выявить «знания» нейросети о предмете высказывания.

Текст строится сетью Порфирьевич так, как будто он (она?) имеет представление о типичных ситуациях, связанных с дачей, гостями и т.п.: дача – место отдыха (*«Надо сказать, что в девяностые годы дача была редкостью. Теперь же не было человека, который не захотел бы отдохнуть на даче»*); *«Эти гости должны были не только заполнить свободные минуты, возникающие между поездками, но и хорошенько отдохнуть»*); поездка на дачу вызывает положительные эмоции (*«Они были радостны и пели песни*

про «море синее и туман». Некоторые звали Анну участвовать»); атрибуты дачи – лес, калитка, садовые дорожки («Входили через калитку и шли по посыпанной песком дорожке к огромному дому»; «Там почти уже ничего не было видно, кроме низких белых скамеек, которые они с Яковом Сергеевичем считали сценой, и леса, где прогуливался...»); приезжают летом («Начиналось лето»); после зимы на даче проводится уборка («Постепенно жизнь вошла в свое русло. Проветривались комнаты, мебель переставляли, наводили порядок в погребках и комнатах»); среди гостей бывают знакомые и незнакомые («Из знакомых были Вадим Ланский и Владимир Андреевич Белосельский, оба в черных мундирах») и т.д. При желании в текстах можно обнаружить едва ли не скрытую цитату: «Постепенно жизнь вошла в свое русло» переключается с пушкинским «Мало-помалу порядок установился».

Подозрения в некоторой неадекватности пишущего возникают, если «гости» фактически и стилистически далеки от круга знакомых («В основном это были члены цехов и средних подразделений, но иногда появлялись секретари обкомов, генералитет») – однако на это можно возразить, что презумпция осмысленности позволяет представить дачу корпоративной.

Типичной проблемой нейросетей является переключение тем случайным образом. Формально между началом «Гости съезжались на дачу» и продолжением «Я отошел в сторону. В небо взмыл фейерверк, рассыпавшийся конфетти по темному небу» нет вообще ничего общего, кроме повествователя, наблюдающего и описывающего ситуацию, но такой текст также воспринимается как осмысленный: в честь приезжающих запускается фейерверк (поездка на дачу вызывает радость). То же между началом «Гости съезжались на дачу» и продолжением «Я, кажется, уже говорил тебе, что в той комнате с колоннами была огромная бочка»: презумпция связанности двух рядом стоящих предложений заставляет воспринимать «ту комнату с колоннами» как дачную, достраивать отсутствующее смысловое звено, заполнять скважину (Жинкин 1972); ср. пример N. Enkvist «Джон болеет дома, а формула уксусной кислоты –  $\text{CH}_3\text{COOH}$ », который обретает смысл, если рассмотреть фразу как ответ на вопрос «Где Джон? Он обещал сказать мне формулу уксусной кислоты» (Цит. по: Литневская 2015: 120).

Грубых ошибок, сразу выдающих нечеловеческую природу текста, немного: «Пришел директор с ключами от дачи. Увидел зеленый гроб с телом Толстого, подох и тут же умер» – подозреваем, однако, что «подох» в данном случае употреблено вместо «подошел», что совершенно меняет оценку высказывания.

Ошибки в текстах Порфирьевича могут быть связаны с неверным образованием формы слова, которое, возможно, приводит к его неузнаванию: «Гости съезжались на дачу. Были такие, кто решил провести праздничное

*застолье в одном из двух общих спален, расставленных в глубоких нишах*». Трудно реконструировать начальную форму слова, которое мы знаем как «спальня»: здесь оно м.р. и обозначает скорее кровать, так как может являться «расставленным» в нишах.

Если текст достаточно протяженный, то в нем встречается нарушение условий канонической речевой ситуации (Падучева 1995: 43): «Гости съезжались на дачу. *Дети тоже сели в машины и поехали на дачу. Мы с Люсей остались на скамейке, переругиваясь про старых друзей. Дети появились через пять минут*». Где находятся «мы с Люсей»? По-видимому, одновременно на даче и вне ее, т.к. практически в одно время наблюдают и отъезд детей, и их появление. (Либо приходится предположить, что в разных предложениях разные дети.) Во всяком случае, локацию говорящего приходится специально расследовать, она не ясна. (Следует отметить, что ошибка в употреблении глагола («переругиваясь про старых друзей»), возникшая под влиянием управления при глаголе «разговаривать» – вполне «человеческая», причем типичная, входящая в списки ЕГЭ.)

Некоторые ошибки настолько неожиданны на общем грамотном фоне, что выглядят как опечатки: «Гости съезжались на дачу. *И вдруг ты как заорет!*». Однако довольно частые, по нашим наблюдениям, случаи немотивированного переключения местоимений, возможно, подтверждают универсальность теста на осмысленность Winograd Schema Challenge (Levesque H. 2011).

#### Список литературы

1. Жинкин Н.И. 1998. Язык – речь – творчество. (Избранные труды). М.: Лабиринт.
2. Кибрик А.Е. 2008. Лингвистическая реконструкция когнитивной структуры // Вопросы языкознания, № 4. С. 51–77.
3. Литневская Е.И., Литневская О.А. 2015. К определению текстообразующих признаков когезии и когерентности // Вестник Московского ун-та. Сер. 9: Филология. № 6. С. 116–123.
4. Падучева Е.В. 1995. В.В. Виноградов и наука о языке художественной прозы // Известия РАН. Серия литературы и языка. Т. 49. № 3. С. 39–48.
5. Levesque H. 2011. The Winograd Schema Challenge. In: AAAI Spring Symposium: Logical Formalizations of Commonsense Reasoning.
6. Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. 2019. Language Models are Unsupervised Multitask Learners. URL: <https://d4mucfjksyww.cloudfront.net/better-languagemodels/language-models.pdf>.

## Эмоция, выраженная в герцах

*С.Е. Мирова*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*augustmirova@mail.ru*

Ключевые слова: *эмоции, язык, психолингвистика.*

Определим эмоцию как восприятие субъективного чувства: злости, обиды, ревности и др. Язык же здесь является посредником. С помощью МРТ выделили такие части головного мозга, которые отвечают за язык и эмоции: левая вентролатеральная префронтальная кора, двусторонняя латеральная височная кора и дорсомедиальная префронтальная кора [1]. Придание эмоциям названия приводит к тому, что активность миндалины возрастает [2]. Люди с семантической деменцией страдают от того, что плохо воспринимают эмоции [3]. Эти исследования показывают нам то, что, облекая субъективные ощущения в слова – у человека повышается активность участков мозга, отвечающих за эмоции. То есть, мы наделяем аффективным компонентом такие не субъективные компоненты как звуковая волна или зрительная черта. Важным будет отметить, что при коммуникации мы также используем звуки, которые различны по частоте.

Звуковая волна представляет собой волну, вызывающую последовательные изменения давления воздуха во времени; она имеет форму синусоидальной волны с неизменным паттерном. Частота основного тона человеческой речи колеблется от 90 до 300 Гц и мы воспринимаем частоты от 16 до 20 000 Гц. В области частот от 1000 до 4000 Гц слух человека максимально чувствителен. Существует две основные теории восприятия звукового стимула:

1. Теория места. Следуя ей, местоположение пика бегущей волны определяется частотой стимула. Частота колебаний и соответствующая ей бегущая волна вызывают максимальное смещение базилярной мембраны в одном определенном месте, стимулируя тем самым определенную группу волосковых клеток.

2. Второй теорией будет временная теория, которая утверждает, что базилярная мембрана колеблется как единое целое, воспроизводя частоту колебания звука, то есть, частота воспринимается непосредственно. Сейчас для объяснения восприятия звука пользуются двумя этими теориями. Существует предположение, что когда мы говорим о восприятии низких частот, то уместно использование временной теории, когда речь идет о высокочастотных волнах – теория места, при восприятии нами средних частот они, вероятнее всего, работают вместе [4].

Отталкиваясь от этого, мы проверили (пока только на субъективном уровне человека), есть ли корреляция между эмоциональным состоянием человека и его предпочтением в выборе четырёх звучаний, которые отличны друг от друга по частоте. Возможно, здесь лежит готовность к восприятию тех или иных частот в зависимости от эмоций. Искусственным образом было сгенерировано 4 звука: со смешанной частотой, средней, высокой и низкой. По результатам опросника, в котором приняло участие 44 респондента, направленного на выявление связи между эмоциональным состоянием и предпочитаемой частотой с помощью программы SPSS была выявлена значимая отрицательная корреляция между низкой частотой и степенью тревожного состояния ( $p = 0,035$ ), значимая положительная корреляция между степенью тревожности и выбором высокой частоты ( $p = 0,007$ ) и между печалью и предпочтением средней частоты ( $p = 0,035$ ). Что можно интерпретировать, как то, что при определённом эмоциональном состоянии мы больше тяготеем к определённым частотам. Так как акустическая стимуляция имеет эмоциональный компонент, то, возможно, участники ассоциировали некоторые аудиофайлы со своим эмоциональным состоянием.

На основе опросника, можно сказать, что возможно есть взаимосвязь между частотой и эмоциональным состоянием человека. Чем более тревожен человек на данный момент, тем более он склонен предпочитать волны высокой частоты. При печали люди были склонны отдавать своё предпочтение частотам средней частоты, возможно, это можно интерпретировать тем, что средняя частота была приближена к частоте человеческой речи.

Интересным вопросом дальнейших исследований заключается в том, будут ли звуки различной частоты менять эмоциональный компонент человека, что может послужить основой для искусственной эмоциональной системы языка.

#### *Список литературы*

1. Hoffman, P., B. Jefferies, and M.L. Ralph, Special issue of Neuropsychologia: Semantic cognition. *Neuropsychologia*, 2015. 76: p. 1.
2. Raz, G., et al., Portraying emotions at their unfolding: a multilayered approach for probing dynamics of neural networks. *Neuroimage*, 2012. 60(2): p. 1448- 61.
3. Lindquist, K.A., et al., Emotion, but not affect perception, is impaired with semantic memory loss. *Emotion*, 2014. 14: p. 375-387
4. Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Электронный ресурс]: в 2 ч. Ч. 1 / Под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж; пер. с англ. под ред. проф. В.В. Шульговского. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 552 с.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.

## Культурная эволюция: когнитивные траектории трансляции цивилизационных смыслов

Л.А. Шестак

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», Волгоград, Россия  
l\_shestak@mail.ru

Ключевые слова: *эволюция, фрейм, слот, концепт, цивилизационные смыслы.*

В числе многочисленных дефиниций культуры есть определение «ненаследственная память коллектива» (Ю.Лотман). Культурное наследие передается как предмет (акведук), как научное понятие ('атом'), как образ (*марионетка*), как концепт ('Родина') и как стиль (классицизм античности и романтизм средневековья).

Концепт как инвариантная содержательная ценность имеет понятийно-образную структуру: набор смысловых признаков, эмоционально-оценочный фон и нормативно-регулятивная функция, т.е. **информатив**, **имажитив** и **норматив** (Шестак 2003: 174). Эволюция концепта может касаться смысловой его части, смысловой и эмоционально-оценочной либо всех сторон. Концепты великих парадигм европейской культуры – античности, средневековья, Ренессанса, Нового времени – в своем развитии сохранили разные части, трансформировав предметную, «денотативную» часть, информатив, и актуализировав потенциальные смыслы имажитива и норматива.

Когнитивная траектория названий предметов и установлений европейских парадигм – цивилизационных смыслов (Там же: 244-261) – зависит от соответствия материальной или идейной базы транслируемого культурного объекта его традиционной или новой функции. Термин **цивилизационные смыслы** предложен не в понимании О.Шпенглера, где цивилизация, в отличие от культуры, – мертвые материальные остатки (развалины римского Форума) (Шпенглер 1998), а в трактовке Л.Н.Гумилева – как наследство предыдущих эпох (Гумилев 1989). **Цивилизационные смыслы**, таким образом, – это понятия, ассоциации, реминисценции предшествующих культурных парадигм.

Сохранивший свою функцию предмет сохраняет имя: *акведук* [от лат. *aqueductus* 'водопровод'] 'сооружение в виде моста, служащее для перевода водопроводных труб, оросительных и гидроэнергетических каналов через глубокие овраги, ущелья, долины рек, железные и шоссейные до-

роги'. Предмет, исчезнувший из повседневного быта, сохраняет дифференциальные признаки, являющиеся основой метафоризации его имени: *Что на земле прекрасней пирамид Природы, этих гордых снежных гор?* – М. Лермонтов; *Страшно было за высокие амфоры ее ног, наполненные золотом виноградного сока...* – Б.Ахмадулина; *Ели принесенный кем-то из гостей многоярусный торт в кремовых оборках, барочный и приторный* – Л.Улицкая.

Социальные феномены сохраняют название процедуры и должности/функции (*Почему китайский лидер, презентуя «городу и миру» проект новой международной общности, настолько занизил его реальный экономический потенциал?* (Завтра №37 2018: 4); *Путин, который поначалу играл роль межэлитного арбитра, постепенно вывел себя в позицию «катехона» – собственно возродив византийскую традицию, при которой царь защищает народ от произвола бояр и чиновников* (Завтра №28 2019: 4)) и актуализируют ассоциативные признаки: *А их заложник и должник, Куда он скрылся? Ах, алхимик! Он, как над книгами, поник Над переулками глухими* – Б.Пастернак; *Как член «Большой семерки» и одна из крупнейших стран ЕС, родина Цезаря, Макиавелли и Гарибальди пользуется незаслуженными льготами* (Завтра №29 2019: 4); *Крит можно назвать аналогом нашего Иванова. Подсмотреть за жизнью Пенелоп отправился наш корреспондент* (НТВ. 22.06.07).

Фрейм исторического события реализуется как процесс (*И за это за все – как казнят чернокожицу – Привезу тебя к утреннему крыльцу, Погляжу в дорогие глаза злоумышленницы, На прощанье губами переkreщу* – А. Вознесенский), как обстоятельства деятельности (*Мы должны прожить все вместе здесь на этой земле, где есть настоящее солнце, настоящая нагая земля и настоящее Одисеево море.* – М.Волошин), как результат (*Российские олигархи Толки и Рома за ужином в ресторане решили скупить всю итальянскую недвижимость, но отравились фуагра. Так во второй раз в истории гуси спасли Рим* (ОРТ. 19.08.07)).

Признаки концептов великих европейских парадигм транслируются не только интеллектуальными текстами философской поэзии (*Кто-то ходит в ночи и бренчит золотыми ключами, и кричи-не кричи – смотрит Аргус сухими очами на тебя, на меня, на развалины мира и Рима, и, прищипорив коня, наше время пронесется мимо. Что же делать – бежать или ждать у причала Харона, или желтую воду ударить жезлом Аарона...* – С.Кекова), но и сетевыми юмористическими контекстами, т.е. входят в дискурс современной языковой личности: *Древнегреческая доска объявлений: Дельтапланеризм с опытным инструктором ИП Дедал & Икар; Уборка квартир, домов и конюшен. Геракл; Лодочные прогулки в одну сторону. Две монеты любой страны и номинала. Харон; Элитная охрана круглосу-*

*точно. Дорого. Надежно. ИП Цербер; Органические удобрения. Недорого. Авгий; Продам печень. Все равно не нужна. Прометей; Куплю печень. Очень нужна. Дионис.* И т.п.

Концепты транслируются в разных семиотических формах: термина, номена, ФЕ, текста (*Sic transit gloria mundi*), образа (внутренней формы). Внутренняя форма ФЕ как таксонов культуры (В.Н.Телия) сохранила античные сюжеты в форме вербализации одного-двух слотов мифологического фрейма: агенс (*Кастор и Поллукс*), посессор (*дамоклов меч*), объект-артефакт (*яблоко раздора*), обстоятельство (*кастальский ключ*).

Итак, в семиотическом аспекте предмет выступает как форма смысла (абсолютизм власти фараона – пирамиды), передавая другому смыслу лишь свое имя: *финансовые пирамиды*. Образы эпох – Большие стили – метафорически переносятся на другие периоды: *Священная Римская империя*, воссоздающая покоренную античность. Меняет парадигму образов эпохи новое знание. Стилевая эволюция оформляется как переход на метауровень – перевод оппозиции в дополнительность (Кобляков 2004: 114).

#### Список литературы

1. Шестак Л.А. 2003. Русская языковая личность: коды образной вербализации тезауруса: Монография. Волгоград: Перемена.
2. Шпенглер О. 1998. Закат Европы: Очерки морфологии мировой истории. – Т. 1. Гештальт и действительность: Пер. с нем. – М.: Мысль.
3. Гумилев Л.Н. 1989. Этногенез и биосфера Земли / Под ред. В.С. Жекулина. – 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та.
4. Кобляков А.А. 2004. Смысл музыки как отражение универсального смысла бытия // Первая российская конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов. – Казань: КГУ, 114-115.

## Особенности саккад у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью

*Е.В. Дамянович*

*ФГБНУ Научный центр Психического здоровья,  
лаборатория нейрофизиологии, Москва, Россия  
damjanov@iitp.ru*

Ключевые слова: *дети, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, саккады, аппаратно-программный комплекс.*

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) – наиболее часто диагностируемое в детском возрасте дизонтогенетическое расстройство, проявляющееся стойким нарушением поведения. Наибольшие трудности дети с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) испытывают в начальной школе в возрасте 7-9 лет, а также при переходе из начальной школы в среднюю (11-12 лет) в связи с присоединением признаков школьной дезадаптации. У пациентов с СДВГ с помощью сложных структурных и функциональных нейровизуализационных подходов был выявлен нейроанатомический субстрат, лежащий в основе патогенетических механизмов СДВГ. Нейрональный дефицит обнаружен в различных мозговых структурах и выражается в уменьшении всего объема серого и белого вещества мозга, но наиболее выражен в лобных долях и характеризуется существенной региональной недоразвитостью префронтального отдела коры и его связей с базальными ганглиями, что приводит к нарушению внимания и исполнительных функций, как было показано в работе De La Fuente A., Xia S., Branch C. and Li X. (2013). Существенное значение для овладения одним из наиболее важных школьных навыков – процессом чтения, при котором глаза человека постоянно совершают саккадические движения, имеет состояние глазодвигательной системы. Зоны мозга, вовлеченные в патогенетический процесс при СДВГ и отвечающие за функцию внимания и контроль глазных движений, перекрываются, поэтому аномалии саккадических движений глаз являются отражением патологии этих областей.

Качественный и количественный анализ саккад на 40° с последующей статистической обработкой проводили у детей с СДВГ в двух возрастных группах (7-9 и 10-12 лет) по сравнению с контрольными группами здоровых детей аналогичного возраста с использованием аппаратно-программного комплекса «Взор», более подробно описанного в работе Базияна Б.Х., Дмитриева И.Э. (1996), позволяющего наряду с движениями глаз регистрировать движения головы, при этом с целью усложнения задания для всех групп давалась инструкция не двигать головой. Для количественного анализа использовали записи, выполненные без ошибок, в том числе без участия движения головы.

Качественный анализ саккад выявил ошибки при выполнении теста, которые заключались в том, что дети не удерживали взгляд на центральной мишени до начала изменения ее положения, и поэтому они либо совершали сначала обратную саккаду для возвращения глаз к исходной точке, а уже затем переводили взор к новому (периферическому) местоположению мишени, либо начинали движение глаз до начала подачи стимула, либо вообще игнорировали мишень и не совершали саккад. Самой же распространенной ошибкой был возврат глаз в исходное положение до выключения периферической мишени. Кроме того, пациенты с СДВГ часто не подавляли движение головы. Все ошибки являются отражением свойственной детям с СДВГ импульсивности, обусловленной дисфункцией лобных отделов коры.

Анализ параметров саккад показал статистически достоверное увеличение латентных периодов и длительностей саккад в обеих группах пациентов с СДВГ по сравнению со здоровыми детьми аналогичных возрастных групп. Анализ параметров саккад в двух возрастных группах здоровых детей не выявил достоверных отличий их латентных периодов и длительностей в процессе взросления. Сравнение параметров саккад у детей с СДВГ в двух возрастных группах также не выявил достоверных различий длительностей, в то время как латентные периоды у детей старшей возрастной группы достоверно уменьшались, оставаясь достоверно увеличенными по сравнению со здоровыми детьми аналогичного возраста. Величина латентных периодов тесно связана с функцией внимания. Уменьшение латентных периодов у детей с СДВГ в более старшей возрастной группе отражает некоторое улучшение функции внимания в процессе взросления, при этом еще не достигающей нормы, что видно из достоверного увеличения этих показателей по сравнению со здоровыми детьми аналогичного возраста.

Наиболее устойчивыми в онтогенетическом аспекте оказались изменения функции стволовых структур, участвующих в организации движений глаз, что нашло отражение в стойком увеличении длительности саккад в обеих возрастных группах.

Полученные нами данные свидетельствуют о возможности использования метода электроокулографии для объективной оценки состояния детей с СДВГ.

#### *Список литературы*

1. De La Fuente A., Xia S., Branch C. and Li X. (2013) A review of attention-deficit/hyperactivity disorder from the perspective of brain networks // *Front. Hum. Neurosci.* 7:192.doi:10.3389/fnhum.2013.00192.
2. Базиян Б.Х., Дмитриев И.Э. Программно-аппаратурный комплекс для изучения координации движений глаз, головы и руки человека // *Журн. высш. нервн. деят.* 1996. т. 46. № 2. С. 396-399.

## **Исследование динамики образа тела в экспериментальных условиях компьютерной виртуальной реальности**

*А.В. Варламов, Н.В. Яковлева*

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет  
им. академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, Рязань, Россия  
andrey.varlamov.62@gmail.com; yakovleva.nata2@gmail.com*

Ключевые слова: *психология, виртуальная реальность, образ тела, VR.*

Виртуальное состояние психики человека исследуется в современной психологии (Rizzo et al. 2017). Отечественные ученые из лаборатории виртуалистики РАН в философско-психологической концепции виртуального переживания (Н.А. Носов 2000) разрабатывали теорию виртуального состояния. В рамках этой теории виртуальное переживание возникает в момент переноса внутреннего содержания образа на реальность. В данном случае мы имеем дело с процессом экстерииоризации психического содержания, который является механизмом конструирования собственной реальности человека. Компьютерные VR-среды тоже является своеобразным способом экстерииоризации психологического содержания. Необходимость интеграции философско-психологической концепции и технологических возможностей компьютерных VR-сред обуславливают актуальность нашего исследования.

Предметом исследования является образ тела человека, погруженного в виртуальную реальность, как динамичное психологическое образование. Установление особенностей его изменения может пролить свет на механизмы функционирования психики человека, находящегося в непосредственном контакте с VR-средой. Дизайн нашего исследования предполагал изучение особенностей компьютерной VR-среды, вызывающих искажения образа тела. В основу эксперимента легли предположения о том, что искажение образа тела человека в VR-среде связано с особенностями осуществляемых там действий: освоение пространства, освоение границ виртуального тела и ассоциация с цифровым персонажем. Эти факторы были определены нами по результатам нашего первого исследования искажений образа тела в VR (А.В. Варламов, Н.В. Яковлева 2019).

Измерение показателей восприятия размеров тела было проведено по методике «Промеры по М. Фельденкрайзу» (И.А. Соловьева 2014). Исследование включило 3 серии. Первое измерение производилось за день до воздействия, второе – сразу после ( $t$  воздействия = 15 минут).

Всего участвовали 143 человека (77, 31 и 35 соответственно). Испытуемыми выступили студенты образовательных учреждений г. Рязани в возрасте 16-26 лет.

Выявлено, что в ситуации освоения VR-среды в образе тела достоверно искажается восприятие высоты головы, длины шеи, длины плеча, ширины локтя, длины предплечья, длины кисти, ширины груди и длины бедра. При активном выполнении подвижных заданий – восприятие ширины головы, длины шеи, плеч, ширины локтевых суставов, кистей и длины туловища. При исследовании пространства в роли младенца - восприятие ширины головы, длины плеч и предплечий.

Выявленные искажения восприятия тела в разных средах специфичны. Изменения происходят в восприятии тех частей тела, которые наиболее активно задействованы в виртуальных средах. Они связаны с выполнением движений в VR-среде, важны для приближения всего образа тела реципиента к размерам цифрового персонажа, либо упрощают адаптацию к средовым условиям.

Статистически выявлено, что погружение в VR-среды приводит к изменениям в образе тела человека. Эти изменения могут быть вызваны намеренно во время психологического эксперимента. Полученные данные могут быть полезны для психокоррекционной работы с людьми, страдающими от дисморфофобий или испытывающими неудовлетворенность своим телом.

#### *Список литературы*

1. Rizzo A., Shilling, R. 2017. Clinical Virtual Reality tools to advance the prevention, assessment, and treatment of PTSD. European journal of psychotraumatology.
2. Носов Н.А. 2000 Виртуальная психология М.: Аграф, 2000 – 430 с.
3. Варламов А.В., Яковлева Н.В. 2019 Исследование динамики образа тела в различных экспериментальных условиях виртуальной реальности // Мат. междуна-родн. конф. «Ананьевские чтения – 2019: Психология обществу, государству, политике» Скифия-Принт / СПбГУ – СПб., 166 – 167.
4. Соловьева И. А. 2014 Бессознательный образ тела: кто ты на самом деле? [Электронный ресурс] URL: <https://irsol.wordpress.com/2014/08/12/бессознательный-образ-тела-кто-ты-на-с/> (дата обращения: 12.04.2020).

## Роль нелокального контраста в обнаружении лиц и идентификации эмоций<sup>1</sup>

*В.В. Бабенко, Д.В. Явна, П.В. Анохина*  
*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*  
*babenko@sfedu.ru*

Ключевые слова: *зрительные механизмы, второй порядок, лицо, эмоциональная экспрессия, модуляция контраста.*

Обнаружено, что такие признаки лица, как глаза и рот, вносят наибольший вклад в идентификацию эмоций (Smith and Schyns 2009, Yu et al. 2018). Вместе с тем, оказалось, что эмоциональные лицевые сигналы обнаруживаются зрительной системой автоматически, «снизу-вверх» (Frischen et al. 2008, Tamietto and DeGelder 2010, Shaw et al. 2011). Однако известно, что на ранних этапах зрительной обработки отсутствуют элементы, избирательные к определенным чертам лица. И, тем не менее, полученные данные говорят о том, что должен существовать механизм, позволяющий обнаруживать лица и преаттентивно извлекать эмоционально значимую информацию. Цель исследования – определить возможного кандидата на роль такого механизма.

Наиболее информативными в любом изображении являются области пространственной неоднородности. Одной из таких неоднородностей является модуляция контраста. А модуляция контраста действительно может обнаруживаться преаттентивными механизмами – зрительными фильтрами 2-го порядка, которые объединяют выходы стриарных фильтров 1-го порядка (Graham, 2011). На основании этого мы предположили, что области с наибольшей амплитудой модуляции контраста содержат информацию, обеспечивающую обнаружение и эмоциональную идентификацию лица.

Для проверки этой гипотезы нами была создана программа, имитирующая работу зрительных фильтров второго порядка и рассчитывающая пространственное распределение амплитуды модуляции контраста в изображении. Исходные фотографии лиц и объектов, приведенные к единому размеру, средней яркости и RMS-контрасту, были обработаны градиентным оператором нелокального контраста. В центре концентрической области оператора вычислялась суммарная энергия изображения, отфильтрованного на частоте 4 цикла на диаметр окна с шириной полосы 1 октава. В периферической части оператора рассчитывалась приходящаяся в среднем

---

<sup>1</sup> Грант РФФИ № 20-64-47057.

на 1 октаву спектральная мощность всего диапазона воспринимаемых человеком пространственных частот. Амплитуда модуляции контраста представляла собой разницу значений спектральной мощности, полученных в центральной и периферической областях оператора. Использовались операторы разного диаметра и для каждого из них определялись области изображения, в которых суммарный контраст в наибольшей степени отличался от окружения, то есть имел наибольшую амплитуду модуляции.

Пространственное распределение суммарного нелокального контраста определялось для пространственных частот 8, 16, 32 и 64 цикла на изображение. С использованием операторов разного размера были получены карты распределения амплитуды модуляции контраста, на которых определялись локальные максимумы. При обработке изображения самым крупным градиентным оператором, в котором диаметр его центральной области составлял половину размера изображения, отбирались 2 максимума, а затем, по мере двукратного уменьшения диаметра оператора – соответственно 4, 8 и 16 максимумов (maxМК). В найденные таким способом позиции помещалась круглая апертура с гауссовой передаточной функцией, пропускающая 4 цикла изображения. Области с максимальной амплитудой модуляции контраста объединялись в новое изображение.

Для создания стимулов использовались различные комбинации изображений, полученных на разных пространственных частотах. Таким способом было сформировано 840 стимулов из 40 исходных изображений лиц и 240 исходных изображений живых и неживых объектов. Затем таким же способом формировались стимулы, состоящие из областей с минимальной амплитудой модуляции контраста (minМК), а также изображения, состоящие из областей с модуляцией, имеющей среднее значение амплитуды между ближайшими минимумами и максимумами (medМК).

Фактически мы использовали методику «bubbles» (Gosselin and Schyns 2001), но в отличие от традиционного подхода, когда апертура располагается случайным образом (Royer et al. 2018), в нашем исследовании апертура располагалась в определенных, заранее рассчитанных позициях, соответствующих областям с определенной величиной модуляции суммарного нелокального контраста.

Испытуемым (38 человек) демонстрировались синтезированные изображения лиц разного пола и эмоционального выражения (радость, злость, нейтральное). Они случайным образом чередовались с синтезированными изображениями объектов разных категорий, при этом вероятность появления лиц в ряду стимулов была 33 %. Испытуемый должен был сообщить о появлении лица и, по возможности, определить его эмоцию. Длительность экспозиции не ограничивалась. Вычислялся процент правильных определений эмоции для изображений, сформированных из областей с разной амплитудой модуляции контраста.

Оказалось, что для условия maxМК, когда в стимуле объединялись «окна», выделенные на всех указанных выше пространственных частотах, лицо обнаруживалось в 100 % предъявлений. При определении эмоции результат улучшался с 5 % для minМК до 61 % для maxМК. Показатель для medМК имел промежуточное значение (38 %). Использование ANOVA доказало статистическую значимость возрастания точности определения эмоции при увеличении контраста областей, из которых сформировано изображение лица:  $F = 30.332$ ;  $p < 0.01$ .

Полученные результаты подтвердили гипотезу, согласно которой, области изображения с наибольшим суммарным контрастом содержат информацию, способствующую обнаружению лиц и идентификации их эмоциональной экспрессии. А механизмами, которые способны выделять такую информацию, являются зрительные фильтры 2-го порядка.

#### *Список литературы*

1. Smith F.W., Schyns P.G. 2009. Smile through your fear and sadness: transmitting and identifying facial expression signals over a range of viewing distances. *Psychological Science* 20, 1202-1208.
2. Yu D., Chai A., Chung S.T.L. 2018. Orientation information in encoding facial expressions. *Vision Research* 150, 29-37.
3. Frischn A., Eastwood J. D., Smilek, D. 2008. Visual search for faces with emotional expressions. *Psychological Bulletin* 134, 662-676.
4. Tamietto M., DeGelder B. 2010. Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nat.Rev.Neurosci.* 11, 697–709.
5. Shaw K., Lien M.-C., Ruthruff E., Allen P.A. 2011. Electrophysiological evidence of emotion perception without central attention. *Journal of Cognitive Psychology* 23, 695-708.
6. Graham N.V. 2011. Beyond multiple pattern analyzers modeled as linear filters (as classical V1 simple cells): Useful additions of the last 25 years. *Vision Research* 51, 1397-1430.
7. Gosselin F., Schyns P.G. 2001. Bubbles: a technique to reveal the use of information in recognition. *Vision Research* 41, 2261-2271.
8. Royer J., Blais C., Charbonneau I., Dery K., Tardif J., Duchaine B., Gosselin F., Fiset D. 2018. Greater reliance on the eye region predicts better face recognition ability. *Cognition* 181, 12-20.

## Понимание мышления: от отражения к самоорганизации

*А.Н. Плющ*

*Институт социальной и политической психологии НАПН Украины,*

*Киев, Украина*

*plyushch11@mail.ru*

Ключевые слова: *мышление, субъект, отражение, конструирование, самоорганизация.*

В информационном обществе знания рассматриваются как социальный феномен. Учитывая, что психологические теории имеют явную или имплицитную предпосылочную основу, сформированную общими представлениями о природе общества (Юревич 2006), зададим методологический подход, в рамках которого способы изучения субъектов познания обусловлены сложностью организации контекстов их функционирования (Плющ 2020).

Выделим три подхода к анализу субъекта. В рамках структурного подхода субъект рассматривается как автономный субъект, контекст его функционирования не задается. Анализируются атрибутивные характеристики субъекта. Контекстуальный подход предполагает изучение субъекта в контексте его функционирования в социальном пространстве как участника коллективного субъекта. В рамках самоорганизационного подхода субъект помещается в двойной вложенный контекст, когда он предстает как действующий в социальном пространстве субъект жизнедеятельности, способный корректировать жизненные цели. В соответствии с предлагаемым подходом, рассмотрим субъекта познания в трех ракурсах: автономный субъект познания, участник коллективного субъекта (количество и сложность организации которых могут возрастать), субъект жизнедеятельности, ставящий жизненные цели в рамках которых задаются цели познания.

Мышление будем рассматривать как способ построения модели мира, позволяющей субъекту достигать жизненных целей. Выделим три измерения жизненного мира субъекта: целостный мир, социальный мир и ментальный как внутренний мир самого субъекта, и три парадигмы коммуникации, отображающие особенности взаимодействий субъекта с миром в этих измерениях: субъект-объектную парадигму, субъект-субъектную парадигму, парадигму метасубъекта (Лепский 2015).

Автономный субъект, конструируя модель целостного мира, будет использовать субъект-объектную парадигму коммуникации. Он будет выступать в роли единичного автора этой модели, копируя устройство мира, доступное его пониманию, и способом построения этой модели будет отражение. В дальнейшем при решении знакомых задач субъект воспроизводит (отражает) уже имеющуюся модель.

Создание модели социального мира, в котором субъект действует в составе различных коллективных субъектов, предполагает использование субъект-субъектной парадигмы коммуникации для согласования моделей индивидуальных субъектов. Для того, чтобы дополнить собственную модель, в культуре субъекта должна присутствовать метакультурная позиция, предполагающая возможность реконструкции моделей других субъектов (Ячин 2006). Наличие этой позиции предполагает возможность интеграции представлений других субъектов, доступных его пониманию, в собственную модель мира. Построение модели социального мира рассматривается как двухэтапный процесс, когда первоначальные модели других индивидуальных субъектов реконструируются субъектом мышления, и следом происходит конструирование целостной модели как интеграции частных моделей. Мышление предстает как двухэтапный процесс – отражение и конструирование, последнее, в свою очередь включает реконструкцию частных отражений и их интеграцию в целостное понимание. Индивидуальный субъект, идентифицируя себя с представителем социума, усваивает двухэтапный процесс мышления, который проходит у него в свернутом виде.

Коллективные субъекты могут образовывать вложенные иерархические структуры, усложняя организацию социального мира, конструируемого субъектом. Индивидуальный субъект, включаясь в деятельность коллективного субъекта, может присваивать сложность его организации. Несмотря на количество уровней иерархии, в любом случае субъект остается участником коллективного субъекта различной сложности организации, меняется только масштаб этого коллективного субъекта.

Субъект жизнедеятельности, задавая цели для субъекта познания, выступает в роли представителя метасубъекта. Соответственно, конструируя модель внутреннего мира, он опирается на коммуникационную парадигму метасубъекта, интегрируя частные модели жизнедеятельности в целостный текст в соответствии с целями субъекта жизнедеятельности, выступающего автором этого текста. Субъект жизнедеятельности в роли метасубъекта осуществляет двойное целеполагание: и как субъекта познания, и как субъекта жизнедеятельности, и, аналогично, происходит двойная самоорганизация, когда субъект жизнедеятельности корректирует цели субъекта познания, и он же может корректировать собственные жизненные цели. Мышление предстает как трехэтапный процесс: отражение, конструирование, самоорганизация, когда последняя может пониматься как мышление о мышлении, приводящее к коррекции целей мышления.

В конкретной ситуации мышление индивидуального субъекта организовано в соответствии с предложенной схемой, которая разворачивается в зависимости от сложности поставленных задач. Идентификация с коллективными субъектами большего масштаба, когда субъект решает задачи большей сложности, приводит к его саморазвитию. Эволюция мышления

является следствием усложнения его организации, как результата рефлексии субъектом нарастающей сложности масштаба социального контекста, в рамках которого определяются жизненные цели субъекта мышления. Самоорганизация субъекта мышления приводит к нарастанию сложности ментальных моделей, совершенствованию организационной сложности процесса мышления, углублению самопонимания, приводящего к коррекции жизненных целей.

#### *Список литературы*

1. Лепский В.Е. 2015. Эволюция представлений об управлении (методологический и философский анализ). М.: Когито-Центр.
2. Плющ А.Н. 2020. Становление субъекта: от бессубъектности к метасубъектности. Вопросы психологии 3, 14-26.
3. Юревич А.В. 2006. Социальная релевантность и социальная ниша психологии. Психологический журнал 4, 5-14.
4. Ячин С.Е. 2010. Состояние метакультуры. Владивосток: Дальнаука.

#### **Лептин и синаптическая пластичность в гиппокампе\***

*А.Л. Проскура, Т.А. Запара, А.С. Ратушняк  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр информационных  
и вычислительных технологий», Новосибирск, Россия  
annleop@mail.ru*

Ключевые слова: *лептин, глутаматные рецепторы, синаптическая пластичность, гиппокамп.*

Гиппокамп вовлечен в процессы хранения информации и реализацию когнитивных функций мозга. В настоящее время общепризнано, что синапсы играют ключевую роль в процессах мышления, памяти, когнитивности. Поэтому, исследование молекулярных основ механизмов синаптической пластичности в мозге является краеугольной фундаментальной задачей современной нейробиологии.

Синапсы обладают компартментной структурой. Зона синаптического контакта обеспечивает прием сигнала, перисинаптическая зона выступает

---

\* В работе использованы материалы, полученные при выполнении базового проекта фундаментальных исследований РАН VI.35.2.6.

функциональной зоной накопления-выведения синаптических рецепторов (Proskura et al., 2018).

Гормон Лептин продуцируется клетками белой жировой ткани и обладает широким спектром биологических эффектов. Его рецепторы хорошо представлены в мозге и в гиппокампе, в частности. Регулирование лептином транскрипции, в частности, ранних генов, запуск Ras/Raf/MAPK сигнального каскада описаны в литературе (Frühbeck, 2006), однако не исчерпывается этим. Показано, что лептин влияет на раннюю, до 30 минут после индукции, долговременную потенциацию в поле СА1 гиппокампа, что связано с сигнальным путем фосфоинозитол-3 киназы (ФИФ3К) и накоплением под ее контролем на мембране фосфоинозитолтрифосфатов (ФИФ3) из фосфоинозитолбифосфатов (ФИФ2). При этом преинкубация с лептином приводит к фасилитации ДВП и увеличению уровня нейротрансмиссии (Moult et al., 2010), а введение лептина через 30 минут – к ее депотенциации (Moult et al., 2009).

Мы предлагаем возможный механизм эффектов лептина в гиппокампе (рис. 1).

В гиппокампе долговременная потенциация (ДВП), или длительное усиление синаптической эффективности, контролируется макрокомплексами ионотропных глутаматных рецепторов, в частности, НМДА (N-метил-D-аспартат) и АМПА ( $\alpha$ -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазолпропионовая кислота) типов. АМПАР с субъединицами GluR2/GluR3 (GluR2-АМПАР) определяют базовую нейротрансмиссию и индукцию ДВП, а АМПАР с GluR1 – ее изменение (GluR1-АМПАР) (Newpher et al., 2008). Индукция ДВП ведет к активации ключевых протеинкиназ и фосфатаз, ремоделированию цитоскелета, выведению GluR2-АМПАР из и введению в синапс и закреплению там GluR1-АМПАР, плотность которых длительно поддерживается замещающими их GluR2-АМПАР, что лежит в основе ДВП (см. рис. 1).

Генерация пула мембранных фосфоинозитидов является ключевым событием после индукции ДВП и контролируется фосфоинозитид-специфичными киназами и фосфатазами. ФИФ2 запускают процесс клатрин-зависимого эндоцитоза, а ФИФ3 инициируют процессы локального синтеза белка и закрепление на синапсах GluR2-АМПАР (Проскура и др, 2013). ФИФ2 участвуют в активировании протеинкиназы С (ПКС), которая задействована как в выведении GluR2-АМПАР, так и закреплении на синапсах новых GluR1-АМПАР (Newpher et al., 2008). НМДАР запускает контуры обратной отрицательной связи (КООС), охраняя синапс от перевозбуждения. В частности, фосфатаза кальцинейрин (CaN) дефосфорилирует GluR1-АМПАР, не позволяя им закрепиться в перисинаптической зоне (Jouvenceau et al., 2003).

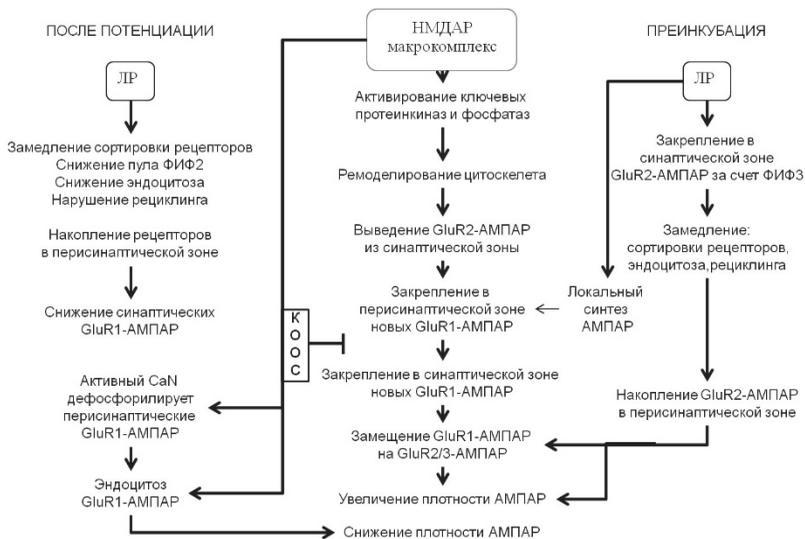


Рис. 1. Принципиальная схема эффектов лептина в поле СА1 гиппокампа:  
 ЛР – рецептор лептина; КООС – контуры обратной отрицательной связи;  
 СаN – кальцинейрин; ФИФ2 – фосфоинозитолбифосфат;  
 ФИФ3 – фосфоинозитолтрифосфат;  
 ⊥ – блокирующее влияние; стрелки – активирующее влияние.  
 Описание в тексте

Лептин приводит к накоплению ФИФ3 из ФИФ2, истощая пул последних, и снижению сортировки рецепторов перед эндоцитозом. Как следствие, снижается активность ПКС, что приводит к замедлению выведения GluR2-АМПАР и введения GluR1-АМПАР. Это будет приводить к накоплению рецепторов в перисинаптической зоне. Однако, в ситуации преинкубации с лептином эти процессы будут способствовать созданию дополнительного депо GluR2-АМПАР. При введении лептина после индукции ДВП его эффекты накладываются на КООС, что в итоге будет способствовать удалению GluR1-АМПАР. Также ФИФ3 запускают локальный синтез, что при преинкубации с лептином будет служить дополнительным источником GluR1-АМПАР.

Таким образом, пересечение сигналов рецепторов лептина и НМДАР будет формировать функциональные связи с новыми эмерджентными свойствами в зависимости от состояния синапса, обеспечивая тонкую пространственно-временную регуляцию лептином синаптической пластичности в поле СА1 гиппокампа.

### Список литературы

1. Проскура А.Л., Малахин И.А., Турнаев И.И., Суслов В.В., Запара Т.А., Ратушняк А.С. 2013. Межмолекулярные взаимодействия в функциональных системах нейрона. Вавиловский журнал генетики и селекции 17, 620–628.
- Frühbeck G. 2006. Intracellular signalling pathways activated by leptin. *Biochem J.* 393, 7–20.
2. Moulton P.R., Cross A., Santos S.D., Carvalho A.L., Lindsay Y., Connolly C.N., Irving A.J., Leslie N.R., Harvey J. 2010. Leptin regulates AMPA receptor trafficking via PTEN inhibition. *J Neurosci.* 30, 4088–4101.
3. Jouvenceau A., Billard J.M., Haditsch U. 2003. Different phosphatase-dependent mechanisms mediate long-term depression and depotentiation of long-term potentiation in mouse hippocampal CA1 area. *Eur. J. Neurosci.* 18, 1279–1285.
4. Moulton P.R., Milojkovic B., Harvey J. 2009. Leptin reverses long-term potentiation at hippocampal CA1 synapses. *J Neurochem.* 108, 685–696.
5. Newpher T.M., Ehlers M.D. 2008. Glutamate receptor dynamics in dendritic microdomains. *Neuron* 58, 472–497.
6. Proskura A.L., Ratushnyak A.S., Vechkapova S.O., Zapara T.A. 2018. Synapse as a multi-component and multi-level information system, *Studies in computational intelligence* 736, 186–192.

## Eye-movements during Reading in Children with Hearing Loss

*A. Kapriellova*<sup>1</sup>, *A. Laurinavichyute*<sup>1,2</sup>, *A. Lopukhina*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*NRU HSE, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Potsdam University, Potsdam, Germany*

*akapriellova@hse.ru*

Key words: *psycholinguistics, eye-movements, reading skills, deaf readers, hearing loss.*

Learning to read is difficult for children with hearing loss because if they learn sign language from childhood, they essentially read in a foreign language. What makes it more difficult, is that they cannot rely on the phonological codes and must rely exclusively on spelling (Bélanger 2013). However, despite these difficulties, deaf readers can exhibit some eye movement patterns typical for proficient readers: developed peripheral vision allows them to discern up to 18 characters to the right of the current fixation, while hearing readers can discern only 14 (Bélanger 2015). For that reason, children with hearing loss might have an advantage and might be able to catch up in reading speed with typically developing hearing children or even outperform them.

This study explores whether children learning to read already have the advantage in reading due to more developed peripheral vision. Children with hearing loss and hearing children have different patterns in visual information processing which should be represented in their eye movements during reading. We expected that children with hearing loss should have shorter fixations and gaze duration, as well as shorter total reading times for longer words compared to the control group of hearing. On longer words, typically developing hearing children are more likely to have more than one fixation, while children with hearing loss probably will have fewer fixations due to the more developed peripheral vision. At the same time, reading comprehension is more likely to be lower in children with the hearing loss due to the lack of experience with Russian language and reading in general.

We analyzed eye movements while reading in primary school children with ( $N = 4$ , Mage = 8.75, range 8 – 10 years old, 3 female; data collection is ongoing, target  $N = 15$ ) and without hearing loss ( $N = 38$ , Mage = 8, range 7–9 years old, 19 female). Children with hearing loss communicate in Russian sign language (RSL) on the daily basis from birth or early age. All children read the same 33 sentences comprising the child version of the Russian Sentence Corpus (Korneev et al. 2017) and answered two-choice comprehension questions after 10 sentences.

Confirming early benefits of developed peripheral vision and greater parafoveal preview, children with hearing loss exhibited many characteristics of more efficient readers: they had a saccade landing position closer to the center of the word; they also had higher probability of skipping a word and lower probability of fixating a word more than once than hearing children. They slowed down on longer words less than hearing, and had shorter single fixation durations and gaze durations (no difference in other gaze duration measures). However, their comprehension question response accuracy was lower, most probably due less experience with Russian language. This combination of lower comprehension level with eye-movement hallmarks of experienced readers is truly unique. Readers with low comprehension level normally have lower reading speed, shorter saccades, longer fixations and more regressions, while children with hearing loss had shorter single fixation durations and gaze durations, had higher probability of skipping a word compared to the control group of hearing.

Children with hearing loss additionally took part in a vocabulary test and a visual search experiment targeting peripheral vision.

### *References*

1. Bélanger, N. N., Mayberry, R. I., & Rayner, K. 2013. Orthographic and phonological preview benefits: Parafoveal processing in skilled and less-skilled deaf readers. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(11), 2237-2252.

2. Bélanger, N. N., & Rayner, K. 2015. What eye movements reveal about deaf readers. *Current directions in psychological science*, 24(3), 220-226.

3. Korneev, A. A., Matveeva, E., Akhutina, T. V. 2017. Silent Reading in Russian Primary Schoolchildren: an Eye Tracking Study. *Psilhogiya. Zhurnal Vyshey shkoly ekonomiki*, 219-235.

## **Особенности взаимосвязи общего интеллекта и математических способностей у молодых людей, ориентированных на разные образовательные профили подготовки<sup>1</sup>**

*Е.В. Бредун, Т.А. Ваулина, О.М. Красноянцева, Э.А. Щеглова*  
*Томский государственный университет, Томск, Россия*  
*krasnoo@mail.ru*

Ключевые слова: *одарённость, математические способности, когнитивные стратегии, образовательные технологии.*

В условиях нарастающей цифровизации современного образования, порождающей многообразие логики возникающих когнитивных моделей обучения, актуальным становится так называемое адаптивное образование, способное повысить качество образовательного опыта посредством его персонализации. Формирование ресурса одаренности человека, обеспечивающего свободу его интеллектуальной самореализации, делает чрезвычайно востребованным дальнейшее изучение специфики взаимосвязи общего интеллекта и разнообразных способностей (в том числе и математических) у молодежи, обучающейся в различных образовательных средах. В докладе представлены результаты исследования 778 молодых людей г. Томска (старшеклассники физико-математических классов с углубленным изучением математики и классов общего и гуманитарного профилей с обучением математике по обычной программе; а также студенты первокурсники различных факультетов Национального исследовательского Томского государственного университета). Для исследования особенностей общего интеллекта использовался тест RAVEN, для исследования психологических характеристик математических способностей использовался тест SAT-M, широко применяемый в США, Канаде, Израиле (в адаптации Б. Койчу). Анализ исследуемых признаков проводился на общей выборке ре-

---

<sup>1</sup> Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0040.

спондентов (старшеклассников и студентов-первокурсников), в также отдельно на выборках физико-математического и гуманитарного профилей обучения. Отдельный этап исследования был посвящен анализу взаимосвязи выявляемых признаков в группах респондентов с различной успеваемостью по математике.

Обобщение результатов исследования позволило сделать ряд важных констатаций.

1. Зафиксированы вполне естественные статистически значимые межгрупповые различия в психологических характеристиках математических способностей старшеклассников физико-математических и гуманитарных классов и первокурсников, обучающихся по соответствующим вузовским профилям подготовки. Средние тестовые значения по методике SAT-M студентов, обучающихся на физико-математическим профилям подготовки, статистически значимо ( $t = 7,098$ ;  $p < 0,001$ ) превышают данные показатели и у старшеклассников, и у студентов-первокурсников с гуманитарной образовательной ориентацией. Однако при этом значительная часть студентов-гуманитариев имеют средний уровень развития математических способностей, а у 21 % студентов гуманитарных факультетов отмечаются достаточно высокие математические способности. Это дает основание для вывода о том, что сам факт гуманитарной образовательной направленности молодого человека однозначно не свидетельствует об уровне развития у него математических способностей.

2. В выборке респондентов с гуманитарным профилем обучения выявлены статистически достоверные различия ( $p \leq 0,003$ ) по тесту Равена, так и по методике SAT-M между студентами и школьниками. Показатели общего интеллекта и математических способностей у студентов-гуманитариев выше, чем у старшеклассников, обучающихся в гуманитарных классах и классах общего профиля. В выборке учащихся по физико-математическим профилям значимых различий между этими же показателями у студентов и старшеклассников не выявлено.

3. Во всех вариантах корреляционного анализа (на общей выборке, на выборках старшеклассников и студентов, на выборках с учетом образовательного профиля) наблюдается положительная корреляционная связь на высоком уровне статистической значимости ( $p < 0,001$ ) между уровнем общего интеллекта и математическими способностями.

4. При наличии положительной корреляции между уровнем общего интеллекта и математических способностей с академической успеваемостью по математике отмечено, что сила корреляционной связи между данными показателями на студенческой выборке выражена несколько слабее ( $0,007 \leq p \leq 0,033$ ), чем на выборке старшеклассников ( $p < 0,001$ ). В общих выборках старшеклассников и студентов, успешных в освоении матема-

тики, отмечаются положительные взаимные корреляции общего интеллекта, математических способностей и академической успеваемости по математике на высоком уровне статистической значимости ( $p < 0,001$ ). При этом у студентов-гуманитариев, успешных в математике, вышеобозначенная взаимосвязь несколько слабее ( $p = 0,021$ ), чем у старшекласников с тем же образовательным профилем ( $p = 0,003$ ).

5. В группах старшекласников и студентов с низкой успеваемостью по математике взаимосвязь академической успеваемости по математике с общим уровнем интеллекта и математическими способностями исчезает ( $p \leq 0,1$ ). Но при этом, взаимосвязь между показателями общего интеллекта и математических способностей остается ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, выявленная устойчивая взаимосвязь между показателями общего интеллекта и математическими способностями, как в группах школьников, так и студентов, обучающихся в разных образовательных средах, указывает на то, что уровень развития математических способностей в большей степени определяется не профилем обучения, а уровнем общего когнитивного развития. Тот факт, что у неуспешных в математике старшекласников показатель академической успеваемости по математике не коррелирует с уровнем общего интеллекта и математическими способностями, свидетельствует о том, что используемые в настоящее время в педагогической практике критерии оценки математических знаний не отражают в полной мере возможностей учащихся и зачастую выступают формальными показателями. В этой связи особую актуальность приобретает сегодня разработка таких образовательных технологий, которые позволяли бы связать поддерживаемое и самостоятельное обучение; создавали бы условия, в которых молодой человек при выборе образовательной ориентации был способен организовать собственное самостоятельное когнитивное пространство, используя возможности пространственно-временного континуума самообучаемости и расширяя собственную многомерную реальность. Образовательная успеваемость обучающегося также зависит и от соответствия его темпоральных особенностей темпоральным элементам образовательного пространства. Расширение индивидуализированных данных о студенте, сгенерированных методами аналитики психологических, темпоральных, когнитивных и иных данных, позволит переориентировать образовательный процесс на конкретного студента и осуществлять коррекцию индивидуальных образовательных траекторий с учетом показателей динамики когнитивных характеристик. В настоящее время в Томском государственном университете при привлечении ресурсов по обработке больших данных начат цикл исследований, результаты которых позволят решить задачи разработки интеллектуальных тренажеров по развитию способности к самоорганизации собственной когнитивной деятельности; умению выбрать оптимальные когнитивные стратегии; навыкам прогнозирования и

оперативной коррекции индивидуальной траектории образовательного пути студента за счет привлечения возможностей пространственно-временного континуума самообучаемости.

## **Память Других: специфика коллективной и семейной памяти**

*Е.В. Рягузова*

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, Саратов, Россия  
rjaguzova@yandex.ru*

*Ключевые слова: память как социокультурный феномен, репрезентации прошлого, память Других, коллективная и коммуникативная память, когнитивный и эмпатический резонанс, трансгенерационная трансмиссия.*

В эпоху коммемораций (Нора, 2005) интерес ученых разных школ и направлений обращен к памяти, причем не просто как индивидуальному когнитивному психическому процессу, способствующему формированию личностной и социальной идентичности, ответственному за познание предметного и социального миров и адаптацию к ним, но и как социально-культурному явлению. Подобный междисциплинарный мнемонический поворот позволяет рефлексировать культуру как сообщество памяти, исследовать коллективную и коммуникативную память (Хальбвакс, 2007; Асман, 2011; Донцов, Гончарова, 2005; Донцов, Стефаненко, 2017), постпамять (М. Хирш, 2002).

Целью исследования выступает выявление специфических особенностей коллективной и семейной памяти как памяти Других, являющейся результатом действия эффекта когнитивного и эмпатического резонанса личности с ними. Новизна исследования заключается в позиционировании коллективной памяти как обобщенной и управляемой памяти Других, а семейной памяти как результата коммуникации личности со Значимыми Другими.

Исследование опирается на качественную методологию и включает в себя методы теоретического анализа, изучение конкретных случаев, имеющих отношение к коллективной памяти немцев России, переживших депортацию, глубинное интервью с тремя поколениями семей.

Теоретические результаты исследования. Коллективная память рассматривается как совокупность актуально значимых репрезентаций прошлого, конституирующая смыслы безопасности личности и группы, выступающая

в качестве доминантной идентификационной матрицы для них, сохраняющая целостность коллективной общности, ее консолидацию и границы, а также транслирующая культурные коды, значимые для ее единства и конструирования смыслов настоящего и будущего. Основными атрибутами коллективной памяти являются: отсутствие полного изоморфизма по форме и содержанию между фактом, историческим событием, субъектом и их представленностью в коллективной памяти; непрерывность и открытость, связанные с постоянным обновлением и дополнением ее содержания за счет совместного проживания и переживания новых событий и этапов жизни группы; динамичность, отражающая изменение локализации репрезентаций некоторых событий и их вытеснение на периферию пространства коллективной памяти; наличие закрытых зон, опосредованных опытом проживания, выживания и переживания в условиях тотальной угрозы существования группы, расхождений между дискурсами официальной и приватной памяти непосредственных участников или очевидцев тех или иных событий; эмоциональность и избирательность, указывающие на то, что некоторые прошлые события стабильно сохраняются в коллективной памяти, и внимание на них устойчиво фиксируется, независимо от знака их оценивания; коммуникативность и нарративная организация, характеризующие то, что коллективная память манифестируется и обнаруживается только при взаимодействии людей в диахронном и синхронном измерениях; специфичность пространственно-временного хронотопа коллективной памяти, обусловленная тем, что проекции коллективной памяти представлены во всех инстанциях темпоральности – прошлое, настоящее, будущее; возможность управления и внешняя интервенция, приводящие к реконфигурации пространства коллективной памяти и его форматированию под определенные задачи и потребности.

Контент семейной памяти характеризуется различной степенью осознанности и охватывает разные режимы бытия: повседневность (семейные традиции, ритуалы, дни и места памяти) и экстремальность (войны, катастрофы, репрессии, геноцид). Независимо от бытийного режима семейная память выполняет те же основные функции, что и коллективная память, она сохраняется и транслируется только в процессе коммуникации между членами семьи, благодаря которой прошлое становится памятью (Хальбвакс, 2007). Семейная память является коммуникативной памятью, проявляясь через интеракции Я – Другой, объективируясь посредством дискурса и нуждаясь в языке как основном средстве выражения прожитого и пережитого опыта. Семья может назначить рассказчиком и хранителем той или иной семейной истории любого своего представителя, но чаще всего – это Значимый Другой. Создание памятного семейного нарратива происходит благодаря таким механизмам как эмоциональная идентификация со значимыми и близкими Другими, эмпатия, рефлексия ответственности перед собой и Другими, конструирование согласованных интерсубъективных смыслов. Семейные рассказы

передаются как аксиологические инварианты и смысловые константы, а возможность личностной идентификации с семейными историями позволяет запустить механизм трансгенерационной трансмиссии, основной целью которой выступает своеобразная индивидуализация семьи и акцентирование ее отличий от других.

Результаты эмпирического исследования свидетельствуют о том, что создание автобиографического нарратива – сложный многозначный символический процесс, связанный с повторным прохождением и актуализацией следов травматического события в индивидуальной памяти человека, а также трансляции воспоминаний о нем Другим. Личность, взаимодействуя с Другими и рассказывая о событиях, очевидцем которых она была, формирует коммуникативную память, расширяет круг «Мы», включая в него своих собеседников, эмоционально вовлекая их в реконструкцию и переживание прошлых событий, активизируя их эмпатию и сопричастность прошлому. Результаты указывают на частично вытесненный, не переработанный травматический опыт респондентов, переживших депортацию. Об этом можно судить по взаимосвязанным показателям: фрагментация рассказа, отстраненность рассказчика, наличие смысловых лакун, упрощение и подмена контекста, фреймированность повествования, табуирование некоторых аспектов травматического прошлого. При межпоколенческой передаче контента семейной памяти проявляются не артикулированные темы первого поколения, происходит схематизация и упрощение контента семейной памяти, смена дискурса с жертвенного на героический.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы. Пространство коллективной памяти самонастраивается и самоорганизуется, но при этом является управляемым, и может позиционироваться как обобщенная и управляемая память Других. Семейная память представляет собой коммуникативную память, основанную на эффекте соучастия и сопричастности прожитого, пережитого и проговоренного опыта Значимого Другого. Анализ содержания семейной памяти у трех поколений российских немцев, первое из которых пережило депортацию, позволяет обозначить условия перехода содержания семейной памяти в метанарратив коллективной памяти: символическое конструирование травмы на социальном уровне с обозначением природы боли и страданий, статусов жертвы / агрессора и степени распределения ответственности, включение в личностную идентификационную матрицу и коллективную идентичность группы опыта пережитого и его культурных смыслов. Выполнение этих условий способствует восстановлению группового здоровья и благополучия, элиминированию защитного вытеснения.

### *Список литературы*

1. Нора П. 2005 Всемирное торжество памяти. Неприкосновенный запас. 2–3, 40–41.
2. Хальбвакс М. 2007 Социальные рамки памяти. М.: Новое издательство. 346 с.
3. Assmann A. 2011. *Cultural Memory and Western Civilization: Functions, Media, Archives*. New York: Cambridge University Press.
4. Донцов А.И., Гончарова В.А. 2005 Холокост как феномен социальной памяти. *Век толерантности* 1–2, 55–61.
5. Донцов А.И., Стефаненко Т.Г., Донцов Д.А. 2017. Геноцид как историко-политический фактор коллективной памяти российских армян. *Человеческий капитал* 12 (108), С. 3-9.
6. Хирш М. 2002. Что такое постпамять / перевод статьи Марианны Хирш [Электронный ресурс] // URL: <http://urokiistorii.ru/node/53287> (дата обращения: 31.01.2020).

## **Hierarchical structure of the ensemble activity in the retrosplenial cortex is organized in accordance with the structure of the behaviorally specialized neuronal activity<sup>1</sup>**

*E.A. Kuzina*

*Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia  
kuzinaea@ipran.ru*

*Keywords: behavioral specializations, task-specific neurons, ensemble firing patterns, rats.*

Recent advances in methods of simultaneous monitoring of the activity of large populations of single neurons with elaborated electrophysiological and imaging technics, driven by the rapid increase in evidence from behavioral and cognitive neuroscience, clearly shifted the focus of attention from the role of individual neurons to ensembles and populations of neurons (Buzsaki, 2010; Clopath et al., 2017). Accordingly, dimensionality reduction methods have become one of the commonly used analytical approaches to decipher the meaning of multi-neuronal datasets (e.g. McKenzie et al., 2016; Sigala et al., 2008). One of the key points concerns the correspondence between stable behavioral selectivity at the level of individual neurons and at the population level (Clopath et al., 2017). From the system-evolutionary perspective, individual experience consists of functional systems that preserve the holistic interactions of the organism with

---

<sup>1</sup> The research was supported by Russian Foundation for Basic Research grant № 18-29-22045.

the environment and thus unite a set of brain and body elements (Alexandrov et al., 2018). During learning, a stable specialization of the co-active group of neurons emerges with respect to a new functional system of the behavioral event (ibid.). In this case, ensemble activity of specialized neurons depends on the learning history and would be the «core» component of the pattern of population activity in a given cortical area. In order to test this hypothesis, we compared the structure of activity patterns of cortical neurons in two groups of rats with different histories of learning of the same operant behavior. Eight Long-Evans rats (male, 8-15 mo.) were trained to perform self-paced behavior of pressing a lever to get food from the feeder on the one side of the experimental cage (cycle 1) and then, to perform analogous behavior on the opposite side of the cage (cycle 2). One group of rats learned the first cycle in one step, during a single session of training («one-stage» group,  $n = 4$ ), and the other group acquired the same first task in the course of four daily sessions through step-by-step shaping procedure («four-stages» group,  $n = 4$ ). After all rats acquired the first skill, the lever and feeder on the first, familiar side of the cage were inactivated, and the animals were allowed to learn cycle 2 in a single session. Extracellular single-unit activity was recorded in retrosplenial disgranular cortex (RC). Each food-acquisition cycle was divided into 5 behavioral acts that corresponded to stages of training in «four-stages» group of rats. We identified the task-specific neuronal activations (specializations) in accordance with the criteria described elsewhere (Alexandrov et al., 2018). For all individual neurons, activity patterns across both cycles were constructed. The activity pattern was calculated as a vector of average frequencies in ten behavioral acts normalized by the maximum of these frequencies. In order to identify features of behavioral events that generate similar ensemble firing patterns we performed hierarchical cluster analysis (HC). In our analyses, we calculated pairwise similarities by correlating population firing rate vectors between pairs of distinct behavioral acts.

HC of ten variables specifying the population firing rate vectors in corresponding behavioral acts, showed that in both experimental groups, the structure of correlations between normalized frequencies in different acts had a similar two-level organization (Fig.1, upper row). It was at the level of pairwise acts' associations where a number of differences were observed between «one-stage» and «four-stages» groups of animals. Population firing rate vectors in «one-stage» group were more similar between the «same» acts of the «feeder» part of both cycles, and in «four-stages» rats, more positive correlations were observed between the neighboring acts of the same cycle. The exceptions were acts of turning away from the feeders (am1-am2), signifying the beginning of each new cycle. We also have found a remarkable similarity in the general cluster organization of the averaged activity of task-specific neurons and population activity patterns (Fig. 1, lower row). However, in «four-stages» group, all acts from the «feeder» halves of each task tended to correlate more tightly within the same

cycle as compared to the population firing rate analysis (Fig.1, right columns). Interestingly, the exclusion of the entire sample of specialized neurons completely changed the correlational structure both within and between behavioral cycles in two groups of rats (not shown).

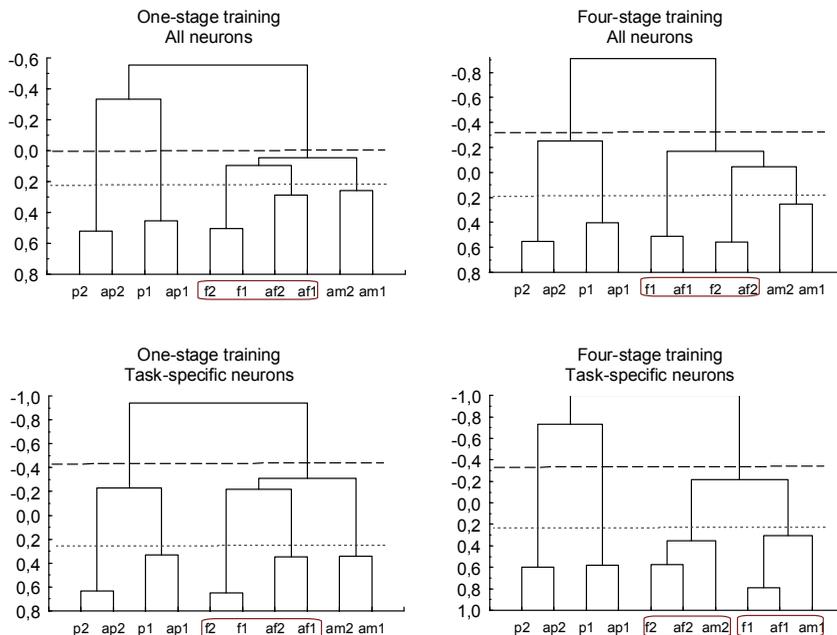


Fig. 1. Dendrograms illustrating the cluster organization of normalized neuronal activity in 10 acts of the cyclic operant behavior in rats with different training histories (Ward's linkage). Lines indicate mean correlation coefficients (Y-axis) between individual acts and their clusters. X-axis indicates behavioral acts: ap1, ap2 – approaching the lever in the first and second cycle, p1, p2 – pressing the lever, af1-af2 – approaching the feeders, f1, f2 – lowering the head into the feeder, am1, am2 - turning away from the feeder and beginning a new cycle. Clusters of acts that differ between two groups of animals are encircled. Horizontal dashed line marks the observable «discontinuities» in the amalgamation procedure, and dotted lines show the arbitrary border with more tight correlations between neighboring acts.

In summary, our results demonstrated the similarity in the hierarchical structure of the population and task-specific activity patterns in rats' RC during successive phases of a complex task. In addition, two general factors can be distinguished in this structure: the first is associated with the «space» logic of the task

(it was common for groups with different learning histories), and the second one relates to the way behavior is formed.

### *References*

1. Buzsaki G. 2010. Neural syntax: cell assemblies, synapse ensembles, and readers. *Neuron* 68, 362–385.
2. Clopath C., Bonhoeffer T., Hübener M., Rose T. 2017. Variance and invariance of neuronal long-term representations. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 372(1715).
3. McKenzie S., Keene A., Blandon J. et al. 2016. Representation of memories in the cortical–hippocampal system: results from the application of population similarity analyses. *Neurobiol. Learn. Mem.* 134, 178–91.
4. Alexandrov Y., Sozinov A., Svarnik O. et al. 2018. Neuronal bases of systemic organization of behavior. In: Cheung-Hoi Yu., Li L. (eds) *Systems neuroscience. Advances in neurobiology.* 21, 1–33.
5. Sigala N., Kusunoki M., Nimmo-Smith I. et al. 2008. Hierarchical coding for sequential task events in the monkey prefrontal cortex. *PNAS*, 105(33), 11969–11974.

## **К проблеме междисциплинарной трансферизации терминов: КОГНИТИВНЫЙ СТИЛЬ**

*И.А. Тарасова*

*Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия  
tarasovaia@mail.ru*

Ключевые слова: *междисциплинарность, трансферизация, термин, когнитивный стиль.*

В процессе междисциплинарной трансферизации знаний, под которой понимается «перенос теоретических достижений из одной научной дисциплины в другую» (Демьянков 2016: 71), ключевая роль принадлежит терминологии. Когнитивная поэтика ставит своей целью изучить «архитектуру» ментальных форм автора и читателя (Тарасова 2018). Возникшая в зоне междисциплинарного синтеза лингвистики, литературоведения, и когнитивной психологии, она охотно заимствует терминологию из области психологических исследований. Такой кросс-дисциплинарный трансфер позволяет по-новому структурировать объект исследования – поэтический идиостиль (его ментальную основу) – и описать механизмы воздействия художественного текста на читателя.

Процесс адаптации психологических терминов к теоретико-методологическим задачам когнитивной поэтики включает несколько этапов. Продемонстрируем их на примере термина «когнитивный стиль».

Первый этап – специализация термина, наполнение его специфическим содержанием, иначе говоря, такая трактовка термина, которая соотносится с задачами процесса порождения и восприятия художественной речи. Если в когнитивной психологии под когнитивным стилем понимается индивидуально-своеобразный способ переработки информации об актуальной ситуации (Холодная 2002: 146), то в филологической сфере этот термин получает расширительное толкование, включающее и способ кодирования эстетической информации писателем, и стратегии интерпретации художественного текста читателем (Болотнова 2012: 167).

Второй этап – интегрирование термина в уже сложившийся понятийно-терминологический аппарат дисциплины. Заимствование термина «когнитивный стиль» осуществляется по принципу «моноцентрической кластеризации» (Ирисханова, Киосе, 2016): ядерное положение сохраняет междисциплинарный термин «когнитивный стиль», а его видовые обозначения (полезависимость/полнезависимость, узкий/широкий диапазон эквивалентности, аналитичность/синтетичность, дискурсивность/интуитивность и др.) приобретают статус параметров стиля.

Третий этап – обоснование лингвостилистических аналогов категориям когнитивно-стилевого подхода в психологии (полезависимость/полнезависимость, синтетичность/аналитичность, интуитивность/дискурсивность и др.) и обнаружение определенных корреляций между параметрами когнитивного стиля того или иного типа. Полагаем, что эти биполярные параметры проявляются в строении образа автора/лирического героя, предпочитаемом типе образности (вербально-визуальный или акустической), степени зашифрованности связи между словесным образом и денотатом, прагматической установке (ориентация на эмоциональное вчувствование или работу мысли) и т.д. Этот этап представляется нам ключевым.

Наконец, последний этап – верификация предварительных наблюдений путем анализа интерпретаций текстов разных стилей читателями. Предположительно, различные когнитивные стили (условно: аналитический и синтетический) актуализируют различные читательские стратегии понимания текста.

Для проверки сформулированной выше гипотезы были отобраны тексты поэтов серебряного века (И. Анненского и Н. Гумилева), являющихся, по нашему мнению, типичными представителями полярных когнитивных стилей. Когнитивный стиль И. Анненского отличает *полезависимость* (проницаемость границ между я и не-я), декларированная метапоэтически (в критических статьях) и в строении художественных образов; *широкий диапа-*

*зон эквивалентности* (способность к установлению общего у самых разных поэтических объектов, так называемый ассоциативный символизм); *синтетичность* (приоритет эмоции над дискурсивно-логическим развертыванием мысли, холистичность), акустическая, музыкальная основа образности. Когнитивный стиль Н. Гумилева, напротив, отличает *аналитичность, дискурсивность, полнезависимость, вербально-визуальный способ кодирования информации.*

Контент-анализ читательских интерпретаций показал, что эти стилевые черты зеркально отражаются на позиции адресата, отождествляющего себя с лирическим субъектом у Анненского и достаточно отстраненно оценивающих героя Гумилева.

Ведущим способом трансляции авторской модели мира является у Анненского – эмоционально-ассоциативный, у Гумилева – вербально-логический. Поэтому в основе восприятия текста Анненского лежит прагматическая установка на вчувствование, сопереживание, интуицию читателя. Условием адекватного восприятия текста готовность к суггестивному воздействию. Текст Гумилева строится на контрасте – фигуре мысли. Он стимулирует логические формы категоризации, переход на ступень обобщения, рациональный способ решения загадки текста, иначе говоря – анализ.

Перспектива намеченного исследования видится в двух направлениях: тщательной проработке когнитивных параметров стиля, наполнении их разноуровневым лингвистическим содержанием и расширении экспериментальной базы исследования, создании банка читательских интерпретаций, позволяющих установить достоверные корреляции между типом текста и системой читательских предпочтений.

Кроме того, работа в этом направлении выводит на уровень типологической модели идиостиля, построенной на когнитивных основаниях: обобщения подобного рода помогут взглянуть на языковые проявления стиля с иных позиций, увидеть за рядом отдельных, на первый взгляд, не связанных друг с другом индивидуальных авторских черт проявление определяющих закономерностей.

Считаем, что критерием продуктивности междисциплинарного трансфера терминов когнитивной психологии в когнитивную поэтику следует считать повышение экспланаторности, т.е. объяснительной силы создаваемых на основе этой терминологии исследовательских концепций.

#### *Список литературы*

1. Демьянков В.З. 2016. Языковые техники трансфера знаний//Лингвистика и семиотика культурных трансферов: Методы, принципы, технологии (коллективная монография). М.: Культурная революция, 61–85.

2. Тарасова И. А. 2018. Когнитивная поэтика: предмет, терминология, методы. М.: Инфра-М.
3. Холодная М.А. 2002. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. СПб.: Питер.
4. Болотнова Н.С. 2012. К вопросу о понятии «когнитивный стиль языковой личности» // Вестник Томского государственного педагогического университета. № 10, 164–167.
5. Ирисханова О.К., Киосе М.И. 2016. Технология трансфера междисциплинарных терминов в лингвистику//Лингвистика и семиотика культурных трансферов: Методы, принципы, технологии (коллективная монография). М.: Культурная революция, 151–180.

## **Подходы к моделированию автономного агента, способного самостоятельно познавать законы природы<sup>1</sup>**

*В.Г. Редько*

*НИИ системных исследований РАН, Москва, Россия*

*vgredko@gmail.com*

*Ключевые слова: автономный агент, познание природы, чувство причинности.*

По-видимому, можно сказать, что наиболее серьёзные когнитивные процессы – это процессы научного познания. Отталкиваясь от нашего знания о способах познания выдающимися учеными, можно представить, каков мог бы быть «разум» автономного агента, который мог бы самостоятельно познавать законы природы. В качестве примера рассмотрим опыт научного познания И. Ньютоном и представим способности агента, который имеет аналогичные способности.

Кратко перечислим способности такого агента, самостоятельно познающего природу. У агента должна быть база знаний, должно быть стремление к получению новых знаний и к обобщению знаний, должна быть любознательность, направляющая агента к постановке вопросов о внешнем мире и решению этих вопросов путем постановки экспериментов. Агенты должны учитывать многочисленные связи между уже имеющимися знаниями. Должен быть коллектив агентов, исследующий внешний мир, и должны быть коммуникации между агентами (если основной агент – аналог И. Ньютона, другие агенты могут быть аналогами Г. Галилея, Р. Гука, Р. Декарта, Н. Коперника, Г.В. Лейбница). Должно быть самосознание

---

<sup>1</sup> Выполнено при поддержке РФФИ, проект № 19-01-00331.

агентов, эмоциональная самооценка результатов своей деятельности и стремление агента достигнуть наиболее высоких результатов в коллективе агентов. Агенты должны иметь стремление к получению наиболее ясных, четких и компактных знаний, таких как законы Ньютона или аксиомы Евклида. И, конечно, агенты должны освоить возможности логических выводов, позволяющих получить многочисленные следствия законов и аксиом.

Понятно, что путь к построению модели познающего агента такого уровня весьма непросто, но, все же, он просматривается. В качестве начального шага рассмотрим модель агента, познающего причинно-следственные связи во внешнем мире.

Познание причинно-следственных связей – одно из важных познавательных свойств человека. Но как это свойство могло бы возникнуть? Будем отталкиваться от рассуждений Д. Юма. В «Исследовании о человеческом познании» (1748 г.) Юм подверг сомнению использование человеком понятия причинной связи (Юм 1966). А именно, он задался вопросом: почему, когда мы видим, что за одним явлением  $A$  постоянно следует другое  $B$ , то мы приходим к выводу, что  $A$  является причиной  $B$ ? Например, когда мы многократно наблюдаем, что Солнце освещает камень, и камень нагревается, то мы говорим, что солнечный свет есть причина нагревания камня. И почему мы можем делать вывод тогда, когда мы наблюдаем такую пару последовательных событий много раз, но не делаем вывод о причинно-следственной связи, когда мы только один раз наблюдаем такую пару?

Фактически Юм задался вопросом: что заставляет нас делать выводы о происходящих в природе явлениях? Что лежит в основе этих выводов? Юм попытался понять, откуда мы берем основание заключать, что  $A$  есть причина  $B$ . Он посмотрел на этот вопрос, как он пишет, со всех сторон и не нашел никакого другого основания, кроме некоторого *внутреннего чувства привычки*. То есть, имеется какое-то наше внутреннее свойство, которое заставляет нас утверждать, что если за  $A$  постоянно следует  $B$ , то  $A$  есть причина  $B$ .

Кратко изложим модель внутреннего чувства привычки у автономных агентов. Предполагаем, что имеется эволюционирующая популяция агентов. Каждый агент имеет свой ресурс  $R$ . Рассмотрим мир (внешнюю среду агентов), в котором имеются различные ситуации  $S_i(t)$ . Время  $t$  дискретно. Считаем, что в мире эпизодически появляются пары последовательно чередующихся ситуаций (за ситуацией  $S_{1i}(t)$  всегда следует ситуация  $S_{2j}(t+1)$ ):

$$S_{1i}(t) \rightarrow S_{2j}(t+1). \quad (1)$$

Вторые элементы пар  $S_{2j}$  существенны для агентов, они благоприятны, если агент приобретает в них ресурс  $R$ , и неблагоприятны, если в такой ситуации агент теряет ресурс. Если в процессе жизни агента его ресурс  $R$  стал

меньше 0, то такой агент погибает. Если ресурс агента превысил определенный порог, то этот агент рождает потомка, при этом агент-родитель отдает половину своего ресурса потомку.

*Имеется два вида агентов: агенты первого вида и агенты второго вида. Агенты первого вида не имеют чувства причинности, агенты второго вида имеют чувство причинности. При рождении новых агентов агент-потомок сохраняет вид агента-родителя.*

Агенты с чувством причинности после многократного наблюдения определенной пары вида (1) обучаются: запоминают эту пару. Такие обученные агенты после появления  $S_1(t)$  готовятся к появлению  $S_2(t + 1)$ . За счет этой подготовки обученные агенты с чувством причинности экономят свой ресурс: по сравнению с агентами первого вида обученные агенты второго вида получают больше ресурса в благоприятной ситуации и меньше тратят ресурса в неблагоприятной ситуации.

Модель исследовалась с помощью компьютерного моделирования. Типичные зависимости числа агентов первого и второго вида от времени представлены на рис. 1.

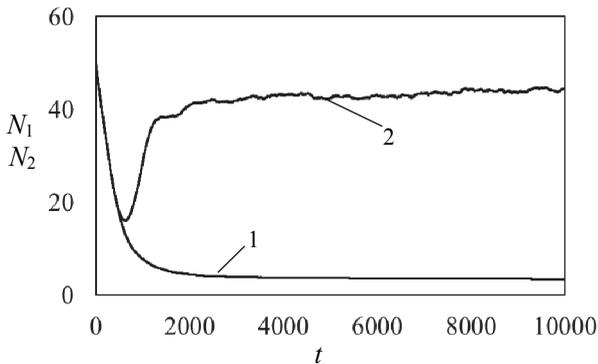


Рис. 1. Зависимости числа агентов первого вида  $N_1$  (кривая 1) и второго вида  $N_2$  (кривая 2) от времени  $t$ .  
Усреднено по 1000 независимым расчетам

Приведенный рисунок показывает, что имеется начальный период развития популяции (порядка 1000 тактов времени), при котором агенты второго вида еще не обучились, а затем (при  $t > 2000$ ) обученные агенты второго вида имеют явное селективное преимущество по сравнению с агентами первого вида: их ресурс растет и они активно рожают потомков.

В результате эволюции популяции агенты второго вида (с чувством причинности) в основном вытесняют агентов первого вида из популяции. Хотя небольшое число агентов первого вида в популяции остается.

Изложенная модель характеризует *внутреннее чувство причинности* автономных агентов, которые после многократного наблюдения последовательной пары ситуаций запоминают эту пару и при появлении первого элемента пары готовятся к появлению второго элемента пары и за счет этой подготовки экономят свой ресурс.

#### *Список литературы*

1. Юм Д. 1966. Исследование о человеческом познании. Соч. в 2-х томах, т. 2. М.: Мысль, 5–169.

### **Lateralization in Neurosemantics: Special Case of a Word Cluster with Mentalist Content?<sup>1</sup>**

*B.M. Velichkovsky<sup>1,2</sup>, Z.A. Nosovets<sup>1,2</sup>,*

*A.A. Kotov<sup>1,2</sup>, V.L. Ushakov<sup>3,4,5</sup>, V.I. Zobotkina<sup>1</sup>, L.Y. Zaidelman<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia*

*<sup>3</sup>Institute for Advanced Brain Studies, Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia*

*<sup>4</sup>National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia*

*<sup>5</sup>SFHI «Mental-Health Clinic No.1 named N.A. Alexeev*

*of Moscow Health Department», Moscow, Russia*

*boris.velichkovsky@tu-dresden.de*

Keywords: *fMRI, human brain, neurosemantic.*

Examples of semantic selectivity of some brain areas have been known from clinical observations for decades. Attempts at experimental study of semantics' neural basis started with beginning of the brain imaging era. Neuroimaging explanations were initially looked for by the way of the cognitive subtraction methodology, in which one subtracted the data of the control (or baseline) condition from that of the experimental condition. As the control condition, one usually considered the resting state – a state in which brain is presumably at the minimum of its energy and cognitive facilities. However, this presumption turned out to be wrong: rest leads to a significant rise of activity in some of the brain's structures

---

<sup>1</sup> The study has been supported by the grant 17-78-30029 of Russian Science Foundation.

called the Default Mode Network (DMN). These structures seem to be crucial for our thinking and inner life. The cognitive subtraction methodology is appropriate in studies of brain activity if one deals with examples of modular architectures. In the case of higher symbolic processes, as for example in neurosemantics, the assumption of modular organization is doubtful.

The question about general distribution of language semantics in the human brain was formulated only relatively lately, in the work of Alexander Huth and his colleagues (Huth et al., 2016). They developed a new paradigm in investigation of meaning and in this essentially enriched the old psycholinguistic approach that was initiated in neobehaviorism and prolifically continued in psychosemantics. Huth and colleagues studied brain representation of the English language with the help of functional magnetic resonance imaging (fMRI) in seven subjects in response to orally presented narratives. The authors noted two main results. Firstly, brain mapping of natural language categories on an idealized two-dimensional surface of the cortex showed a similarity to the outlines of the DMN. Secondly, these representations demonstrated broad distribution across the brain with no obvious signs of the initially expected left sided asymmetry.

In a recent paper, we showed a possibility of neurosemantic mapping on the material of Russian-language narratives (Velichkovsky et al., 2020). In the current work, we consider the issue of brain laterality of neurosemantic representations. Stimulus material consisted of five original texts in Russian (1500 word-forms). In each text, was a personal story, addressing significant social problem. We expected that the emotional first-person narratives, as well as the addressed topics would ensure interest and involvement of a subgroup of subjects, as controlled by a questionnaire. A professional broadcaster audio recorded the texts, which were presented in a 3T Siemens MRI scanner whereas BOLD (blood-oxygen-level dependent) signal was continuously registered. 25 subjects (average age of 23 years) participated in the experiment. Each word was represented as a 997-dimensional vector. These dimensions (features) were numeric estimations of similarity of word meaning to that of 997 most frequent Russian nouns and verbs. We evaluated influence of each these features on each of 10000 voxels of individual brains' grey matter over the whole time of texts presentation (190 epochs). This allowed us to build up the multidimensional matrix of word features vectors into voxel activity vectors transformation over time for every subject.

We selected seven subjects (four females) maximally engaged in hearing and comprehension the texts according to the questionnaire and imaging data such as activation of auditory areas as well as hippocampi and amigdalae related to memory and emotion. This selection was confirmed by a high *post hoc* correlation of their brain activation, which varied with precision of only one voxel in pairwise comparisons from 62.4 to 78.3 % (average 74.4 %). In a further analysis, we performed a principal component analysis (PCA) on the matrix [Voxels X Features]. The first four components of the PCA scores matrix were used as

respective dimensions. The stimulus words were projected into this principal component space by multiplying each word vector by the feature vector in the PCA space. We chose words in this space implying that their significance was the distance from the center of the word cloud. We randomly selected 80% of the words and found their convex hull in this space. Repeating this procedure 1000 times, we constructed a set of words that appeared on the hull at least once. We proceeded with hierarchical clustering on words from this set. After studying the tree diagram, we have selected a cutoff threshold (the maximum distance for objects located within the same cluster) equal to 1. Thus, 12 lexical clusters were formed with a cardinality from 5 to 23 words.

These 12 neurosemantic clusters allowed us a relatively simple interpretation (Zaidelman et al., submitted). For example, clusters 2, 9 and 10 were connected with space and time of actions describer in the narratives, while clusters 1, 3 and 11 – with topics on threats, deprivation, and overt conflicts. Categories such as «have to do», action optionality and goals were concentrated within cluster 5. Notions related to the subjective experience such as «conscious», «intelligence», «feeling», were mapped by the cluster analysis of word semantics and brain activity on the cluster 8. This ‘mentalist’ cluster was the only one that demonstrated right-sided localization of significantly activated voxels. In all other clusters, brain localization was either symmetrical or had a left-sided bias. As a whole, our results support the view of non-modular and widely distributed nature of semantic representations. They also demonstrate that the right hemisphere activity can be massively involved in representation of «mentalist» part of inner lexicon and possibly in the Self/other-referential processing as well.

### *References*

1. Huth A.G., de Heer W.A., Griffiths T.L., Theunissen F.E., Gallant J.L. 1916. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*, 532 (7600), 453–458.
2. Velichkovsky B.M., Zabotkina V.I., Nosovets Z.A., Kotov A.A., Zaidelman L.Ya., Kartashov S.I., Korosteleva A.N., Malakhov D.G., Orlov V.A., Zinina A.A., Goldberg E., Ushakov V.L. 2020. Towards semantic brain mapping methodology based on a multidimensional markup of continuous Russian-language texts. *STM*, 12(2), 14-25.
3. Zaidelman L.Y., Nosovets Z.A., Kotov A.A., Zabotkina V.I., Velichkovsky B.M. 2020, submitted. Russian-language neurosemantics: Clustering of word meaning and sense from the oral narratives.

## Когнитивные нарушения как негативный предиктор восстановления функции руки после лакунарного инсульта

В.Н. Григорьева<sup>1</sup>, Т.Н. Семенова<sup>1</sup>, Е.В. Гузанова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ НО «Нижегородская областная клиническая больница

им. Н.А. Семашко», Нижний Новгород, Россия

vrgr@yandex.ru, neurotmdoc@gmail.com

Ключевые слова: *восстановление функции руки, лакунарный инсульт, регуляторная дисфункция, когнитивные нарушения.*

**Введение.** Нарушения функции руки являются одной из ведущих причин инвалидизации больных с острым нарушением мозгового кровообращения (Murphy et al. 2015). Часто двигательный дефицит сосуществует с когнитивной дисфункцией, которая диагностируется у 30-52 % пациентов (Mok et al. 2004), и, вероятно, может влиять на функциональные исходы (Mok et al. 2004, Mullick et al. 2015). Однако на настоящий момент данные о взаимосвязи между когнитивными нарушениями и успешностью восстановления функции верхних конечностей противоречивы (Mullick et al. 2015), а для больных с лакунарным инсультом (ЛИ) таких сведений вообще нет. Между тем, ЛИ составляет существенную долю (25-46 %) в структуре ишемического инсульта (Shi, Wardlaw 2016).

**Цель.** Оценить влияние когнитивных нарушений на восстановление функции руки в остром периоде ЛИ.

**Материал и методы.** Обследовано 139 больных (35–80 лет; 64,7±10,8 года), поступивших в Нижегородский региональный сосудистый центр в остром периоде ЛИ. Наряду с клинико-неврологическим осмотром всем пациентам проводилась нейровизуализация головного мозга для верификации ЛИ, нейropsychологическое обследование с дополнительным применением Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment, сокращенно MoCA, англ.) и «Батарей лобной дисфункции» (Frontal Assessment Battery, сокращенно FAB, англ.). Наличие когнитивных нарушений диагностировалось по данным MoCA (< 26 баллов). Оценка по FAB служила основанием для определения степени когнитивной регуляторной дисфункции как выраженной (< 12 баллов), умеренной (12–15 баллов) или легкой/отсутствия нарушений (≥ 16 баллов).

Для оценки функции верхней конечности применялись «Тест двигательной активности руки» (англ. Action Research Arm Test, сокращенно ARAT) и «Тест с девятью колышками» (англ., 9-Hole Peg Test, сокр.

9-НРТ). Функция руки оценивалась дважды: на 3-5 сутки (Т1) и на 13-14 (Т2) сутки после развития ЛИ.

Критерием для диагностики нарушения функции верхней конечности являлась оценка по ARAT менее 55 баллов и/или время выполнения задания по 9НРТ, превышающее нормативное значение более чем на 1,95 стандартных отклонения, установленные для лиц каждого пола и возраста для доминантной и недоминантной руки.

Полное восстановление функции верхней конечности на момент Т2 диагностировалось при достижении нормы (55-57 баллов) по ARAT и нормализации показателя времени выполнения 9-НРТ. Существенное (хотя и неполное) улучшение функциональных возможностей верхней конечности за период Т1-Т2 диагностировалось при увеличении суммарной оценки по ARAT на 6 и более баллов и/или снижении времени выполнения 9 НРТ на 1,95 и более стандартных отклонения, при отсутствии нормализации показателей сразу двух этих тестов.

Таблица 1

**Отношения шансов (ОШ) полного/неполного и существенного/несущественного восстановления функции руки для представленных в бинарном виде признаков**

Признак		Полное / неполное восстановление функции руки	Существенное/несущественное восстановление функции руки
Наличие (есть/нет) выраженной регуляторной дисфункции по FАВ	а) < 12 баллов б) ≥ 12 баллов	ОШ 8,12 95 % ДИ [1,03-64,18] p = 0,047	ОШ 3,98 95 % ДИ [1,19-13,29] p = 0,025
Наличие (есть/нет) когнитивных нарушений по МоСа	а) ≥ 26 баллов б) < 26 баллов	ОШ 4,50 95 % ДИ [1,90-10,64] p = 0,001	ОШ 1,58 95 % ДИ [0,46-5,46] p = 0,474

Обозначения: ОШ – отношение шансов, ДИ – доверительный интервал.

**Результаты.** Дисфункция руки в начале острого периода ЛИ выявлена у 110 из 139 (79,1 %) пациентов с ЛИ. Средняя оценка по шкале FАВ и МоСа у пациентов с нарушением функции руки составила 14,1±2,3 и

24,3±2,8 баллов, соответственно. По результатам FAB у 16 (14,5 %) больных имелась выраженная и у 60 (54,5 %) – умеренная регуляторная дисфункция, в то время как у 34 (30,9 %) пациентов значимых нарушений по FAB не было. На момент Т2 существенное улучшение возможностей руки отмечалось у 58 из 110 (52,7 %) человек, а полное восстановление – у 34 из 110 (30,9 %) пациентов. Анализ отношения шансов полного/неполного восстановления функции руки показал, что для прогноза имели значение наличие общего когнитивного дефицита и выраженной регуляторной дисфункции (табл. 1). Для существенного/несущественного восстановления функции руки неблагоприятным в прогностическом плане являлось наличие у пациента выраженных нарушений регуляторных функций.

**Выводы.** Дисфункция руки в начале острого периода ЛИ выявляется у 79 % больных. Более двух третей больных с нарушением функции руки имеют умеренную или выраженную регуляторную дисфункцию.

К концу острого периода ЛИ почти у 53 % пациентов с исходным нарушением функции руки отмечается существенное улучшение, а у 31 % больных – полное функциональное восстановление.

Прогностически неблагоприятным фактором для существенного восстановления функции руки в остром периоде ЛИ служит наличие у больного выраженной регуляторной дисфункции, а для полного восстановления – наличие как выраженной регуляторной дисфункции, так и общего когнитивного дефицита.

При разработке реабилитационных программ для пациентов с дисфункцией руки целесообразно учитывать характер и степень выраженности имеющихся у них когнитивных расстройств.

#### *Список литературы*

1. Shi Y., Wardlaw J.M. 2016. Update on cerebral small vessel disease: a dynamic whole-brain disease. *Stroke and Vascular Neurology* 1:e000035. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5435198/> (date of treatment: 10.05.2020).
2. Murphy M.A., Resteghini C., Feys P., Lamers I. 2015. An overview of systematic reviews on upper extremity outcome measures after stroke. *BMC Neurology* 15, 29.
3. Mok V., Wong A., Lam W., Fan Y., Tang W., Kwok T., Hui A., Wong K. 2004. Cognitive impairment and functional outcome after stroke associated with small vessel disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 75(4), 560–566.
4. Mullick A.A., Subramanian S.K., Levin M.F. 2015. Emerging evidence of the association between cognitive deficits and arm motor recovery after stroke: A meta-analysis. *Restorative Neurology and Neuroscience* 33(3), 389–403.

# Long-Range Temporal Correlations in Resting State Beta Oscillations Are Associated With Helping Behavior<sup>1</sup>

*I. Evdokimova, O. Zinchenko, V. Klucharev  
Institute for Cognitive Neuroscience, Laboratory of Social Neurobiology,  
HSE University, Moscow, Russia  
iievdokimova@edu.hse.ru; ozinchenko@hse.ru; vkucharev@hse.ru*

**Objective.** Prosocial behavior is represented by numerous acts that are beneficial for a specific society or social group. It may take various forms: sharing resources, helping, or comforting others in distress. Helping is a type of voluntary actions which aims to favor other individuals or groups and can be considered as an exemplary prosocial behavior (Eisenberg, Mussen, 1998). The study by Amato (1990) revealed that helping (close friends and family members) in the scope of long-term relationships is rather planned than spontaneous, while helping strangers tends to be more unpremeditated. Therefore, we could expect that the different neural mechanisms underlie these two types of helping behavior.

Previous neuroimaging findings on helping behavior indeed demonstrated distinct behavioral and neural correlates of friend- and stranger-helping. For example, Saulin et al. (2019) showed that daily friend-helping behavior and daily stranger-helping behavior did not correlate with each other. Importantly, friend-helping negatively correlated with resting-state activity in the delta frequency band in the right dorsolateral prefrontal cortex (rDLPFC), whereas strangers-helping positively correlated with resting-state activity in the beta2 frequency band at the dorsomedial prefrontal cortex (DMPFC). Here, we implemented the ‘neural trait approach’ to study EEG correlates of helping behavior in real life and in laboratory settings.

**Methods.** We focused on a sensor-level analysis of resting-state EEG using long-range temporal correlations approach (LRTCs, Linkenkaer-Hansen et al., 2001). We investigated a correlation of prefrontal LRTCs with real-life and laboratory helping behavior. Based on the previous study (Saulin et al., 2019) we hypothesized that, at the DMPFC, resting-state LRTCs in the beta2 frequency

---

<sup>1</sup> This study used the HSE Synchronous Eye-tracking, Brain Signal Recording and Non-Invasive Brain Stimulation System. The abstract was prepared within the framework of the HSE University Basic Research Program and funded by the Russian Academic Excellence Project '5-100'.

band will predict the level of helping strangers. We used an experimental sampling method (Saulin et al., 2019) to estimate the frequency of costly helping behavior in real life during 2 weeks. The daily survey was programmed using the Qualtrics survey software («Qualtrics», 2005). Additionally, helping behavior was measured using a modified dictator game (for the same approach, see Harbaugh et al., 2007), where participants decided whether to donate money to charity. Importantly, each transfer influenced participant’s own accounts and charity account at the same time.

To date, we have invited 17 participants with prerecorded EEG data: five minutes of a resting state with eyes open. EEG was recorded using 64-electrodes cap (band pass 0.2-100 Hz, sample rate 1000Hz). LRTCs of beta2 [20-25 Hz] oscillations were calculated with detrended fluctuation analysis (Kantelhardt et al., 2001). To study LRTCs at the DMPFC’s sensors, we used a forward modelling approach and restricted our analysis to F2, FC2, F1, FC1, AF4 and AF3 electrodes. Then we estimated the correlation between the mean frequency of stranger-helping in real-life, mean frequency of donations in the dictator game and LRTCs.

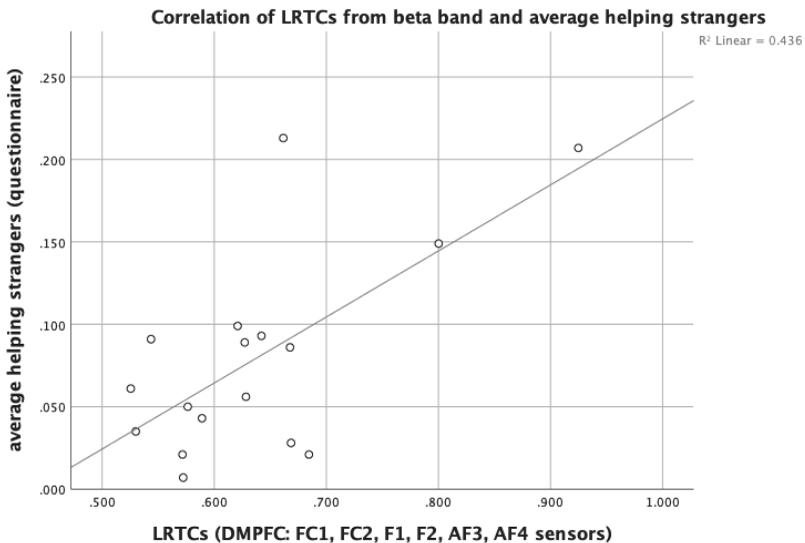


Fig. 1. Scatter plot for prefrontal LRTCs and mean stranger-helping to in daily life

**Results.** Fig. 1 illustrates the statistically significant correlations between LRTCs and stranger-helping in real life (averaged for DMPFC sensors:  $r = 0.660$ ,

$p = 0.004$ ). However, we found no significant correlation between prefrontal LRTCs and helping behavior in laboratory settings ( $r = 0.303$ ,  $p = 0.236$ ).

**Conclusion.** Our preliminary results suggest that resting-state prefrontal LRTCs in beta2 band positively correlate with stranger-helping in real-life, but not in laboratory settings.

### *References*

1. Amato P.R. 1990. Personality and social network involvement as predictors of helping behavior in everyday life. *Social Psychology Quarterly* 53, 31–43.
2. Eisenberg N., Mussen P.H. 1998. Biology and prosocial behavior. *The Roots of Prosocial Behavior in Children*, 35–41. doi:10.1017/cbo9780511571121.004.
3. Harbaugh W.T., Mayr U., Burghart D.R. 2007. Neural Responses to Taxation and Voluntary Giving Reveal Motives for Charitable Donations. *Science* 316(5831), 1622–1625.
4. Kantelhardt J.W., Koscielny-Bunde E., Rego H.H., Havlin S., Bunde A. 2001. Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Phys A* 295, 441–454.
5. Linkenkaer-Hansen K., Nikouline V.V., Palva J.M., Ilmoniemi R.J. 2001. Long-range temporal correlations and scaling behavior in human brain oscillations. *J Neurosci.* 21(4), 1370–1337.
6. Saulin A., Baumgartner T., Gianotti L., Hofmann W., Knoch D. 2019. Frequency of helping friends and helping strangers is explained by different neural signatures. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 19(1), 177–186.

## **Особенности когнитивной сферы пациентов, страдающих псориазом**

*И.А. Скуртач*

*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия  
limporo-is@yandex.ru*

*Ключевые слова: когнитивные установки, копинг-стратегии, псориаз.*

Существует устойчивое представление о том, что мы воспринимаем окружающую действительность сквозь призму когнитивных схем. Они модулируют нашу перцептивную деятельность и реорганизуются под ее влиянием (Найсер У., 1981, Ружинских А. Г., 2015, Rieder E., Tausk F., 2012). Известно, что заболевание может оказывать психотравмирующий эффект на различные уровни индивидуально-личностной системы: биохимический, психофизиологический, эмоциональный, когнитивный, поведенческий,

микро- и макросоциальный. Особый интерес представляют изменения, которые происходят на социально-когнитивном уровне, которые могут быть рассмотрены как следствие дисфункциональных когнитивных убеждений, содержащих глубинные представления личности о собственном Я и окружающем мире (Падун М., Котельникова А., 2018, Миннибаев Т. Ш. и др., 2015).

Псориаз является психосоматическим расстройством. Давая определение данной группе болезненных состояний А.Б. Смулевич подчеркивает, что в основе их формирования лежит влияние психогенных факторов на развитие соматической патологии с акцентом на реактивности такого вида психических расстройств (Смулевич А.Б., 2016). В 52,5 % случаев обострение псориаза наблюдается после нервного перенапряжения, острых нервно-психических потрясений и отрицательных эмоций. По данным зарубежных авторов, у 80 % больных, столкнувшихся со стрессовыми событиями, болезнь обостряется в течение 4-х недель после этих событий. Общественные проблемы, нравственные потрясения, конфликты на службе, несчастные случаи или смерть близких могут стать пусковым механизмом в возникновении заболевания (Николаевская А.О., Алехина Е.А., 2018). В этой связи особый интерес представляет вопрос о том, как имплицитные, глобальные, устойчивые представления индивида о мире и о себе связаны со стратегиями совладающего поведения, во многом обуславливающими эффективность социально-психологической адаптации.

Целью настоящего исследования стало изучение особенностей когнитивной сферы пациентов, страдающих псориазом. Объектом исследования стали пациенты, страдающие псориазом, а также реконвалесценты, имеющие в анамнезе дерматологические заболевания. В исследовании приняли участие 126 человек, 67 женщин, 59 мужчин, в возрасте от 17 до 71 года. В состав экспериментальной группы вошли пациенты с диагнозом псориаз (L40). Контрольную группу составили реконвалесценты, имеющие в анамнезе различного рода дерматиты (по МКБ-10 L20-L30). Предметом исследования стали уровень дисфункциональных убеждений и преобладающие копинг-стратегии.

Гипотезы исследования:

1. Имеют место различия в характеристиках уровня выраженности дисфункциональных убеждений и уровне использования копинг-стратегий у больных псориазом в отличие от реконвалесцентов.

2. Имеет место связь между уровнем выраженности дисфункциональных убеждений и уровнем использования копинг-стратегий у больных псориазом.

В качестве методов психологического тестирования задействованы методики: «Шкала дисфункциональных отношений А. Бека-А. Вейсман»;

«Индикатор копинг-стратегий Амирхана». В качестве методов статистической обработки данных были применены статистический критерий U-критерий Манна – Уитни для оценки различий между двумя независимыми выборками и корреляционный анализ по Спирмену.

В ходе анализа данных эмпирического исследования с применением перечисленных ранее методик на базе ГБУ РО «Кожно-венерологический диспансер» были получены данные, свидетельствующие о наличии достоверных различий ( $p \leq 0.05$ ) выраженности дисфункциональных убеждений у больных псориазом в отличие от реконвалесцентов в сторону увеличения показателей в экспериментальной группе. Анализ среднегрупповых показателей уровня использования копинг-стратегий, показал, что реконвалесценты, в отличие от больных псориазом, имеют достоверно ( $p \leq 0.05$ ) более высокие уровни использования стратегий разрешение проблем и поиск социальной поддержки. Показатели уровня использования копинг-стратегии избегание проблем не имеют значимых различий. Что позволяет сделать вывод о том, что больные псориазом более склонны к использованию неадаптивных стратегий.

На основе проведенного корреляционного анализа по Спирмену, было выявлено, что: достоверно когнитивные искажения имеют связь со стратегией поиска социальной поддержки, при этом связь носит отрицательное значение ( $r = -0,58$ ;  $p \leq 0.05$ ). Остальные формы копинга не обнаружили достоверной связи с когнитивными установками.

Данное заболевание рецидивируя приводят к ухудшению психологического состояния, при этом каждый новый эпизод болезни переживается большим тяжелее в связи с истощением психологических и физических ресурсов, все это негативно сказывается на картине мира пациента, порождая и закрепляя когнитивные искажения, которые создают представление о невозможности построения доверительных отношений с окружающими, пациент сам стигматизирует себя, предполагая, что другие могут испытывать к нему лишь отвращение и брезгливость. Поэтому чем сильнее выражены дисфункциональные установки, тем реже испытуемый будет прибегать к адаптивным формам копинга, тем самым замыкая парочный круг социального дистанцирования и дезадаптации.

Для пациентов с псориазом очень важной для предотвращения рецидивов заболевания, в связи с его психогенностью, является коррекция дисфункциональных убеждений индивида, связанных с представлениями о собственной незащищенности, самообвинениями, сниженной самооценкой, негативным взглядом на будущее, потерей духовных ценностей. Психотерапия может привести к позитивным изменениям образа Я, переключению на адаптивные копинг-стратегии, а как следствие и к снижению проявлений данного расстройства.

### *Список литературы*

1. Миннибаев, Т.Ш., Сараджева, О.П., Должанская, Н.А., & Ямщикова, Н.Л. 2018. Фрустрационные реакции и копинг-механизмы поведения у больных псориазом: внутренняя картина болезни. Университетская наука: взгляд в будущее, (4), 162.
2. Найсер У. 1981. Познание и реальность; смысл и принципы когнитивной психологии. Прогресс. 230 с.
3. Николаевская А.О., Алехина Е.А. 2018. Личностные особенности и качество жизни больных, страдающих псориазом, с различной длительностью заболевания. Сибирский психологический журнал. № 69. С. 100-112
4. Падун М., Котельникова А. 2018. Психическая травма и картина мира. Теория, эмпирия, практика. Litres.
5. Ружинских А.Г. 2015. Клинико-психологические особенности внутренней картины болезни у больных псориазом и псориатическим артритом. Неврологический вестник. Журнал им. ВМ Бехтерева. Т. 47. №. 4. С. 34-39.
6. Смулевич А.Б. 2016. Психосоматические расстройства в клинической практике. М. 776 с.
7. Rieder E., Tausk F. 2012. Psoriasis, a model of dermatologic psychosomatic disease: psychiatric implications and treatments. International journal of dermatology. Т. 51. №. 1. С. 12-26.

### **Частота встречаемости вариантов анозогнозии в остром периоде полушарного ишемического инсульта**

*В.Н. Григорьева, Т.А. Сорокина*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский  
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Нижний Новгород, Россия  
Tsorokina2016@mail.ru*

*Ключевые слова: нарушение осознания, анозогнозия, неглект, ишемический инсульт.*

Термином «анозогнозия» в неврологии обозначают обусловленное поражением головного мозга нарушение осознания больным своего заболевания и его последствий, проявляющееся в недооценке больным своего дефицита в двигательной, чувствительной, перцепционной, аффективной или когнитивной сферах и патологической переоценке пострадавших из-за болезни функциональных возможностей [1]. Анозогнозия может возникать при психической, нейродегенеративной и при очаговой (травма, опухоли, инсульт) патологии головного мозга. В последнем случае она может иметь

обратимый характер, что определяет особую важность ее своевременной диагностики и коррекции, поскольку длительное снижение осознания болезни сопряжено со снижением мотивации больного к выздоровлению и ухудшением результатов медицинской реабилитации [2, 3]. Для количественной оценки степени выраженности анозогнозии используют специальные диагностические методики, основанные на несколько различающихся подходах. Разноплановость методов диагностики анозогнозии частично объясняет вариабельность приводимых разными авторами показателей ее распространенности при острых нарушениях мозгового кровообращения. Между тем, осведомленность врачей о частоте встречаемости разных вариантов анозогнозии в остром периоде важна для ее своевременной диагностики и соответствующей коррекции реабилитационных воздействий.

Наиболее перспективный подход к измерению выраженности анозогнозии предполагает сравнение объективного результата выполнения конкретного действия больным либо с его собственной оценкой успешности своих усилий, либо с его исходным предсказанием соответствующего результата. В соответствии с такого рода подходом была разработана стандартизированная методика диагностики нарушений самооценки человеком своих физических и ментальных возможностей, основанная на сопоставлении прогнозируемых и реальных результатов выполнения простых заданий, приближенных к требованиям повседневной жизни [4]. Она включает четыре субшкалы, первые две из которых предназначены для субъективной и объективной оценки возможности выполнения физических действий, а третья и четвертая – для субъективной и объективной оценки возможности выполнения умственных действий. Разницы сумм баллов, набранных испытуемым по субшкалам субъективной и объективной оценок, составили шкалу нарушений самооценки двигательных возможностей (НСДВ). Аналогичным образом, основу шкалы нарушений самооценки когнитивных возможностей (НСКВ) составляла разница сумм баллов, набранных по субшкалам субъективной и объективной оценок выполнения умственных действий. В качестве критерия патологической переоценки испытуемым своих физических или когнитивных возможностей (анозогнозии двигательной или когнитивной дисфункции) принимается балл, который на соответствующей стандартной шкале НСДВ или НСКВ превышает среднее нормативное значение более чем на два  $Z$  балла. Все субшкалы имели по данным Раш анализа хорошие метрические свойства, что позволило определять разницу их суммарных баллов и на этой основе создать две стандартизированные шкалы для измерения нарушений самооценки двигательных и когнитивных возможностей реабилитации [4].

Использование стандартизированных шкал НСДВ и НСКВ впервые позволило изучить особенности самооценки повседневных возможностей

отдельно в когнитивной и отдельно – в двигательной сфере, провести сравнение выраженности анозогнозии в этих сферах у каждого конкретного пациента и получить данные о структуре анозогнозии и сопряженности ее разных вариантов с другими когнитивными расстройствами у больных в остром периоде ишемического инсульта.

Впервые было продемонстрировано, что анозогнозия двигательной дисфункции у больных с острым полушарным ишемическим инсультом всегда сочетается с анозогнозией когнитивной дисфункции. Анозогнозия только когнитивной дисфункции встречается у 18 %, а сочетанная анозогнозия когнитивной и двигательной дисфункции – у 14 % больных в остром периоде полушарного ишемического инсульта. Тот факт, что анозогнозия когнитивной дисфункции (изолированная либо сочетающаяся с анозогнозией двигательной дисфункции) наблюдается в два раза чаще, чем анозогнозия двигательной дисфункции (32 и 14 %, соответственно), в научной литературе не описан и был установлен нами впервые. Действительно, другими исследователями изучалась частота анозогнозии либо только двигательных расстройств, либо лишь регуляторной дисфункции [5], однако нарушения самооценки возможностей и в когнитивной сфере, и в двигательной сфере у одних и тех же пациентов не изучались.

#### *Список литературы*

1. Byrd E.M, Jablonski R.J, Vance D.E. 2020. Understanding Anosognosia for Hemiplegia After Stroke. Rehabil Nurs. 45(1): 3-15.
2. Bartolomeo P., de Vito S., Seidel Malkinson T. 2017. Space-related confabulations after right hemisphere damage. Cortex. 87:166-173.
3. Aparicio-Lopez C., Rodriguez-Rajo P., Sanchez-Carrion R., Ensenat A., Garcia-Molina A. 2019. Rehabilitation of anosognosia in patients with unilateral visuospatial neglect. Rev Neurol. 69(5):190-198.
4. Григорьева В.Н., Сорокина Т.А., Демарева В.А. 2014. Методика оценки нарушений осознания двигательных и когнитивных возможностей у больных с поражением головного мозга. Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 3: 371-381.
5. Starkstein, S.E., Jorge R.E., Robinson R.G. 2010. The frequency, clinical correlates, and mechanism of anosognosia after stroke. 55 (6): 355-361.

# Nature and Nurture in Hierarchical Social Categorization<sup>1</sup>

Y. Shkurko

Ulyanovsk State University, Russia

yulishkurko@gmail.com

Keywords: *hierarchical social categorization, dominance social hierarchy, social dominance perception, social cognition, cognitive mechanisms, social inequality, cross-cultural differences, individualism, collectivism, culturally universal neurobiological mechanisms, evolution, gene-culture coevolution.*

Recently, there has been a convergence of the methodologies of natural science and the humanities, which was largely initiated by the cultural revolution in cognitive science. Here, the functional and structural plasticity of the human brain in the course of culturally based cognitive development as well as the variability of human cognitive abilities depending on shared cultural values and social norms were revealed. In doing so, cultural and social neuroscience researchers broadly use Hofstede's model of cultural differences (Hofstede 2001), especially with regard to dimensions such as individualism and collectivism, which generally belong to Western and Eastern societies, respectively.

To date, differences between the representatives of individualistic and collectivist cultures have been identified in social cognition and perception, emotion, etc., and the neural substrates and alleles of genes that are associated with them. This will be discussed in further detail below.

Social dominance hierarchy is one of the issues that allowed researchers to reveal cultural differences. It is considered ubiquitous in the animal kingdom and at the same time as one of the basic elements of unique human sociality, which contributed to the survival of our ancestors through the coordination of activities in large social units and today it is attributive to all societies.

As a result, we now have data on both cultural and biological (neural, genetic, etc.) traits associated with social hierarchy. At the same time, the question of the share of different factors in the production and maintenance of social inequality in modern society remains unclear. In other words, to what extent is the configuration of current hierarchical social relations a consequence of biological factors? Furthermore, what is determined by the cultural values and social norms mastered in the process of social interactions? Finally, what are the mechanisms of their influence?

Apart from the fact that these questions are of academic interest, they also have practical significance. Regardless of the answers, they potentially help to

---

<sup>1</sup> The reported research was funded by Russian Foundation for Basic Research and the government of Ulyanovsk region of the Russian Federation, grant № 18-411-730014 p-a.

better understand how to control stereotypical perceptions, ethnocentrism, racism, sexism, and other forms of social discrimination, thus reducing social inequality and injustice.

How can one reveal the share of various factors in maintaining hierarchical social relations? One of the ways is to compare representatives of different cultures—grouped by values of collectivism and individualism and/or others—in their recognition of nonverbal characters such as emotions, facial expressions, and postures that are associated with high or low social status.

The development of the nonverbal communication system which relies on emotions is regarded as a key factor in the evolutionary success of hominids; notably, emotionality allowed for the creation and maintenance of social relations, building on «strong» social ties (Turner 2014). Emotions are also treated as traits which promote the success of navigation in the social hierarchy system. Different types of emotions and the associated facial expressions and poses were assigned to dominant and subdominant social positions in the process of evolution (TenHouten 2017). Therefore, the cultural universality and specificity of neural activity associated with recognizing/attributing social rank to subject and object (hierarchical social categorization) allows us to come closer to answering the question about the mechanisms of influence and share of biological and cultural factors in maintaining social dominance hierarchies in contemporary society.

In the research under systematic review, the people from collectivist and individualistic cultures—according to the model of G. Hofstede—were the target group, and social dominance hierarchy perception was the study topic. In addition, works which elaborated certain aspects of social inequality (specifically, gender) from an evolutionary perspective, and systemized experimental data were taken into account. The study allowed us to suggest some regularities.

First, there are culturally universal biological mechanisms that regulate cognition and behavior associated with hierarchical social relationships (Watanabe 2019; Qu et al. 2017). Moreover, the same mechanisms are probably involved in the adaptation to dominance hierarchy in all animals (Bacqué-Cazenave et al. 2020; Qu et al. 2017). Therefore, the determination of human-specific traits of neuromodulation and neural activity promotes the understanding of features and experiences that made humans what they are. Furthermore, if such specific biological traits are absent (to date, no fundamental differences have been found), this provides additional arguments in favor of the theory of cognitive gadgets (Heyes 2018). This theory states the significant role of social and cultural learning in the formation of human-specific cognitive mechanisms and their transmission to subsequent generations. In this case, all those special (and almost is not present in other animals) social constructions based on cooperation (technology, science, religion, art, trade, etc.) should be explained by the processes of epigenetic inheritance in certain cultural contexts.

Second, studies have shown that culture possesses the formation potential to the considered aspect of human behavior and this effect results (how it happens is studied less) in the structure and functioning of the human brain. Therefore, there are differences between representatives of individualistic and collectivist cultures in the perception of nonverbal hierarchical communicative signals. Moreover, the same areas of the brain—right caudate nucleus and medial prefrontal cortex—in collectivist and individualistic cultures are «responsible» for recognizing and responding to subdominant and dominant nonverbal cues of social domination, respectively (Freeman et al. 2009). The same observation is confirmed by research related to the value of dominant social positions in different cultures; in collectivist cultures, they are attributed less social value (Charafeddine et al. 2019). The cited authors studied Japan (collectivist culture) along with the United States and France (individualistic cultures). In addition, persistent genetic differences were revealed between these cultures in the allelic frequency of the serotonin transporter polymorphism (5-HTTLPR). The prevalence of the short alleles in the population is associated with preference for hierarchical social relations over egalitarianism, and less emotional sensitivity to social inequality. Such alleles and social values are dominant in collectivist cultures (Chiao et al. 2010).

Third, regardless of culture, it is important that the human brain is structured for life in an environment with hierarchical relationships (Qu et al. 2017; Chiao 2010). It has been demonstrated that social categorization by gender, social status, and the categories of «us-them» are realized automatically in the human brain in a few milliseconds (Sapolsky 2019; Kurzban et al. 2011). These data are correlated with the observation that people more easily and quickly carry out hierarchical social categorization in comparison with a linear method, and it has been concluded that people prefer hierarchical social relations (Zitek & Tiedens 2012).

Finally, there are gender differences within cultures in brain activity associated with perceptions of dominance (Ligneul et al. 2017), which is probably determined by the evolved predisposition of men toward social dominance (Hopcroft 2016). The data available on this topic can be interpreted in two ways. On the one hand, we can suggest the existence of culturally universal neurobiological mechanisms such as oxytocin and the close bond between mother and infant, testosterone, aggression, and the orientation of men toward dominant status, and others. On the other, taking into account different levels of gender inequality in countries, we can now propose significant sociocultural pressure on these particular mechanisms.

Thus, the brain structure—associated with nonlinear thinking—supports the existence of hierarchical social categorization, and it most likely evolved in the process of gene-cultural development. However, of no less importance (probably more), are cognitive mechanisms including specific ways of social perception, thinking, and learning that are formed in the process of social interactions in specific cultural contexts. Modern people use these cognitive gadgets to prescribe

different values and meanings to hierarchical relationships that ultimately determine their behavior.

### *References*

1. Bacqué-Cazenave J., Bharatiya R., Barrière G., Delbecque J.-P., Bouguiyou N., Di Giovanni, G.D., De Deurwaerdère P.D. 2020. Serotonin in animal cognition and behavior. *International Journal of Molecular Sciences* 21(5), 1649.
2. Charafeddine R., Mercier H., Yamada T., Matsui T., Sudo M., Germain P., Bernard S., Castelain T., & Van der Henst J.-B. 2019. Cross-cultural differences in the valuing of dominance by young children. *Journal of Cognition and Culture* 19(3-4), 256–272.
3. Chiao J.Y. 2010. Neural basis of social status hierarchy across species. *Current Opinion in Neurobiology* 20, 803–809.
4. Chiao J.Y., Blizinsky K.D. 2010. Culture-gene coevolution of individualism-collectivism and the serotonin transporter gene (5-HTTLPR). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277, 529-537.
5. Freeman J.B., Rule N.O., Adams R.B., Ambady N. 2009. Culture shapes a mesolimbic response to signals of dominance and subordination that associates with behavior. *Neuroimage* 47, 353-359.
6. Heyes C. 2018. *Cognitive Gadgets. The Cultural Evolution of Thinking*. The Belknap Press of Harvard University Press.
7. Hofstede G. 2001. *Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations* Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
8. Hopcroft R. 2016. *Evolution and Gender: Why it matters for contemporary life*. New York: Routledge.
9. Kurzban R., Tooby J., and Cosmides L. 2001. Can race be erased? Coalitional computation and social categorization. *PNAS* 98(26), 15387–15392.
10. Ligneul R., Girard R, Dreher J.-C. 2017. Social brains and divides: the interplay between social dominance orientation and the neural sensitivity to hierarchical ranks. *Scientific Reports* 7, 45920.
11. Qu C., Ligneul R., Van der Henst J.-B., Dreher J.-C. 2017. An Integrative interdisciplinary perspective on social dominance hierarchies. *Trends in Cognitive Sciences* 21(11), 893-908.
12. Sapolsky R. 2019. This is your brain on nationalism: The biology of us and them. *Foreign Affairs* 98(2), 42–47.
13. TenHouten W. 2017. From primary emotions to the spectrum of affect: an evolutionary neurosociology of the emotions. In: Ibáñez A., Sedeño L., García A. (eds.) *Neuroscience and social science: The missing link*. New York: Springer, 141-167.
14. Turner J.H. 2014. *The Evolution of Human Emotions*. In: Stets J.E., Turner J.H. (eds.) *Handbook of the Sociology of Emotions*. Vol. II. *Handbooks of Sociology and Social Research*. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 11-31.
15. Watanabe N. and Yamamoto M. 2015. Neural mechanisms of social dominance. *Frontiers in Neuroscience* 9, 154.
16. Zitek E.M. and Tiedens L.Z. 2012. The fluency of social hierarchy: the ease with which hierarchical relationships are seen, remembered, learned, and liked. *Journal of Personality and Social Psychology* 102(1), 98–115.

## **Комплекс показателей этапного контроля функционального состояния девочек 11-12 лет в процессе обучения в школе<sup>1</sup>**

*Г.А. Зайцева<sup>1</sup>, И.И. Криволапчук<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва*

*<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва, Россия  
zaytseva-ga@bk.ru; i.krivolapchuk@mail.ru*

*Ключевые слова: функциональное состояние, факторы, этапное управление, алгоритм, физическая подготовка.*

Вопросы контроля функционального состояния (ФС) школьников в условиях направленного применения средств физического воспитания в период полового созревания остаются открытыми (Чернова и др. 2018, Баранцев и др. 2018). Существует недостаток информации о валидности различных показателей, используемых в качестве средств контроля в ходе этапного управления ФС в процессе обучения (Платонов 2005, Zарогоzhanov 2012, Чернова и др. 2018).

Цель исследования – обосновать комплекс тестов и показателей этапного контроля ФС девочек–подростков 11-12 лет в современных условиях обучения.

В исследовании приняли участие девочки 11-12 лет ( $n = 132$ ), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

Вариационный анализ сердечного ритма использовали для определения частоты пульса (ЧП), средней продолжительности R-R интервала (RRNN), моды ( $M_0$ ), амплитуды моды ( $AM_0$ ), вариационного размаха кардиоинтервалов ( $MxDM_n$ ), среднеквадратического отклонения (SDNN), стресс-индекса (SI). С помощью стандартного сфигмоманометра измеряли систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление крови. Рассчитывали среднее давление (САД), вегетативный индекс Кердо (ВИК), двойное произведение (ДП), индекс Мызникова (ИМ).

Для оценки работоспособности использовали: максимальное потребление кислорода (МПК); величину мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170); ватт-пульс (ВтП); индекс интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД); максимальную силу (МС); предельное время работы ( $t_1$ ,  $t_2$ ) большой (2 Вт/кг) и субмаксимальной (4 Вт/кг) мощности. Рассчи-

---

<sup>1</sup> Работа поддержана РФФИ (грант № 18-013-00649а).

тывали значения мощности нагрузок, время выполнения которых составляло 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240), 900 с (W900), коэффициенты (b) и (a) уравнения Мюллера. Батарея тестов двигательной подготовленности включала: бег 6 мин; прыжок в длину; челночный бег 3x9 м; бег 20 м; поднимание туловища из положения «лежа на спине»; наклон вперед, общую оценку физической подготовленности (ОФП). Определяли: количество заболеваний (КЗ); количество дней болезни (КДБ); показатель продолжительности заболевания (ПЗ).

Обследование осуществлялось в состоянии покоя и при двух тестовых умственных нагрузках: 1) автотемп; 2) максимальный темп. Определяли показатели скорости (количество просмотренных знаков – А) и точности работы (количество ошибок, ошибок на дифференцировку, коэффициент продуктивности – Q). Для оценки психологических аспектов ФС использовали шкалы теста САН. Оценивали эффективность деятельности: Q/ЧСС, А/ЧСС, А/СИ, Q/СИ, Q/ДП, А/ДП (Криволапчук и Чернова 2020).

Факторная структура ФС девочек 11-12 лет включает шесть независимых факторов: симпатическая и парасимпатическая регуляция физиологических функций; физическая работоспособность и двигательная подготовленность; гемодинамическое обеспечение деятельности; эффективность деятельности и эмоциональное состояние; неспецифическая устойчивость. Для выявления валидных параметров этапного контроля ФС был организован также опрос специалистов соответствующего профиля.

На этой основе сформирован комплекс тестов, позволяющий проводить этапный контроль ФС. К показателям этапного контроля ФС были отнесены: по факторам вегетативной регуляции – ЧСС, МхDMn и СИ, зарегистрированные в состоянии относительного покоя; по фактору работоспособности – большинство из используемых показателей аэробных и анаэробных возможностей организма, выносливости и скоростно-силовой подготовленности. Для контроля работоспособности целесообразно использовать тесты на удержание «до отказа» нагрузок 2 и 4 Вт/кг, PWC<sub>170</sub>, ИНПД<sub>2Вт/кг</sub>, W<sub>240</sub>. Для оценки двигательной подготовленности – бег 6 мин, поднимание туловища, бег 20 м, челночный бег, прыжок, наклон, ОФП; по фактору гемодинамическое обеспечение деятельности – величины СД, ДД, САД в состоянии покоя; по фактору эффективности когнитивной деятельности – А и Q при работе с комфортной скоростью; по фактору неспецифическая устойчивость организма – число дней болезни и количество острых заболеваний. Апробация сформированного комплекса в процессе этапного контроля ФС показала его эффективность.

Апробация сформированного комплекса показателей этапного контроля ФС проводилась на основе анализа зависимости между приростами результатов выполнения тестов и частными объемами нагрузок разной направленности и интенсивности. После завершения этапа физической

подготовки достигнутый функциональный эффект сравнивался с запланированным. Для этого частные объемы применяемых физических нагрузок и их метаболическая направленность сопоставлялись с параметрами кумулятивного функционального эффекта занятий по физическому воспитанию. Было установлено, что улучшение ФС девочек-подростков в процессе обучения, во многом, связано с величиной частного объема аэробных нагрузок средней (50-60 % максимального пульсового резерва – МПР) и, особенно, высокой интенсивности (70-80 % МПР).

На основе полученных данных и результатов, представленных в других работах, предложен алгоритм этапного управления ФС девочек-подростков в процессе обучения, включающий: сбор информации о долговременных изменениях показателей вегетативной регуляции физиологических функций, физической работоспособности и двигательной подготовленности, гемодинамического обеспечения и эффективности когнитивной деятельности, эмоционального состояния, неспецифической устойчивости организма, с одной стороны, и условиях обучения, с другой; анализ зависимости между приростами результатов выполнения тестов и частными объемами нагрузок разной направленности и интенсивности, обобщение полученной информации; анализ взаимодействия срочных, отставленных и кумулятивных функциональных эффектов применяемых нагрузок с учетом индивидуально-типологических особенностей школьниц; принятие решений о внесении изменений в стратегию и тактику физической подготовки в ходе этапного управления ФС школьниц, уточнение документов планирования (планов уроков, поурочного плана на четверть, годового плана-графика); реализация скорректированных программ и планов физической подготовки, контроль ФС школьниц; этапное управление ходом реализации программ и планов, внесение необходимых изменений в годовой план-график, четвертной поурочный план, конспекты уроков, уточнение их содержания, контроль изменений разных аспектов ФС, осуществление корректирующих воздействий.

**Заключение.** На основе анализа данных о факторной и логической информативности обоснован комплекс тестов и показателей, пригодный для этапного контроля функционального состояния девочек-подростков 11-12 лет.

#### *Список литературы*

1. Чернова М.Б. Баранцев С.А., Герасимов М.М., Савушкина Е.В., Мышьяков В.В. 2018. Комплекс показателей педагогического контроля функционального состояния школьников 11-12 лет. Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта», 7 (161), 272–276.

2. Баранцев С.А., Чернова М.Б., Герасимов М.М., Мышьяков В.В., Савушкина Е.В. 2019. Комплекс показателей педагогического контроля функционального состояния подростков 13-14 лет. Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта», 8, 27-34.

3. Платонов В.Н. 2005. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: Общая теория и ее практическое приложения. М.: Советский спорт, 820.

4. Zaporozhanov VA, Borachinski T. 2012. Empiric reliability of diagnostic and prognostic assessments of physical condition of children, practicing spors // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports, 2012, 11, 38-42.

5. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. 2020. Функциональное состояние детей старшего дошкольного возраста и первоклассников при выполнении информационной нагрузки различной степени напряженности. Экология человека, 3, 31-40.

## **Физическая работоспособность подростков 13-15 лет с различными стадиями полового созревания<sup>1</sup>**

*Д.А. Раевский<sup>1</sup>, Г.А. Зайцева<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Государственный университет управления», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет*

*«МИСиС», Москва, Россия*

*da-ray@mail.ru; zaytseva-ga@bk.ru*

*Ключевые слова: физическая работоспособность, аэробные и анаэробные возможности, половое созревание, мальчики.*

Результаты исследований, проводимых в России и за рубежом свидетельствуют, что вопросы, связанные с регламентацией физических нагрузок различной направленности, обеспечивающих необходимый оздоровительный эффект и повышение работоспособности у подростков, отличающихся по стадиям полового созревания, являются до настоящего времени недостаточно изученными (Сонькин и Тамбовцева 2011, Armstrong et al. 2015, Криволапчук и Мышьяков 2017, Piercy et al. 2018 др.). Отсутствуют количественные критерии оценки физической работоспособности мальчиков и девочек, характеризующихся различными стадиями полового созревания во всем доступном диапазоне нагрузок.

Цель исследования – выявить особенности аэробной и анаэробной работоспособности подростков 13-15 лет с различными стадиями полового созревания.

---

<sup>1</sup> Работа поддержана РФФИ (грант № 20-013-00111).

**Методика.** В исследовании участвовали подростки 13-15 лет ( $n = 168$ ), отнесенные к основной медицинской группе для занятий физическими упражнениями. Определяли 5 стадий полового созревания (СПС) (Колесов и Сельверова 1978). Для оценки работоспособности определяли показатель мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин (PWC170), индекс гарвардского степ-теста (ИГСТ), интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД), максимальное потребление кислорода (МПК), максимальную анаэробную мощность (МAM) по тесту Маргариа, тест Купера. С помощью уравнения Мюллера, определяли показатели мощности нагрузки, которую можно удержать в течение 1 (W1), 40 (W40), 240 (W240) и 900 (W900) с, интегральную работоспособность (Lns), коэффициенты «b» и «a», отражающие аэробную емкость и соотношение производительности аэробного и анаэробного гликолитического источников. Максимальную силу (МС) разгибателей спины определяли по традиционной методике. Измеряли длину и массу тела, окружность грудной клетки (ОГК), жизненную ёмкость легких (ЖЕЛ).

**Результаты.** Оценка влияния стадий полового созревания на изменения показателей физического развития показала, что наибольшее увеличение длины тела наблюдалась на III–IV СПС, массы тела – на IV-V СПС, ОГК и ЖЕЛ – III–IV СПС.

Полученные результаты показывают, что в период полового созревания происходят гетерохронные изменения различных показателей физической работоспособности. Показатели, характеризующие алактатную анаэробную работоспособность – W1, МAM и МС – существенно увеличивались по мере перехода от I к V СПС. Наиболее высокие приросты их значений наблюдались на IV и V СПС.

Показатели гликолитической анаэробной работоспособности – W40, ИГСТ, ИНПД, W240 – значимо возрастали в процессе полового созревания. Наиболее существенное увеличение этих показателей также происходило на IV и V СПС. Материалы исследования показывают, что у мальчиков показатели алактатной анаэробной и гликолитической анаэробной работоспособности по мере полового созревания увеличиваются, причем это увеличение происходит неодновременно, отражая динамику развития ферментативных систем, структурных компонентов скелетной мускулатуры и изменения композиции мышц (Сонькин и Тамбовцева 2011, Тамбовцева 2014).

Одни показатели аэробной работоспособности с увеличением СПС либо не изменялись, либо проявляли тенденцию к снижению, а другие, наоборот, возрастали. К первым относятся МПК, W900, коэффициент «b» уравнения Мюллера, ко вторым – PWC170 и результат теста Купера. Последняя группа показателей характеризуется преимущественно аэробным энергообеспечением на фоне значительной доли анаэробного гликолиза. Поэтому увеличение этих показателей по мере полового созревания может

быть связано с расширением анаэробных гликолитических возможностей организма. Аналогичным образом изменялась и Lns. Установлено, что в целом аэробная работоспособность мало изменяется по мере перехода от одной СПС – к другой.

Установлено, что мальчики 13-15 лет с разными стадиями полового созревания различаются по уровню развития анаэробных возможностей организма. В целом с увеличением стадии полового созревания наблюдается существенный прирост рассматриваемых показателей анаэробной алактатной и анаэробной гликолитической производительности организма. Наиболее выраженные различия наблюдались между мальчиками, находящимися на первой и пятой стадиях полового созревания.

Полученные результаты показывают, что мальчики 13-15 лет с разными стадиями полового созревания мало различаются по уровню аэробной производительности организма. Вместе с тем с увеличением стадии полового созревания наблюдается существенный прирост показателей работоспособности, характеризующихся смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением. Увеличение работоспособности подростков при выполнении физических упражнений смешанного аэробно-анаэробного характера по мере полового созревания происходит, главным образом, за счет нарастания относительного вклада анаэробной энергопродукции и уменьшения относительной доли аэробного процесса. Эти данные согласуются со сложившимися представлениями о слабой зависимости аэробного энергообеспечения мышц от гормональных изменений, наблюдаемых в период полового созревания у мальчиков (Криволапчук 2011, Сонькин и Тамбовцева 2011, Armstrong et al. 2015).

Можно полагать, что расширение функциональных возможностей подростков по мере полового созревания происходит преимущественно за счет увеличения анаэробной производительности организма.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о гетерохронном изменении аэробной, гликолитической анаэробной и алактатной анаэробной работоспособности подростков 13-15 лет в ходе полового созревания. Важно отметить, что процессы полового созревания оказывают выраженное влияние на повышение анаэробной работоспособности, тогда как развитие аэробной работоспособности, по-видимому, мало от них зависит. Можно полагать, что расширение функциональных возможностей подростков по мере полового созревания происходит преимущественно за счет увеличения анаэробной производительности организма.

#### *Список литературы*

1. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. 2011. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 368 с.

2. Armstrong N., Barker A.R., McManus A.M. 2015. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? *Br J Sports Med.*, 49, № 13, 860-864.

3. Криволапчук И.А., Мышьяков В.В. 2017. Особенности факторной структуры физической работоспособности мальчиков и девочек 9-10 лет. *Гигиена и санитария* 8, 759-765.

4. Piercy K.L., Troiano R.P., Ballard R.M., Carlson S.A., Fulton J.E., Galuska D.A., George S.M., Olson R.D. 2018. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, 320, № 19, 2020-2028.

5. Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. 1978. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания. М: Педагогика, 224 с.

6. Тамбовцева Р.В. 2014. Характеристика типологических и индивидуальных особенностей энергообеспечения мышечной деятельности детей 1-2-ой стадий полового созревания. *Новые исследования*, 2(39), 4–14.

7. Криволапчук И.А. 2011. Энергообеспечение мышечной деятельности у мальчиков 13-14 лет в зависимости от темпов полового созревания. *Физиология человека*, 37, № 1, 85-96.

## Ассоциативные связи в условном рефлексе

*В.И. Майоров*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия  
vimaorov@mail.ru*

Ключевые слова: *условный рефлекс, целенаправленные действия, навыки.*

Условный рефлекс (УР) оказался гораздо сложнее, чем можно было думать (Rescorla 1988, Fanselow and Wassum 2016, Hall 2002). Цель работы – дать представление о структуре и свойствах ассоциативных связей, составляющих внутренний механизм УР.

1. *Байесовская формула* лучше выражает условия, необходимые для выработки УР:

$$\Delta w(CS \rightarrow US) \cong p(CS|US) = \frac{p(US|CS) \times p(CS)}{p(US|CS) \times p(CS) + p(US|\sim CS) \times p(\sim CS)}$$

УР вырабатывается независимо от вероятности подкрепления  $p(US|CS)$ , если только безусловный сигнал не приходит иным путём ( $p(US|\sim CS) \rightarrow 0$ ). Для выработки УР появление *непредсказанного* подкрепления хуже, чем *непоявление* предсказанного.

2. *Павловский (простейший) синапс (ПС)* – синапс с двунаправленной пластичностью и торможением входов при возбуждении постсинаптического нейрона. Объясняет невозможность выработки Павловского УР при

обратном порядке сигналов (backward conditioning), эффекты блокирования (blocking) и затенения (overshadowing).

3. *Целенаправленные (goal-directed, принятое обозначение  $R \rightarrow O$ ) действия и привычки (habits)*. (Везде ниже прописными буквами обозначаются события во внешнем мире, а строчными, заключёнными в квадратные скобки - возбуждения групп нейронов, соответствующие событиям указанным верхним индексом). В физиологии поведения под целенаправленными понимаются действия, которые выполняются в предвкушении результата ( $O$  – outcome). Действия, которые выполняются без оглядки на вознаграждение – это привычки (Balleine and Ostlund 2007, de Wit and Dickinson 2009, Fanselow and Wassum 2016). С точки зрения физиологии движений, действия программируются по конечному положению (“end-point”). Оба понимания объединяются, когда, говорят, что животное совершает действие под влиянием привлекательности цели (“incentive motivation”), которую она приобретает путём выработки *Павловской ассоциации* с подкреплением.

В следующей схеме  $[g^R]$  – группа нейронов, возбуждение которых вызывает движение  $R$  к конечному положению, цели  $G$ ,  $[o^S]$  – группа *сенсорных* ( $S$ ) нейронов, которые возбуждаются под влиянием результата ( $O$ ) и вызывают необходимый для выполнения движения драйв, под которым везде понимается возбуждение дофаминовых нейронов среднего мозга  $[d]$ .  $O \rightarrow LiCl$  – формирование пищевой аверсии.

$R \rightarrow O: [g^R \rightarrow o^S \rightarrow d] \rightarrow R; \parallel O \rightarrow LiCl: [g^R \rightarrow o^S \nrightarrow d];$  Habit:  $[g^R \rightarrow d] \rightarrow R$   
 $CS \rightarrow O: [cs \rightarrow o^S \rightarrow d]; \parallel O \rightarrow LiCl: [cs \rightarrow o^S \nrightarrow d]; [cs \rightarrow d].$

Подразумевается, что вначале движение побуждает «аппетитность» финальной позы  $[g^R \rightarrow o^S \rightarrow d]$ , а потеря аппетита  $[o^S \nrightarrow d]$  при выработанной привычке, компенсируется прямыми ассоциативными связями  $[g^R \rightarrow d]$ , формирующимися позже. С помощью введённых обозначений можно объяснить некоторые удивительные свойства условного подкрепления и Павловской мотивации.

4. *Условное подкрепление* (Burke et al. 2008).

1:  $CS1 \rightarrow O1: [cs1 \rightarrow o^{S1} \rightarrow d], [cs1 \rightarrow d];$

2:  $CS1 + CS2 \rightarrow O2: [cs2 \rightarrow o^{S2} \rightarrow d];$  block:  $[cs2 \nrightarrow d].$

Здесь на втором этапе присоединялся новый УС ( $CS2$ ) и менялось подкрепление ( $O2$ ). Поскольку дофаминовый сигнал оставался прежним по правилу блокирования ассоциация  $[cs2 \rightarrow d]$  не образовалась. Затем животные разделялись на две группы, и сигналы использовались в качестве условного подкрепления, как показано на схеме:

$O1 \rightarrow LiCl, R1 \rightarrow CS1: [g^{R1} \rightarrow cs1 \rightarrow o^{S1} \nrightarrow d], [g^{R1} \rightarrow cs1 \rightarrow d] \rightarrow R1;$

$O2 \rightarrow LiCl, R2 \rightarrow CS2: [g^{R2} \rightarrow cs2 \rightarrow o^{S2} \nrightarrow d], [g^{R2} \rightarrow cs2 \nrightarrow d] \nrightarrow R2.$

Внешне выглядит совершенно контринтуитивным, что УС ( $CS1$ ), указывающий на пищу, вызывающую отвращение, может эффективно подкреплять реакции, *действуя через систему привычки*.  $CS2$  не подкрепляет

реакции, т.к. на первом этапе была заблокирована выработка [cs2→d] связи с дофаминовыми нейронами.

5. *O→R. Павловская мотивация (Pavlovian to instrumental transfer, PIT).* Гипотеза об «обратных условных связях» (O→R) была высказана Э.А. Асратяном в середине прошлого века. Вот схема эксперимента (Balleine and Ostlund 2007):

CS1→O1, CS2→O2; R1→O1, R2→O2;

O2→LiCl: CS1: R1>R2; CS2: R2>R1

O→R: [cs1→o<sup>S1</sup>→g<sup>R1</sup>→d]→R1; [cs2→o<sup>S2</sup>→g<sup>R2</sup>→d]→R2.

На первый взгляд кажется, что мотивационный эффект Павловского УС просто объяснить повышением возбудимости связей: [cs→o<sup>S</sup>] + [g<sup>R</sup>→o<sup>S</sup>], но выработка пищевой аверсии O2→LiCl блокирует их действие, а PIT-эффект CS2: R2>R1 сохраняется. Снова вопреки интуиции Павловский сигнал, указывающий на отвергаемое подкрепление повышает частоту реакций, направленных на его получение. Приходится предположить, что эффект достигается за счёт формирования «обратной связи» [o<sup>S2</sup>→g<sup>R2</sup>] и далее [g<sup>R2</sup>→d] *действует через систему привычки.*

На следующей схеме подкрепитель (outcome) восстанавливает ту из двух угашенных реакций, которую он на первом этапе сигнализировал, а не подкреплял (следовательно, здесь не Асратяновские обратные, а прямые O→R связи) [Balleine and Ostlund 2007]:

O1: R2→O2, R1<sup>-</sup> || O2: R1→O1, R2<sup>-</sup>;

угашение: R1<sup>↓</sup> R2<sup>↓</sup> || восстановление: O1: [o<sup>S1</sup>→g<sup>R2</sup>→o<sup>S2</sup>→d] → R2>R1.

В следующем примере подкрепитель восстанавливает ту реакцию, которую подкреплял, невзирая на выработанное к нему отвращение (O1 → LiCl):

R1→O1, R2→O2 || O1 → LiCl || R1<sup>↓</sup> R2<sup>↓</sup> || O1: R1 > R2, O2: R1 < R2

O1: [o<sup>S1</sup>→g<sup>R1</sup>→d] → R1; || O2: [o<sup>S2</sup>→g<sup>R2</sup>→d] → R2.

В заключение приводится список необходимых структур. Привлекают внимание нисходящие проекции медиальной префронтальной коры (PL, IL) в дорзальный и вентральный стриатум, включение инфраламбической коры в механизмы привычки и PIT-эффекта, а прелимбической – в механизм целенаправленного поведения.

*Habit:*

IL → DLS. PIT: IL → Nas → VP → MD, BLA → NAs → LH.

*Goal-directed action:*

PL → DMS, PL → NAc, VTA → NAc, BLA → IC → Nac.

Сокращения: Cortex –Infralimbic (IL), PreLimbic (PL), Insular (IC), Striatum – DorsoLateral (DLS), DorsoMedial (DMS), Nucleus Accumbens – shell (NAs), core (NAc), Ventral Pallidum (VP), Mediodorsal Thalamus (MD), BasoLateral Amygdala (BLA), Lateral Hypothalamus (LH), Ventral Tegmental Area (VTA).

### *Список литературы*

1. Rescorla R.A. 1988. Pavlovian Conditioning. It's Not What You Think It Is. *American Psychologist* 43, 151-160.
2. Fanselow M.S., Wassum K.M. 2016. The Origins and Organization of Vertebrate Pavlovian Conditioning. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 8, a021717.
3. Hall G. 2002. Associative Structures in Pavlovian and Instrumental Conditioning. In: Pashler H., Gallistel R. (Eds.) *Steven's handbook of experimental psychology*. Wiley & Sons, 1-45.
4. Balleine B.W., Ostlund S.B. 2007. Still at the Choice-Point Action Selection and Initiation in Instrumental Conditioning. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1104, 147-171.
5. de Wit S., Dickinson A. 2009. Associative theories of goal-directed behaviour: a case for animal-human translational models. *Psychological Research* 73, 463-476.
6. Burke K. A., Franz T. M., Miller D. N., Schoenbaum G. 2008. The role of the orbitofrontal cortex in the pursuit of happiness and more specific rewards. *Nature* 454, 340-344.
7. Асратян Э.А. 1970. *Очерки по физиологии условных рефлексов*. М.: Наука.

### **Природные модели для изучения механизмов пространственной когнитивной деятельности животных: проблемы и перспективы исследования гиппокампа**

*М.Г. Плескачева*

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

*mpleskacheva@yandex.ru*

Ключевые слова: *гиппокамп, пространственная память, навигация, природные модели.*

В настоящее время наблюдается значительный прогресс в экспериментальном исследовании функций гиппокампа, контроля разных аспектов пространственной когнитивной деятельности: исследовательского поведения, картирования среды, навигации в пространстве и пространственной памяти (см. обзоры Strange et al. 2014, Harland et al. 2017). В ряде работ, выполненных главным образом на лабораторных грызунах, подтверждается функциональная гетерогенность гиппокампа вдоль его септотемпоральной оси. В частности, обнаружен градиент пространственного разрешения вдоль этой оси, в темпоральной области пространственная информация обрабатывается в более крупном масштабе, чем в септальной части гиппокампа. Это и другие открытия привели к пониманию ограниченности

используемых экспериментальных подходов в изучении механизмов пространственной когнитивной деятельности, в частности, функций гиппокампа, и необходимости выхода за пределы лабораторий. В естественной среде животные передвигаются по территории, размеры которой существенно превышают размеры лабораторных установок (лабиринтов, арен). Модельными объектами должны быть не только лабораторные крысы и мыши, долгое время подвергавшиеся искусственному отбору, но и животные из природных популяций. Пространственное поведение играет ключевую роль в их выживании в естественной среде. Это освоение новой территории и контроль изменений, происходящей на ней, оптимальное передвижение при поиске корма, убежищ, половых партнеров, избегание опасных мест и др. Исследования морфологии и функций гиппокампа у диких животных представляют интерес как для зоологов, так и для нейробиологов, и должны развиваться в рамках междисциплинарных проектов.

Изучая животных из природных популяций, исследователи имеют дело с субъектами, приспособленными к своей среде обитания. Виды животных различаются по экологии, сенсорным возможностям, сложности пространственного поведения и требованиям к пространственной памяти. Исследования на диких животных немногочисленны и затруднены из-за крайне ограниченных сведений (а чаще полного их отсутствия) по морфологии мозга большинства видов, а также из-за сложности применения многих лабораторных процедур в полевых условиях. Тем не менее, уже проведенные работы показывают перспективные направления и точки роста. Приведенные ниже примеры дают представление о возможных путях исследования механизмов пространственной когнитивной деятельности на природных моделях.

- Изучение птиц и млекопитающих, обладающих способностью к полету позволяет исследовать механизмы навигации в трехмерном пространстве. Есть несомненные успехи в исследовании гиппокампа и связанных с ним структур у рукокрылых. Обнаружены уникальные свойства нейронов, отличающиеся от того, что наблюдали у лабораторных крыс (Yartsev and Ulanovsky 2013, Finkelshtein et al. 2016).

- Оценка роли гиппокампа и других структур мозга при перемещении животных на большие расстояния, превышающие размеры индивидуальных участков (хоминг и миграции). По млекопитающим данных практически нет. Исследования гиппокампа почтовых голубей и мигрирующих видов птиц (Mouritsen et al. 2016, Bingman and MacDougall-Shackleton 2017) выявляют специфику его функционирования при перелетах на большие расстояния.

- Изучение роли гиппокампа при навигации с использованием разных сенсорных систем. Удачный пример такого исследования – работа на летучих мышах (навигация по зрению или с использованием эхолокации, Geva-Sagiv et al. 2016).

- Исследование гиппокампа близких видов (или подвидов), различающихся по нагрузке на пространственную память, по интенсивности и сложности передвижения по территории. Обнаружены различия в размерах гиппокампа у запаасающих корм на зиму птиц и тех, кому это не свойственно. У грызунов, различающихся по размеру индивидуальных участков и особенностям фуражировки, найдены различия в морфологии гиппокампа. Многие факты обнаружены давно (Jacobs 1995, Pleskacheva et al. 2000, Jacobs and Menzel, 2014), но требуют изучения с применением современных технологий.

- Одно из важных направлений – исследование гиппокампа животных одного вида на разных стадиях жизненного цикла, когда происходит изменение характера взаимодействия со средой (уход от гнезда молодых особей, формирование индивидуального участка у взрослых, разное использование территории самцами и самками, сезонные изменения). Описание этих процессов, например, у землероек и полевок есть в зоологических работах, однако исследований влияния этих факторов на гиппокамп немного (Jacobs 1995, Яскин 2011, Lazaro et al. 2018).

Использование природных моделей позволит существенно расширить знания о нейробиологических механизмах пространственной когнитивной деятельности, что несомненно дополнит и результаты исследований человека, в которых применяли технологии навигации в виртуальном пространстве.

#### *Список литературы*

1. Bingman V.P., MacDougall-Shackleton S.A. 2017. The avian hippocampus and the hypothetical maps used by navigating migratory birds (with some reflection on compasses and migratory restlessness). *Journal of Comparative Physiology A*, 203, 465-474.
2. Finkelstein A., Las L., Ulanovsky N. 2016. 3-D Maps and compasses in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 39, 171-196.
3. Geva-Sagiv M., Romani S., Las L., Ulanovsky N. 2016. Hippocampal global remapping for different sensory modalities in flying bats. *Nature Neuroscience*, 19, 952-958.
4. Harland B., Contreras M., Fellous, J.-M. 2017. A role for the longitudinal axis of the hippocampus in multiscale representations of large and complex spatial environments and mnemonic hierarchies. In: A. Stuchlik (Ed.), *The Hippocampus – Plasticity and Functions*. 10.5772/intechopen.71165, 67-104.
5. Jacobs L.F. 1995. The ecology of spatial cognition: adaptive patterns of hippocampal size and space use in wild rodents. In: Alleva E., Fasolo A., Lipp H.-P., Nadel L.

(Eds.) Behavioural brain research in naturalistic and semi-naturalistic setting. Dordrecht: Springer, 301–322.

6. Jacobs L.F., Menzel R. 2014. Navigation outside of the box: what the lab can learn from the field and what the field can learn from the lab. *Movement Ecology* 2(1), 3.

7. Lazaro J., Hertel M., Sherwood C.C., Muturi M., Dechmann D.K.N. 2018. Profound seasonal changes in brain size and architecture in the common shrew. *Brain Structure and Function*, 223, 2823-2840.

8. Mouritsen H., Heyers D., Güntürkün O. 2016. The neural basis of long-distance navigation in birds. *Annual Review of Physiology*, 78, 133-154.

9. Pleskacheva M.G., Wolfer D.P., Kupriyanova I.F., Nikolenko D.L., Scheffrahn H., Dell’Omo G., Lipp H.P. 2000. Hippocampal mossy fibers and swimming navigation learning in two vole species occupying different habitats. *Hippocampus*, 10, 17-30.

10. Strange B. et. al. 2014. Functional organization of the hippocampal longitudinal axis. *Nature Reviews Neuroscience* 15, 655-669.

11. Yartsev M.M., Ulanovsky N. 2013. Representation of three-dimensional space in the hippocampus of flying bats. *Science*, 340, 367-372.

12. Яскин В.А. 2011. Сезонные изменения размера гиппокампа и пространственного поведения у млекопитающих и птиц. *Журнал общей биологии*. 72 (1), 27–39.

## **Смерчевая концепция движения потока крови в сердце и магистральных сосудах<sup>1</sup>**

*А.В. Агафонов, Л.А. Бокерия, А.Ю. Городков,  
Ш.Т. Жоржолани, Г.И. Кикнадзе, Е.А. Талыгин  
Национальный медицинский исследовательский центр  
сердечнососудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, Москва, Россия  
agorodkov@bk.ru*

*Ключевые слова: смерчеобразные потоки вязкой среды, точные решения нестационарных уравнений гидродинамики, сердце, аорта, поток крови.*

**Введение.** Стабильность и высокая энергетическая эффективность потока крови в сердце и главных артериях организма не имеет достаточного теоретического обоснования. Современные диагностические системы позволяют расширить возможности измерений, однако достоверность получаемой информации и интерпретация результатов затруднена отсутствием согласованной концепции, основанной на количественных характеристиках потока.

Между тем, ряд особенностей потока крови, зарегистрированных феноменологически, должны участвовать в механизме движения крови. К таким особенностям можно отнести факт закрученности потока.

---

<sup>1</sup> Грант РФФИ №16-15-00109.

Целью данного исследования, проводимого в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева уже более 40 лет, является выяснение роли закрученности потока в механизме движения крови

**Гидродинамическая модель.** В исследовании была использована гидродинамическая модель, описывающая структуру закрученной струи, возникающей при обтекании вогнутой криволинейной поверхности [1] и представляющая собой точные решения уравнений Навье-Стокса. Любое радиально сходящееся закрученное течение исчерпывающим образом можно охарактеризовать в цилиндрической системе координат через величины векторов скорости в продольном ( $V_z$ ), радиальном ( $V_r$ ) и тангенциальном ( $V_\varphi$ ) направлениях (рис. 1). Тогда суммарная скорость потока равна

$$v_\Sigma = \sqrt{v_z^2 + v_r^2 + v_\varphi^2}.$$

Структура единичной смерчеобразной струи, имеющей одну циркуляцию, описана в терминах точных решений следующими выражениями:

$$\begin{cases} v_r = -C_0(t) * r \\ v_z = 2C_0(t) * z \\ v_\varphi = \frac{\Gamma_0(t)}{2\pi r} * \left(1 - e^{-\frac{C_0(t)*r^2}{2\nu}}\right) \end{cases}$$

В приведенных выше соотношениях  $v_z$ - продольная,  $v_r$ - радиальная, а  $v_\varphi$  - азимутальная компоненты скорости,  $C_0(t)$  - радиальный градиент скорости [сек<sup>-1</sup>],  $\Gamma_0(t)$  – циркуляция струи [м<sup>2</sup>/с];  $C_0(t)$ ,  $\Gamma_0(t)$  – независимые функции времени, изменяющиеся в силу нестационарности потока,  $\nu$  – кинематическая вязкость среды [м<sup>2</sup>/с].

Течения этого класса обладают характерными свойствами, отличающими их от других типов течений.

1. Эти течения осуществляются вдоль заданных линий тока.

2. Течения этого класса отличаются от ламинарного и турбулентного течений слабым влиянием вязкости на структуру поля скоростей и требуют особой структурной организации пограничного слоя, представляющего собой совокупность вихревых образований, обеспечивающих сопряжение основной струи и стенок проточного канала по типу подшипника.

3. Инициация и поддержание течения возможно при выполнении необходимых и достаточных условий, вытекающих из точных решений.

4. В течениях этого класса отсутствует поперечный перенос среды.

На основании анализа динамической геометрической конфигурации проточного канала можно вычислить следующие количественные показатели, характеризующие состояние закрученной струи в связанной с ней системе координат: объемный показатель струи, равный произведению продольной и квадрата радиальной координат ( $zr^2$ ); функцию  $C_0(t)$ , являющуюся

юся частотной характеристикой вращения струи; функцию  $\Gamma_0(t)$ , являющуюся циркуляцией струи; отношение этих функций, которое отражает степень закрученности струи; определить кривизну обтекаемой поверхности. Для каждого из перечисленных показателей разработаны методы расчета [4, 5, 6, 7].

**Методы.** Морфометрия слепков полостей сердца и аорты, МСКТ, фазово-контрастная МР-велосиметрия, R-контрастная ангиография, эластометрические измерения распределения упругости вдоль аорты, физическое моделирование на гидродинамическом стенде.

### **Результаты.**

1. Направления течения крови в полости левого предсердия исследовали методом селективного окрашивания потоков на изображениях, полученных методом MRI 4D-Flow и МСКТ с контрастированием у пациентов без видимых нарушений кардиодинамики [7]. Было показано, что во время фазы заполнения ЛП кривизна купола формирует вогнутую поверхность, под которой возникает закрученное течение, питаемое четырьмя ЛВ.

2. При стереометрическом исследовании слепков ЛЖ была выделена группа трабекул, ответственная за наполнение ЛЖ и альтернативная система трабекул передне-перегородочного угла и ПМ, ответственные за формирование струи, изгоняемой из ЛЖ [8, 9]. Расчет ориентации обеих систем направляющих трабекул позволил определить значение отношения время-зависимых функций  $C_0/\Gamma_0$ . Было показано, что полученная величина изменяется по гиперболическому закону в зависимости от суммарной продольной координаты вдоль траектории эволюции струи, что позволило предположить, что в полости ЛЖ происходит эволюция единственной закрученной струи, сохраняющей свою структуру при смене фаз диастолы и систолы желудочка [10, 11]. Сравнительно-анатомическое исследование слепков ЛЖ животных, существенно отличающихся размерами позволило сделать вывод о том, что структура потока, формируемого в ЛЖ, не зависит от размеров полости [6].

3. Подвижность стенок аорты имеет важное значение для поддержания структуры смерчеобразной струи. С помощью эластометрических и ангиографических измерений показано, что в норме эластичность аорты увеличивается в дистальном направлении. При этом общая конфузорность проточного канала аорты сохраняется [5, 14, 15].

4. Картирование и анализ поля скоростей в аорте, измеренного с помощью фазово-контрастной МР-велосиметрии, позволили доказать а) постоянное доминантное вращение векторов скорости по часовой стрелке в дистальном направлении; б) наличие в каждом сечении аорты, по крайней мере, двух центров циркуляции противоположного знака, соответствующие доминантной струе и вторичным возвратным струям; в) вращение оси инъецируемой

закрученной струи в просвете аорты (прецессию) по часовой стрелке в течение всего сердечного цикла; г) уменьшение значения циркуляции струи и частотной характеристики струи  $C_0$  в дистальном направлении; д) уменьшение величины циркуляции  $\Gamma_0$  в течение сердечного цикла. Сделан вывод о необходимости пульсирующего режима изгнания для возобновления и поддержания вращения струи, наподобие «Юлы» [17].

5. Проведена серия стендовых гидродинамических исследований струй, возникающих в каналах различной геометрической формы, показавших, что формирование потенциальной закрученной струи, описываемой точными решениями, возникает в канале, имеющем форму гиперболоида второго порядка, соответствующего направлениям линий тока, получаемым из точных решений. Комбинация каналов с криволинейной поверхностью порождает пульсации потока, сопровождающиеся возникновением крупных подвижных вихревых образований. Таким образом, потенциальные струи вязкой среды существуют и могут быть воспроизведены в физическом эксперименте.

**Вывод.** Таким образом, поток крови в сердце и аорте представляет собой потенциальное закрученное течение, структура которого может быть описана с помощью точных решений нестационарных уравнений гидродинамики.

#### *Список литературы*

1. Г.И. Кикнадзе, И.А. Гаччиладзе, В.В. Алексеев. - М.: Изд-во МЭИ, 2005. - 83 с.: ил. - Библиогр.: с. 74-83(117 назв.). - 500 экз. - ISBN 5-7046-1223-7.
2. Kiknadze G.I., Krasnov Yu.K. Evolution of a spout-like flow of a viscous fluid. *Sov. Phys. Dokl.* 1986; 31(10): 799-801.
3. Burgers, J. M. (1948). A mathematical model illustrating the theory of turbulence. In *Advances in applied mechanics* (Vol. 1, pp. 171-199). Elsevier.
4. Талыгин Е.А., Зазыбо Н.А., Жоржوليани Ш.Т., Крестинич И.М., Мионов А.А., Кикнадзе Г.И., Бокерия Л.А., Городков А.Ю., Макаренко В.Н., Александрова С.А. Количественная оценка состояния внутрисердечного потока крови по динамической анатомии левого желудочка сердца на основании точных решений нестационарных уравнений гидродинамики для класса смерчеобразных потоков вязкой жидкости. *Успехи физиологических наук.* Т. 47. № 1. 2016. С. 48-68.
5. Жоржوليани Ш.Т., Мионов А.А., Талыгин Е.А., Цыганков Ю.М., Агафонов А.В., Кикнадзе Г.И., Городков А.Ю., Бокерия Л.А. Анализ динамической геометрической конфигурации проточного канала аорты с позиций самоорганизации потока крови. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* 2017. Т. 164. № 10. С. 519-524.
6. М.М. Тхагапсова, Е.А. Талыгин, Ш.Т. Жоржوليани, А.В. Агафонов, А.В. Дорофеев, А.Ю. Городков, Г.И. Кикнадзе, Л.А. Бокерия. Сравнительное анатомическое исследование параметров закрученного потока в полости левого желудочка у животных различного размера на основании концепции смерчеобразных течений вязкой жидкости. *БИОФИЗИКА*, 2020, т. 65, № 1, с. 165-174. doi:10.31857/S0006302920010184.

7. E. Talygin, G. Kiknadze, A. Agafonov, A. Gorodkov. Application of the Tornado-Like Flow Theory to the Study of Blood Flow in the Heart and Main Vessels: Study of the Potential Swirling Jets Structure in an Arbitrary Viscous Medium. IMECE2019-11298, V003T04A032; 5 pages. Published Online: January 21, 2020. doi.org/10.1115/IMECE2019-11298.

8. Г.И. Кикнадзе, В.Г. Олейников, И.А. Гачечиладзе, А.Ю. Городков, Н.Б. Добрава, Ш. Бакей, Ж.-Л. Бара. О структуре потока в левом желудочке сердца и аорте на основании точных решений нестационарных уравнений гидродинамики и морфометрических исследований. Доклады Академии Наук (ДАН), 1996, т. 351, с. 119-122.

9. А.Ю. Городков. Анализ структуры внутрисердечного закрученного потока крови на основании морфометрии трабекулярного рельефа левого желудочка сердца. Бюлл. НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2003, №9. с. 61-66.

10. L.A. Bockeria, G.I. Kiknadze, I.A. Gachechiladze, A.Y. Gorodkov. Application of Tornado-flow Fundamental Hydrodynamic Theory to the Study of Blood Flow in the Heart and Main Vessels - Further Development of Tornado-like Jet Technology. Proceedings of the ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress & Exposition ASME2011, November 11-17, 2011, Denver, Colorado, USA. IMECE2011- 63769; doi: 10.1115/IMECE2011-63769.

11. Bockeria L.A., Kiknadze G.I., Gachechiladze I.A., Gabidullina R.F., Makarenko V.N. Analysis of Structure of Intraventricular Blood Flow based on Studies of Architectonics of Trabecular Layer in Left Ventricle. *Cardiometiy* (2013) №3. pp. 5-29, doi: 10.12710/cardiometry.2013.3.530.

12. Pedrizzetti G., Domenichini F. Left ventricular fluid mechanics: the long way from theoretical models to clinical applications. *Ann Biomed Eng.* 2015 Jan;43(1):26-40. doi: 10.1007/s10439-014- 1101-x. Epub 2014 Sep 4.

13. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.

14. Ш.Т. Жоржوليани, Е.А. Талыгин, С.В. Крашенинников, Ю.М. Цыганков, А.В. Агафонов, А.Ю. Городков, Г.И. Кикнадзе, С.Н. Чвалун, Л.А. Бокерия. Изменение упругости вдоль аорты как один из механизмов поддержания физиологически адекватной смерчеобразной структуры потока крови. *Физиология человека*, 2018, том 44, № 5, с. 4756. doi: 10.1134/S013116461805017X.

15. E.A. Talygin, Sh.T. Zhorzholiani, A.V. Agafonov, G.I. Kiknadze, A.Yu. Gorodkov, and L.A. Bokeriya. Quantitative Evaluation of Disorders of the Swirled Blood Flow Structure in the Aorta with Pathological Alteration of Its Channel Geometry Using Numerical Simulation of the Aorta. *Human Physiology*, 2019, Vol. 45, No. 5, p. 527-535. doi: 10.1134/S0362119719050190.

16. Городков А.Ю. Использование концепции смерчеобразных течений вязкой жидкости для объяснения феномена движения крови в сердце и магистральных сосудах. «Физиология и патология кровообращения». VII Всероссийская с международным участием школа-конференция. 3-6 февраля 2020 г. Москва. С. 17-19. ISBN 978-5-6044169-0-7.

17. Л.А. Бокерия, А.Ю. Городков, Д.А. НиколаевГ.И. Кикнадзе, И.А. Гачечиладзе Анализ поля скоростей закрученного потока крови в аорте на основании 3D картирования с помощью МР- велосиметрии. Бюлл. НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2003, № 9. с. 70-74.

## Методы диагностики и индукции базовых эмоций у детей младшего и среднего школьного возраста: возможности и ограничения<sup>1</sup>

Е.Г. Хозе, Е.А. Лупенко, М.М. Маринова, И.А. Басюл  
Московский институт психоанализа, Россия  
house.yu@gmail.com

Ключевые слова: *диагностика базовых эмоций, индукция базовых эмоций, динамические (Animoti) статические (Etoi) экспрессии, семантический дифференциал.*

В исследованиях эмоций важной проблемой выступает возможность оценки эмоциональных состояний ребенком. Решение данной проблемы сталкивается с рядом вопросов, требующих тщательной экспериментальной проработки. Какова динамика эмоциональных переживаний детей во взаимодействии с предметным окружением, в повседневных жизненных ситуациях и в процессе воспитания? Насколько доступно содержание внутреннего мира ребенка как для самооценки, так и для оценки специалистом-психологом, раскрывающее его отношение к предметам и объектам восприятия?

В ряде исследований, изучающих способности детей в распознавании мимических экспрессий лица, показано, что они в состоянии воспринимать и распознавать эмоциональную валентность лица, начиная с 6,5 месяцев и могут различать эмоциональные характеристики в поведении людей на картинке (Zieber, Kangas, Hock, & Bhatt, 2014), а также различают базовые эмоции (Nelson & Dolgin, 1985). В то же время в работах Льюиса с коллегами отмечается, что способность к самооценке детей младшего возраста развивается позже, т.к. изначально им требуется больше времени для перцепции вербальных эмоциональных значений и их тонких различий (Lewis, 2011; Lewis, Sullivan, Stanger, & Weiss, 1989).

С этой точки зрения актуальным является поиск адекватных методов диагностики и индукции базовых эмоций у детей младшего и среднего школьного возраста. В перечисленных исследованиях эмоции сравниваются в дихотомических шкалах (например, радость/страх), причем основным измерением является различие валентности. Однако нельзя быть уверенным, что дети способны распознавать интенсивность любой из эмоций

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-013-00958 «Динамика индуцируемых эмоциональных состояний у детей младшего и среднего школьного возраста».

разной валентности (например, грусть/гнев), как и в случае оценки интенсивности в пределах эмоций одной валентности.

Недостаточная сформированность способности к вербальной концептуализации привела к тому, что у детей дошкольного возраста оценка эмоций выполняется преимущественно с использованием невербальных графических шкал. Наиболее широко известна шкала Self-Assessment Manikin (SAM) (Lang 1980, Bradley & Lang, 1994). В целом, показано, что использование SAM при работе с детьми является простым и практичным методом оценки аффективных состояний. Однако ряд теоретических принципов, на основе которых сконструирована SAM, имеют ограничения на использование таких шкал.

Заслуживают внимания разработанные для оценки эмоционального состояния детей вербальные шкалы. В то же время, по мнению группы исследователей, одно из главных критических замечаний касается качества эмоциональных значений, не изучалось насколько понятны эмоциональные значения участникам исследований. Известно, что у детей дошкольного возраста вплоть до 7-11 лет словарь, обозначающий эмоции, еще ограничен (Cuisinier, Sanguin-Bruckert, Bruckert & Clavel, 2010).

Отдельным интересным направлением в психологии эмоций выступают процедуры индукции переживаемых эмоций у детей для создания стимульного материала (фото, видео эталонов эмоциональных экспрессий), валидного для исследований эмоциональной сферы детей. Так, например, Майер с коллегами разработали процедуры индукции для четырех базовых эмоций: гнева, грусти, радости и страха. Метод включал предъявление визуальных эмоциональных стимулов с управляемыми изображениями параллельно с валентно-конгруэнтными эмоциональными звуковыми воздействиями (Mayer, Allen, and Beauregard, 1995). В целом, результаты исследований подчеркивают трудности изучения динамики эмоциональных состояний детей с учетом возрастных особенностей.

В нашей работе представлены результаты исследования, ведущегося в двух направлениях. Во-первых, разрабатываются методические процедуры и инструментарий оценки эмоциональных состояний детей на основе невербального визуального материала, во-вторых способы индукции эмоциональных состояний детей младшего и среднего школьного возраста для создания фото, и видео эталонов базовых эмоциональных экспрессий. Обе задачи реализуются при помощи создания анимационных динамических видеоизображений и статических изображений базовых эмоциональных экспрессий, подготавливаемых при помощи цифровой программы «Animoji» разработанной компанией Apple. В дальнейшем динамические анимационные видеоизображения предполагается использовать для индукции эмоций у детей, а статические изображения – для дифференцированной оценки качественного разнообразия переживаемых эмоций различной модальности и интенсивности,

а также (в модифицированном виде) для оценки предметов и объектов восприятия в исследованиях с участием детей.

Для подготовки Animoji из базы программы было отобрано исходное изображение Emoji лица ребенка в анфас без очевидных признаков гендерной принадлежности, на наш взгляд наиболее подходящее для работы с детьми. Затем выполнялась процедура создания анимационных видеоизображений при помощи натурщика, владеющего навыком произвольного конструирования на лице экспрессий базовых эмоций по системе FACS П. Экмана (Ekman, Friesen, 1978) и актерского мастерства Станиславского (Станиславский, Чехов, 2008). Ранее этот же натурщик участвовал в качестве модели при создании базы эмоциональных экспрессий ВЕПЭЛ (Куракова, 2012).

Для верификации подготовленных экспрессий проведено экспериментальное исследование, изучающее сходство и различия в оценках Emoji и соответствующих им вербальных обозначений. Исследование проводилось с использованием метода семантического дифференциала (СД) (Осгуд, Суси, Таненбаум, 1972; Петренко, 1988, 1996, 1997, 2005; Osgood, Suci, Tannenbaum, 1957). Подобная процедура оценивания вербальных обозначений эмоций и их рисунков по одним и тем же шкалам СД была описана и использована в работах Лупенко Е. А. (Лупенко, 2009). Аналогичным образом подготовленные нами 27 Emoji и 9 вербальных обозначений этих эмоций оценивались по одним и тем же специально разработанным шкалам СД, с помощью корреляционного анализа определялась мера связи между полученными оценками. Значимость полученных корреляционных связей свидетельствует о конгруэнтности соответствующих эмоций подготовленным с помощью технологии «Animoji» экспрессиям базовых эмоций. Из этого следует, что подготовленные нами Animoji и отобранные из них Emoji экспрессии передают мимические признаки базовых эмоций и могут быть использованы в качестве стимульного материала для изучения процессов восприятия, процедур индукции и самооценки эмоций у детей.

#### *Список литературы*

1. Lewis M., Sullivan M.W., Stanger C. & Weiss M. Self-development and self-conscious emotions. *Child Development*, 60. 1989. P. 146-156. <https://doi.org/10.2307/1131080>.
2. Nelson C. A. & Dolgin K. The generalized discrimination of facial expressions by 7-month-old infants. *Child Development*, 56. 1985. P. 58-61. <https://doi.org/10.2307/1130173>.
3. Osgood Ch., Suci C.J., Tannenbaum P.H. *The measurement of meaning*. Urbana. 1957.

# **New Approach for Cognitive Evaluation in Children with Motor Disorders: Task-free EEG/MEG Oddball Paradigm<sup>1</sup>**

*B. Bermúdez-Margaretto<sup>1</sup>, G.O. Kopytin<sup>1</sup>, M. A. Ulanov<sup>1</sup>, D.V. Kadieva<sup>1</sup>, I. Ntoumanis<sup>1</sup>, S.A. Golosheykin<sup>1</sup>, O.E. Moiseenko<sup>1</sup>, E.D. Blagoveshchensky<sup>1</sup>, M.M. Koryakina<sup>2</sup>, O.E. Agranovich<sup>2</sup>, A.N. Shestakova<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics,  
Centre for Cognition and Decision making,  
Institute for Cognitive Neuroscience, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics,  
Saint Petersburg, Russia  
bermudezmargaretto@gmail.com*

*Keywords: arthrogryposis, motor disorders, cognitive functions, speech, psycholinguistics, rehabilitation, neuromodeling.*

Arthrogryposis multiplex congenita (AMC) is a rare congenital disorder characterized by the absence of some muscles from birth, which affects mobility and hence causes severe limitations on the patient daily life. Although AMC has been initially considered a peripheral disorder affecting only motor performance, children with AMC have been also found to exhibit difficulties in different cognitive functions, which may be a consequence of their affectation at the central nervous system. Indeed, studies of showing different power of brain rhythms by means of EEG (Blagoveshchenskiy et al., 2018) and MEG methodology (Golosheykin et al., in pre.) have provided evidence of a cortical deficit in children with AMC. These findings, together with the observation of cognitive improvement in children with AMC after transpositional muscle surgery, speak in favor of the existence of impairment at the central level in this disorder (Blagovechtchenski et al., 2019). The present study aims to further investigate this question by comparing brain responses of AMC and control children during cognitive performance, providing a more efficient diagnostic tool for the cognitive impairment in this special population. In particular, we aim the testing of brain dynamics during passive linguistic processing, as one of the most sensitive approaches for detecting cognitive dysfunctions. With this purpose, we have developed a task-free oddball paradigm for the evaluation of brain responses during the comprehension of linguistic information, using EEG and MEG methods. Importantly, this is a passive task, which requires no attention from participants and thus allows the evaluation of the cognitive status in children and the clinical AMC population,

---

<sup>1</sup> The study was funded by a grant from the Russian Science Foundation (project No. 20-68-47038).

providing information about the time course, localization and dynamics of language processing. A meticulous selection of Russian spoken word forms has been carried out for its auditory presentation during the oddball paradigm, varying in their phonological, lexical and semantic representation (words, pseudowords, verbs and nouns differing in specific phonemes). A different pattern of brain activation is expected between healthy controls and AMC children during speech comprehension, particularly during the processing of action-related language, likely reflected in differential activation at brain motor structures (see Fig. 1 for preliminary results on healthy controls). This finding would confirm the impairment at central level in children with AMC, allowing to adjust the clinical approach to both motor and cognitive dysfunction in this population and thus improving their learning and education.

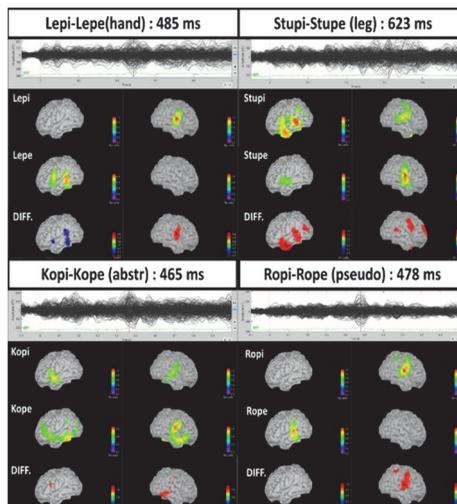


Fig. 1. Preliminary results for MEG data in healthy controls (n = 1, 9 years old). Panels show the brain localization of MMN responses (contrast between standard and deviant stimuli) across the four linguistic conditions

### References

1. Blagoveschenskiy E.D., Agranovich O.E., Kononova E.L., Baidurashvili A.G., Nazarova M.A., Shestakova A.N., et al. (2018). Characteristics of electrophysiological activity of the cerebral cortex in children with arthrogyposis. *Neuromuscul. Dis.* 8, 25–32. doi:10.17650/2222-8721-2018-8-2-25-32.
2. Blagovechtchenski E., Agranovich O., Kononova Y., Nazarova M., Nikulin V.V. (2019). Perspectives for the Use of Neurotechnologies in Conjunction With Muscle Autotransplantation in Children. *Front Neurosci.* 2019;13:99. doi:10.3389/fnins.2019.00099.

# Profiles of laterality of motor and sensory functions among the Nenets and the Slav children in the North of Siberia<sup>1</sup>

V.A. Lobova

Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia  
va-lobova@yandex.ru

*Keywords: Laterality profile of motor and sensory functions, the Nenets, the Slavs, the North of Siberia.*

In the course of the study, the profiles of sensorimotor asymmetries that are most prevalent among the Nenets and Slavs of childhood are revealed, which generally offers prospects for predicting and preventing school failure. An analysis of the distribution of the lateral profiles among both the Nenets and the Slavs showed that the right type of laterality often manifests itself in the motor sphere, less often in the visual sphere and even less often in the hearing one. Among the Nenets boys, the dominance of right signs over the left is more common than among girls, only in the visual system. At the same time, for girls, the dominance of the right signs in the hearing-speech system is found more often than for boys, regardless of ethnicity.

**Introduction.** The problem of studying the features of the functional asymmetry of a person and the complexity of the interaction between motor and sensory functions that characterize the profile of the lateral organization of the brain is relevant for pedagogy. Given that modern science has accumulated a significant amount of material in relation to the functional asymmetry of the brain, however, a unified approach to the study of lateral specialization has not yet been developed, and the data obtained by different authors are often contradictory and are not used in the field of organization of education.

The mechanisms of inter-hemispheric interaction and their significance for mental processes and the formation of school success served as the basis for conducting research on the types of lateral profiles, considering the selection of combinations of functional asymmetries of the leading arm, ear and eye among the Nenets and the Slavs of childhood. An analysis of the combination of three types of asymmetries suggested determining the profile of the lateral organization (PLO) of the brain and fixing the frequency of occurrence of different types among the Nenets and the Slavs of childhood in the North of Siberia.

**Materials and methods.** The survey was conducted in the conditions of educational institutions with the participation of 89 children, including 38 (42.7 %) Nenets and 51 (57.3 %) Slavs. The average age of the Nenets was  $13.7 \pm 2.1$  years, of the Slavs was  $13.3 \pm 2.5$  years. The laterality profiles of motor and sensory functions were determined by three signs: the leading arm, ear, eye. Tests of Luria (to

---

<sup>1</sup> This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research No. 18-413-860009.

take an object from the table, applause), Berman (to draw two circles at the same time by both hands), Lutz (finger crossing), Ludwig (Napoleon's posture) were used to determine the leading hand. Tests of Berman (test with a clock, a stopwatch in three positions), Groden (to attach the ear to the wall through a kaleidoscope), Surwillo (telephone tapping) were used to determine the leading ear. The leading eye was determined on the basis of the carried-out tests of Luria (looking through a hole in cardboard, pipe), Rosenbach (fixing a pencil on a dot), Berman (tilting the head when writing the name), as well as «squinting eyes» and «hole in the map» tests (fixing object through a small hole at arm's length). The intensity of asymmetry was established using the coefficients of motor and sensory asymmetry (Ka) of the arm, ear, eye. Statistical processing of the results was carried out using the BioStat program. The analysis of the distribution of signs and their numerical characteristics was made. The significance of differences was assessed by Student's t-test. The connection between the studied parameters was determined using the Spearman's rank correlation coefficient.

**Results.** The analysis of the correlations of the types of inter-hemispheric asymmetry within the three analyser systems for children according to the «leading hand – ear – eye» scheme made it possible to single out 7 combinations. The high number of children, both among the Slavs and the Nenets, had a mixed profile when various combinations of left and right signs were noted in the motor and sensory sphere. The profile of the laterality of motor and sensory functions is indicated by three letters according to the scheme «leading hand – ear – eye», indicating right- and left-hand asymmetry (R, L).

In the group of the Nenets children, pure right-handers, RRR profile with a predominance of the right hand, right ear and right eye dominated. The specified profile was recorded 2 times more often among girls than among boys (46.1 and 25.0 %, respectively). Also, often in the group of the Nenets children, the RLR profile was recorded. This profile prevailed in the boys' group compared with girls (50.0 and 23.1 %, respectively). A type of PLO with a predominance of the right hand, left ear and left eye (RLL) was found among the Nenets children in 13.5 % of cases, the profile was slightly more common for boys than for girls (16.7 and 11.5 % respectively). Approximately every tenth Nenets child recorded the type of RRL (10.5 %), however, while analysing separately for boys, this profile was not revealed, in turn, for girls it was in 15.5 % of cases. The combination of signs of a leading left hand, left ear and right eye (LLR) among the Nenets children was recorded in 2.6 % of cases (males). Similarly, all left signs (LLL) were noted among the Nenets children in 2.6 % of cases (females).

Among the Slavs, the RLR profile with a predominance of the right hand, left ear and right eye was recorded more often than others (37.2 % of cases), among boys 2 times more often than among girls (48.0 and 23.1 %, respectively). RRR profile was found in 35.5 % of cases. The ratio of persons by gender with the specified profile among the Slav children was identical to the group of the Nenets children (46.2 and 24.0 % respectively). The lateral profile with a predominance

of left signs in the sensory sphere (RLL) among the Slav children was found in 15.7 % of cases, while the differences by gender were insignificant (16.0 % were boys, 15.4 % were girls). However, when comparing, among the Nenets children, differences by gender were more expressed than among the Slavs, with a predominance of such in the group of boys.

In turn, the RRL profile among children of the Slavs was recorded in 5.9% of cases; more often among boys than among girls (8 % were boys; 3.8 % were girls). It should be noted that among the Nenets children the specified profile was observed only for girls, while for boys it was not fixed. The lateral profile with a predominance of the right signs in the sensory sphere (LRR) was found among the Slav children in 3.9 % of cases with minor differences in gender (4.0 % – boys, 3.8 % – girls). Also, among the Slav children was found a type that was not found among the Nenets children – LLR. In turn, among the Nenets children was identified a type, which in the group of Slavs was not marked – LRR.

Summarizing the description, it should be noted that further study of the types of PLO among children of the northern region is necessary, identifying their significance for cognitive functioning and the success of children's learning.

#### *References*

1. Demaree H.A., Everhart D.E., Youngstrom E.A., Harrison D.W. 2005. Brain Lateralization of Emotional Processing: Historical Roots and a Future Incorporating «Dominance» // Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews 4, 3-20.
2. Bezrukikh M.M.; Khromova S.K.; Zeldovich Ya.I. 2009. Features of Speech Development Among Children of 6-7 and 9-10 Years Old, with Different Laterality of Profiles of Motor and Sensory Functions // New research 3 (20), 5-14.
3. Antropova L.K.; Andronnikova O.O.; Kulikov V.Yu.; Kozlova L.A. 2011. Functional Asymmetry of the Brain and Individual Psychophysiological Features of a Person // Medicine and Education in Siberia 3, 4.
4. Stepanova G.K. 2015. Types of Individual Profile of the Asymmetry of the Hemispheres in the Yakuts // Far East Medical Journal 2, 75-78.

## **Кросскультурное сравнение нейросемантических карт активности мозга для русского и английского языка<sup>1</sup>**

*В.Л. Ушаков<sup>1,2,3</sup>, З.А. Носовец<sup>4</sup>, Л.Я. Зайдельман<sup>4,5</sup>, В.А. Орлов<sup>4</sup>,  
С.И. Карташов<sup>4</sup>, Д.Г. Малахов<sup>4</sup>, А.А. Котов<sup>4,5</sup>,  
В.И. Заботкина<sup>5</sup>, Б.М. Величковский<sup>4,5</sup>*

<sup>1</sup>*Институт перспективных исследований мозга МГУ  
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*НИЯУ МИФИ, Москва, Россия*

<sup>3</sup>*ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева  
Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия*

<sup>4</sup>*НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия*

<sup>5</sup>*Российский государственный гуманитарный университет,  
Москва, Россия  
t1uq@yandex.ru*

Ключевые слова: *нейросемантические карты, нейросети, фМРТ.*

В то время как обработка речи в коре головного мозга демонстрирует значительную левостороннюю латерализацию (Ardila, 2015), понимание естественного текста и обработка семантики речи является когнитивной функцией более высокого порядка и, таким образом, может демонстрировать гораздо более сложную и распределенную локализацию мозга (Luria, 1974). Действительно, язык может обозначать любой аспект наблюдаемого мира или субъективного опыта. Речь может относиться к визуальному, тактильному, тактильному или обонятельному представлению реального объекта, а также к опыту его эмоционального восприятия или его концептуальной обработки (Damasio et al., 2004). Таким образом, устройство распознавания речи в мозгу человека может взаимодействовать с другими системами обработки и представления во время анализа устного текста. В нашей работе мы исследуем локализацию семантических категорий, присвоенных текстовым словам, во время понимания устного повествования. В этом исследовании использовалась методология, предложенная Александром Хутом и его коллегами (2016), где впервые было показано, как семантическая информация представлена во всей когнитивной системе по сравнению с исследованиями, в которых проверялось лишь несколько условий стимула

---

<sup>1</sup> Работа частично выполнена при поддержке РФФ (грант № 17-78-30029) и гранта Министерства науки и высшего образования РФ (грант № 075-015-2020-801).

(живые существа, инструменты, продукты питания и др.). В результате исследования Huth et al. были представлены семантические карты английского языка на коре головного мозга. В качестве звуковых стимулов использовались естественные разговорные биографические тексты на английском языке с одновременной записью активности нейронных сетей мозга с помощью функциональной МРТ для семи испытуемых. Исследователи обнаружили, что семантическая карта английского языка почти симметрично покрывает поверхность коры правого и левого полушарий мозга. В данной работе рассматривается вопрос о латеральности нейросемантических представлений русского языка.

В качестве стимульного материала было выбрано пять текстов. Эти пять историй представляют собой повествования от первого лица, описывающие события личной жизни: каждая – небольшая эмоциональная история автора. Тексты были записаны профессиональным исполнителем и устно представлены испытуемым на фМРТ экспериментах. Все тексты сопровождалась лингвистической разметкой: каждое слово аннотировалось семантическим вектором в зависимости от расстояния от слова до 997 наиболее употребляемых слов русского языка.

В исследовании приняли участие 25 человек (носители русского языка, все правши). Чтобы контролировать вовлеченность, мы попросили испытуемых после эксперимента заполнить анкету. Испытуемые должны были оценить значимость каждого текста по пятибалльной шкале. Для дальнейшего анализа мы выбрали испытуемых, которые дали 4 или 5 баллов как минимум трем текстам из пяти. Для формирования наиболее презентабельной выборке испытуемых проводилась оценка значимости зарегистрированного BOLD-сигнала по сравнению с состоянием покоя. В качестве критериев была выбрана активность мозга во всех вокселях и, в частности, в некоторых значимых зонах, таких как гиппокамп и миндалины. Следуя этим двум принципам, мы выбрали семь человек для дальнейшего анализа (5 женщин и 2 мужчин, средний возраст 23,8 года).

Семантика стимулирующего материала была формализована для дальнейшего анализа, чтобы каждое слово в текстах получило семантическую и временную разметку. Для выравнивания по времени время начала и окончания каждого устного слова вручную аннотировалось в программном обеспечении для аннотации речи ELAN – в миллисекундах от начала текста. Для семантической разметки каждому слову был приписан 300-мерный вектор *word2vec*, автоматически извлеченный на основе совместного появления слов в Русском национальном корпусе и русской Википедии (Kutuzov et al., 2017). После этого были выбраны ключевые слова: 500 наиболее употребляемых русских существительных и 497 наиболее употребляемых русских глаголов (Lyashevskaya et al., 2009). Все эти характер-

ные слова были размечены с использованием одной и той же семантической модели распределения word2vec. Основываясь на векторах word2vec, для каждого исходного текстового слова было вычислено сходство с каждым из слов-признаков как косинусные расстояния их векторов. Кроме того, каждое текстовое слово получило 997-мерный вектор представления как сходство слова с каждым из 997 характерных слов.

Данные МРТ были получены с использованием томографа 3T SIEMENS Magnetom Verio MR. Была использована фМРТ последовательность TR = 2000 мс, TE = 25 мс, толщина среза = 3 мм, угол поворота = 90 °, FOV = 192x192 мм. Полученные анатомические данные и данные фМРТ обрабатывались с помощью программы SPM8. Построение семантической карты проводилось по методу, предложенному Huth et al. для построения нейросемантических карт английского языка. После всех процедур предобработки для кластерного анализа и построения нейросемантических карт было выделено 162 слова. Мы использовали иерархическую кластеризацию, метод полного связывания. Был выбран порог отсечения 1, в результате мы получили 12 кластеров с мощностью от 5 до 23 слов. Некоторые слова имели сравнимые расстояния до центров нескольких кластеров и, следовательно, не могли быть отнесены к одному кластеру. Поэтому была применена дополнительная фильтрация слов. Для дальнейшего анализа мы выбрали слова, которые имели сходство с центром одного кластера на 15% больше, чем с центрами всех остальных кластеров. Эта фильтрация сократила количество слов до 111, и после пересчета центров кластеров новые кластеры были намного компактнее: расстояние каждого слова до центра его кластера было более чем в 2 раза меньше, чем до центра любого другого кластера. Все новые кластеры были названы в соответствии с семантикой слов внутри каждого кластера – восстановление, город, угроза, событие, функция, конфронтация, депривация, опыт, цель, создание, порядок, попытка перемещения.

Поскольку каждый кластер может быть представлен своими словами, а матрица весов содержит значимость каждого вокселя для каждого признака, мы использовали матрицу стимулов в качестве матрицы преобразования признаков в слова и умножили ее на матрицу весов. Затем каждое слово имеет вес для каждого вокселя. Мы нашли 250 наиболее репрезентативных вокселей для каждого слова в каждом кластере, а также воксельные представления для каждого кластера. На основе нейросемантического подхода к ситуационным текстам мы построили карты коры головного мозга для выделенных 12 семантических кластеров. Эти семантические кластеры демонстрируют симметричное распределение по коре головного мозга и похожи по форме для русского и английского языков, что предположительно указывает на универсальный характер механизма, формирующего когнитивные группы на основе индивидуального опыта. Помимо корковых

областей, в формировании семантических кластеров участвуют подкорковые структуры, области мозжечка и стволовые структуры. Полученные кластеры в рамках теории интегрированной информации можно охарактеризовать как концептуальные структуры индивидуального опыта.

## **Мозг Разума: непостижимая мощь в математике, нравственный закон и свобода воли**

*В.И. Майоров*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия.  
vimaiorov@mail.ru*

Ключевые слова: *разум, свобода воли, целенаправленные действия, привычки.*

«Непостижимая мощь математики в естественных науках» (Wigner 1960) не оставляет «вещи в себе». Математический Платонизм (Пенроуз 2007) утверждает, что математические формы существуют в Платоновом мире идей, который Поппер 2014 поместил в мозг человека. Каково происхождение и физиологический механизм «непостижимой мощи» *мозга* в математике (Lacoff and Núñez 2000)? *Очевидно*, что этот механизм не мог появиться путём естественного отбора, хотя бы потому, что возраст математики всего несколько тысяч лет. А.Р. Уоллес писал, что эволюция кончается в голове человека, положив ей предел в человеческом разуме. Понимание физиологических механизмов «фазового перехода» от мозга обезьяны к «мозгу математика» особенно важно в связи с намерением создать «сильный» искусственный интеллект (искусственный Разум, иР) (Marcus and Davis 2019). Изучение нейронных механизмов способности к математике, *начиная с простых арифметических задач*, представляется ключом к пониманию и воспроизведению общих механизмов Разума.

Существование Платонова мира математических форм подразумевает такую возможность и для этических норм и нравственного закона. «Путеводные образы (на которые нам следует ориентироваться в своих поступках и к которым мы в лучшем случае можем только приближаться) возникают не из наблюдения непосредственно воспринимаемого мира, а коренятся в сфере лежащих за ним структур, которую Платон называл царством идей и о которой в Библии сказано: Бог есть дух». (Гейзенберг 2006).

С другой стороны, «...предполагается, что бытийственных законов добра и зла не существует и всё тут предоставлено человеку, у которого по существу единственный критерий истины: она должна его удовлетворять,

его покоить, давать ему комфорт, пользу, удовольствие. Когда пришли к этому положению древние софисты и европейские люди XVIII столетия, это было оба раза признаком умирания» (Ухтомский 2008)

Как согласовать иР с «суперпозицией» Дарвиновского и Кантовского в природе человека? Как совместить «дальние пределы» развития иР – «собственное совершенство, счастье другого» (Кант 2007), «the conjunction of all positive attributes» (Gödel 1995), – с распространяющимся мемом «Человек отменяется» («коллапсируя» к Дарвиновскому человеку) (Фукуяма 2004)?

Вопрос о «свободе воли» в принципе был решён в философии Канта (2007). Разум свободен постольку, поскольку находит основания для своих решений в Платоновом мире математических ли форм, этических ли норм, вопреки навязываемым эволюцией «склонностям». Серль 2004 предложил мысленный эксперимент, который, коротко, можно свести к ответу на вопрос, предопределён ли наш выбор (товара) состоянием мозга в момент, когда мы только раскрываем каталог? Например, чтобы провести электропроводку в доме, надо *математически рассчитать* тип и сечение проводов в зависимости от ожидаемой величины тока, следовательно, выбор будет определяться не состоянием мозга в момент открытия каталога, а результатом *вычислений* на основе математических формул. Близкую точку зрения на свободу воли высказал С. Деан 2018: «машина, наделённая свободой воли – это... просто краткое описание того, чем являемся мы сами». Стоило бы, разве что, уточнить: Дарвиновская биологическая машина, наделённая Кантовской свободой воли.

В экспериментах Либета 1992 и последователей было показано, что изменения электрической активности мозга, предшествующие действию, намного опережают осознание намерения к действию. Эти результаты использовались для отрицания свободы воли. Однако хорошо известно, что осознание решения задачи всего лишь завершает процесс решения, который может сколь угодно долго происходить, оставаясь за границами сознания. Свобода воли – свойство не сознания, а мозга.

Если нравственный закон существует в Платоновом мире идей или Кантовском мире «ноуменов» рядом с математическими структурами и подобно им открывается Разуму, как он управляет здесь-поведением? Кант писал как о непостижимой загадке о том, что для этого разум должен иметь способность вызывать чувства. «Чтобы хотеть того, для чего один лишь разум предписывает долженствование чувственно возбуждаемому разумному существу, – для этого требуется, конечно, способность разума возбуждать чувство удовольствия или расположения к исполнению долга... Однако совершенно невозможно уяснить себе... как может одна лишь мысль, не содержащая в себе ничего чувственного, вызвать ощущение удовольствия или неудовольствия... как чистый разум может быть практическим, – дать такое объяснение

никакой человеческий разум совершенно не в состоянии, и все усилия и старания найти такое объяснение тщетны» (Кант 2007).

«Мне кажется, – возражает Серль 2004 – что мы можем совершать множество поступков, в которых нет «чувства удовольствия», есть только признание реального основания для них... признания вескости основания достаточно, чтобы мотивировать действие».

В физиологии различают действия, «мотивированные вескими основаниями» («goal-directed actions») (de Wit and Dickinson 2009) и привычки («habits»), выполняемые без всяких оснований. Например, хорошо обученное животное продолжает нажимать на рычаг, служащий для получения пищевого подкрепления, даже испытывая равнодушие (после насыщения) или отвращение к пище (после выработки пищевой аверсии). Целенаправленное поведение и привычки реализуются разными нейронными системами. Можно предположить, что именно физиологический механизм привычки используют Разум и Воля для преодоления (Кантовского) разрыва между добродетелью (здесь) и благом (там).

#### *Список литературы*

1. Wigner E. 1960. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. Communications on pure and applied mathematics 13, 1-14.
2. Пенроуз Р. 2007. Путь к реальности или законы, управляющие вселенной. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований.
3. Поппер К. 2014. Неоконченный поиск. М.: Праксис.
4. Lacoff G., Núñez R.E. 2000. Where mathematics comes from. NY.: Basic Books.
5. Marcus G., Davis E. 2019. Rebooting AI: building artificial intelligence we can trust. New York: Pantheon Books.
6. Гейзенберг В. 2006. Естественнаучная и религиозная истина. В кн.: Гейзенберг В. Избранные философские работы. СПб.: Наука, 255 – 274.
7. Ухтомский А.А. 2008. Лицо другого человека. СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха.
8. Кант И. 2007. Основы метафизики нравственности. В кн.: И. Кант. Критика практического разума. СПб.: Наука, 53 – 119.
9. Gödel K. 1995. Collected works. Volume III. Unpublished essays and lectures. Solomon Feferman (ed.) New York Oxford: Oxford University Press, 388 – 404.
10. Фукуяма Ф. 2004. Конец истории и последний человек. М.: Издательство АСТ.
11. Серль Д. 2004. Рациональность в действии. М.: Прогресс – Традиция.
12. Деан С. 2018. Сознание и мозг. Как мозг кодирует мысли. М.: Карьера Пресс.
13. Libet B. 1992. The neural time-factor in perception, volition and free will. Revue de metaphysique et de morale 2, 255 – 272.
14. de Wit S., Dickinson A. 2009. Associative theories of goal-directed behaviour: a case for animal–human translational models. Psychological Research 73, 463–476.

## **Увеличение нейропроизводительности (neuroperformance) в случае непрямого использования метода биологической обратной связи**

*С.А. Евдокимов<sup>1\*</sup>, А.В. Пахтусова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУН институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН,  
С.-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>ГБУЗ «Детский психоневрологический санаторий "Комарово"»,  
ЛО, Россия*

*\*s\_evdokimov@mail.ru*

**Ключевые слова:** БОС, ЭЭГ, нейропроизводительность.

Метод биологической обратной связи (БОС) используется уже несколько десятилетий в нейротерапии. В данной работе использовался тренинг вариабельности сердечного ритма с целью повышения нейропроизводительности, которая оценивалась по ЭЭГ данным. Показана связь успешности тренинга с частотой их проведения. В нашем исследовании обнаружено, что увеличение нейропроизводительности связано с увеличением активности в теменно-височных областях головного мозга человека для состояния с открытыми глазами. Для состояния с закрытыми глазами эти изменения были найдены в лобно-центральной области.

**Введение.** Метод биологической обратной связи (БОС) используется уже несколько десятилетий в нейротерапии. Как правило параметры БОС выбирают для коррекции тех значений, что отличаются от нормативных. В данной работе использовался метод БОС-тренинга вариации сердечного ритма (The HeartMath Inner Balance) для улучшения параметров работы мозга, которые от нормы не отклоняются.

**Методы.** В экспериментальной работе принимало участие 9 испытуемых, средний возраст 13.7 лет,  $\pm 2.9$ , из них 5 мальчиков. Использовался прибор для БОС-тренинга HRV emWave®, пример изменения сердечного ритма (пульса) представлен на рис. 1. Курс занимал от 2 до 4 недель. Тренинги проводились 1-2 раза в день по 10-20 минут, в зависимости от состояния испытуемого. По результатам эффективность каждого тренинга оценивалась программой прибора на уровне в среднем выше 80 %. Регистрация ЭЭГ производилась с помощью 19-канального цифрового электроэнцефалографа «Мицар» в состоянии спокойного бодрствования с открытыми и закрытыми глазами. Запись ЭЭГ проводилась дважды – до и после курса занятий. Для выделения компонент спектров ЭЭГ использовали метод Infomax, описанный Makeig et al. 1996. Для определения локализаций выделенных компонент и получения трехмерных изображений источников их генерации был использован метод томографии низкого разрешения

sLORETA, который описан в работе Pascual-Marqui, 2002. Для оценки нейропроизводительности (это число от 85 до 115) была использована программа NeuroGuide. Метод ее оценки описан в работе Thatcher et al. 2005. В его основе использован метод дискриминантного анализа ЭЭГ данных, который может давать точность оценки выше 85 %, Евдокимов и др. 2014.

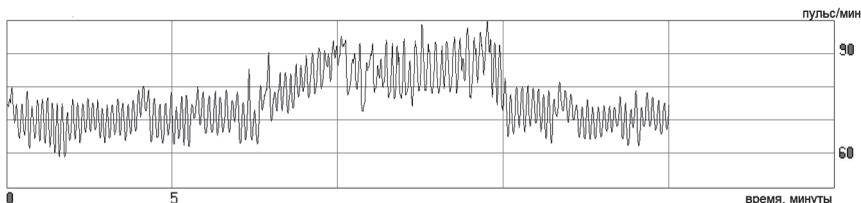


Рис. 1. Пример успешного тренинга сердечного ритма (правильный режим – 100 %)

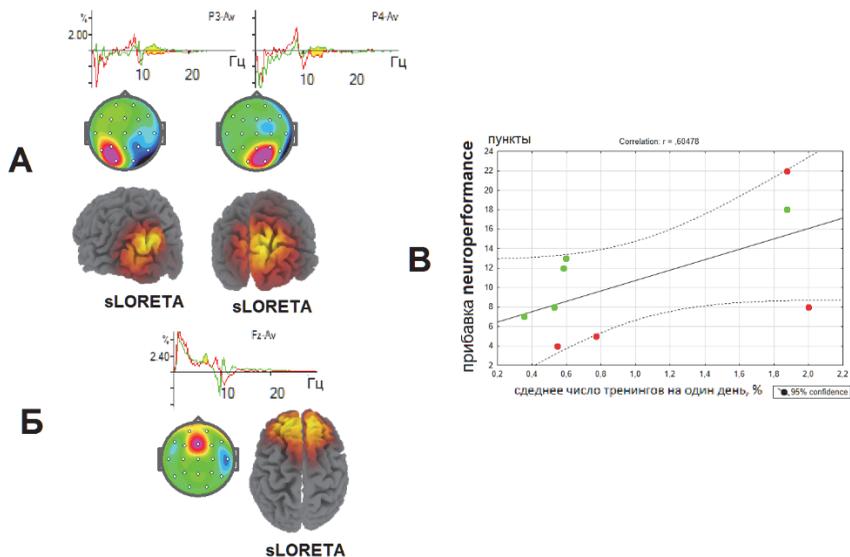


Рис. 2. Сравнительный анализ спектральных изменений ЭЭГ в состоянии с открытыми (А) и закрытыми (Б) глазами, а также прибавки нейропроизводительности после тренингов (В)

**Результаты.** На первом этапе оценивалось влияние длительности занятий, количества тренингов и число занятий в день на изменение нейропроизводительности. Выявлено только влияние количества занятий в день,

корреляция  $r = 0.6$ , на уровне статистической значимости  $p < 0.07$ , скатэрограмма представлена на рис. 2В. На втором этапе было выделено две группы по успешности результатов тренинга. В первую группу вошли 5 человек, значение нейропроизводительности которых достигло 110-115 пунктов (на рис. 2 они отмечены зеленым), вторая групп из 4 человек, у которых это значение после окончания тренингов оказалось ниже 110 пунктов (на рис. 2 они отмечены красным). Результаты сравнения спектров ЭЭГ для этих двух групп в состоянии с открытыми глазами представлены на рис. 2А. Источники активности от 10 до 13 Гц предположительно по sLORETA локализуются в 39 поле по Бродману для указанного состояния. Для состояния с закрытыми глазами значимое различие представлено на рис. 2Б, предположительно источники активности от 6 до 10 Гц по sLORETA – поля 8 и 9 по Бродману. Также на спектрах видно, что медленноволновая активности меньше 4 Гц для состояния с закрытыми глазами увеличивается, в то время как для состояния с открытыми глазами уменьшается для всех испытуемых в целом по всем отведениям.

**Выводы.** Для БОС тренинга больший вклад в успешность вносит частота тренингов, чем их продолжительность. Увеличение нейропроизводительности связано с увеличением активности в диапазоне 10–13 Гц в теменно-височных областях в состоянии с открытыми глазами, для состояния с закрытыми глазами эти изменения – в лобно-центральной области в диапазоне от 6 до 10 Гц.

#### *Список литературы*

1. Makeig S., Bell A.J., Jung T.P. et al. 1996. Independent component analysis of electroencephalographic data. Adv. in Neural Information Processing Systems. MIT Press, Cambridge, MA, 8, 145.
2. Pascual-Marqui R.D. 2002. Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. Methods & Findings in Exp. & Clinical Pharmacology, 24D, 5-12.
3. Thatcher R.W., North D., Bivera C. 2005. EEG and intelligence: Relations between EEG coherence, EEG phase delay and power. Clinical Neurophysiology, 116, 2129–2141.
4. Евдокимов С.А., Пронина М.В., Полякова Г.Ю. и др. 2014. Анализ независимых компонент вызванных потенциалов пациентов с установленными диагнозами шизофрения, обсессивно-компульсивное и депрессивное расстройство // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 64, 5. с. 500.

**Брести или бродить? Нестись или носиться?**  
**Глаголы, обозначающие быстрое или медленное движение,**  
**в ментальном лексиконе носителя русского языка**

Е.И. Риехакайнен<sup>1</sup>, А.А. Коновалова<sup>1</sup>, Э.К. Кожевникова<sup>2</sup>,  
И.С. Лазарева<sup>2</sup>, А.В. Мороз<sup>2</sup>, Т.М. Уколова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

<sup>2</sup>Образовательный центр «Сириус», Сочи, Россия

e.riehakajnen@spbu.ru

Ключевые слова: глаголы движения, ассоциативный эксперимент, ментальный лексикон, русский язык.

В любом языке есть явления (грамматические категории, лексико-грамматические группы слов и т.п.), которые оказываются особенно сложными для изучающих данный язык как иностранный: ошибки в употреблении данных слов и конструкций встречаются даже при хорошем уровне владения языком. Носители же языка, как правило, не испытывают затруднений в этих случаях, однако не могут сформулировать четкие правила использования тех или иных грамматических форм, слов или конструкций. В практике преподавания русского языка как иностранного к таким темам в первую очередь относят вид глагола и глаголы движения. На наш взгляд, описание того, каким образом данные явления представлены в ментальном лексиконе людей, для которых русский язык является родным, будет способствовать не только лучшему пониманию того, как осуществляется обработка и хранение языковых единиц носителем языка, но и доработке существующих методов объяснения этих явлений в иноязычной аудитории. Проведенные на материале русского языка исследования (Венцов и др. 2003; Венцов 2008; Ванюгина 2010; Риехакайнен 2014 и др.) демонстрируют, что в качестве метода изучения «грамматического компонента» ментального лексикона носителя языка может использоваться ассоциативный эксперимент.

В работе Е.И. Риехакайнен (2015) на материале семи пар частотных глаголов движения русского языка (*идти-ходить, ехать-ездить, бежать-бегать* и др.) было выдвинуто предположение о том, что однонаправленные (типа *идти*) и разнонаправленные (типа *ходить*) глаголы движения различаются в ментальном лексиконе носителя русского языка тем, «как распределены различные типы синтагматических ассоциаций в их ассоциативных полях» (Риехакайнен 2015: 52): количество синтагматических ассоциаций, выражающих направление (*куда?*), у глаголов первой группы значимо больше, чем у глаголов второй группы. В настоящей работе мы продолжаем данное исследование на материале глаголов, которые в одном из

своих значений (прямом или переносном) могут использоваться для обозначения движения человека по поверхности с той или иной скоростью (быстро или медленно).

Материалом исследования стали пять пар бесприставочных глаголов движения: *брести-бродить*, *лететь-летать*, *нестись-носиться*, *ползти-ползть*, *тащиться-таскаться*. В тестовую последовательность, кроме исследуемых 10 глаголов, были добавлены ещё 15 других глаголов в качестве филлеров (*сливать*, *прогуливаться*, *нагревать* и др.). Слова в тестовой последовательности были расположены так, чтобы глаголы-стимулы, образующие пару, не находились рядом; стимулы и филлеры чередовались.

В ходе эксперимента, который проводился на платформе Google Forms в октябре 2019 года, на экране компьютера последовательно предъявлялись глаголы в форме инфинитива. Участникам исследования нужно было записать первое слово, которое пришло на ум после прочтения каждого глагола. Участники не были ограничены во времени. В среднем эксперимент занимал 6-8 мин.

В эксперименте приняли участие 330 человек (273 женщины и 57 мужчин в возрасте от 18 до 70 лет, средний возраст – 37 лет). Эксперимент проводился анонимно; все участники дали свое письменное согласие на участие в нем. Процедура исследования одобрена Этическим комитетом междисциплинарных исследований (решение от 15.10.2019).

В целом, результаты эксперимента подтверждают сделанные в (Риехаккайнен 2015) наблюдения о том, что в реакциях на однонаправленные глаголы синтагматические ассоциации, реализующие значение направления, встречаются чаще, чем на разнонаправленные глаголы. Анализ всех реакций, полученных на каждый из глаголов-стимулов, показал, что ассоциативное ядро (реакции, которые были даны не менее чем 10 % участников эксперимента) удается выделить только для 6 из 10 глаголов; для глаголов *брести*, *таскаться*, *ползти* и *ползть* не было зафиксировано ни одной реакции, которая вошла бы в ассоциативное ядро. Это, по всей видимости, свидетельствует о том, что у носителей русского языка нет типичных ассоциаций на данные глаголы, что может быть обусловлено их низкой частотностью в языке.

Только для пары *нестись-носиться* можно говорить о том, что движение человека по поверхности с той или скоростью в равной мере актуализируется для обоих глаголов из пары: реакции *бежать* (38,2 % всех реакций) и *бегать* (37,2 %) соответственно являются самыми частотными для этих глаголов. Для глагола *тащиться* синтагматическая ассоциация *медленно* является единственной ядерной (11,8 % всех ассоциаций), а для глагола *таскаться* встречается только один раз. В паре *ползти-ползть* это значение встретилось только для однонаправленного глагола (реакции *медленно идти*, *идти медленно*, *идти еле-еле*). Для пары *лететь-летать* значение быстрого перемещения в пространстве преобладает среди реакций на однонаправленный

глагол: *мчаться, бежать, быстро двигаться, быстро ехать, нестись*, в то время как среди реакций на глагол *летать* есть лишь один подобный ответ (*носиться*). На основе этих данных можно говорить об асимметрии в реализации данного значения – оно в большей степени ассоциировано у носителей языка с однонаправленными глаголами.

Данные о наиболее типичных ассоциациях на рассмотренные глаголы движения могут применяться в практике преподавания русского языка как иностранного – при составлении упражнений на отработку глаголов движения: лексические единицы из синтагматических ассоциаций могут быть использованы в примерах контекстов употребления данных глаголов или в заданиях на заполнение пропусков; на основе парадигматических ассоциаций могут строиться определения данных глаголов и синонимические ряды.

#### *Список литературы*

1. Венцов А.В. 2008. Ментальный лексикон и ассоциативный эксперимент // Проблемы порождения и восприятия речи: материалы VII выездной школы-семинара. Череповец: Череповец. гос. ун-т, 26–31.
2. Венцов А.В., Касевич В.Б., Ягунова Е.В. 2003. Корпус русского языка и восприятие речи // Научно-техническая информация. Сер. 2: Информационные процессы и системы 6, 25–32.
3. Ванюгина М.С. 2010. Сочетаемость приставочных глаголов движения в современном русском языке: корпусное и экспериментальное изучение. Дис. на соиск. учен. степ. к.филол.н. Череповец: Череповец. гос. ун-т.
4. Риехакайнен Е.И. 2014. Видовые пары глаголов и ассоциативные связи в ментальном лексиконе носителя русского языка // XLII Международная филологическая конференция: избранные труды. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 265–274.
5. Риехакайнен Е.И. 2015. Непереходные глаголы движения в ментальном лексиконе носителя русского языка // Социо- и психолингвистические исследования 3, 50–53.

## **Антропология как когнитивная наука: споры о границах исследовательских программ**

*Е.М. Ананьева*

*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия*

*e.ananeva@spbu.ru*

*Ключевые слова: когнитивные науки, антропология, культура, интерпретация, междисциплинарность.*

Когда в 2012 году авторы (Beller et al. 2012) на страницах специального тематического номера *Topics in Cognitive Science* заявили о «побеге» антропологии из известного шестиугольника когнитивных наук, они, несомненно, надеялись полемически заострить проблему и вынести полемику за пределы сообщества антропологов. Их тезис, тем не менее, был сформулирован не только исторически, но и методологически: антропология не нашла себе места внутри когнитивной программы, в рядах антропологов все чаще звучат голоса, ставящие под сомнение возможности взаимодействия научных программ антропологии и когнитивных исследований. Такое скандально звучащее заявление было подкреплено не только данными социологических опросов, в которых приняли участие практикующие культурные антропологи, но и теоретическими соображениями: исходные предпосылки, которые по умолчанию разделяют в своей практике антропологи, входят в конфликт с программными установками когнитивистики. Ключевой тезис, по поводу которого возникло разногласие исследовательских программ – статус уникального в антропологическом знании (в культурно-историческом и в логико-методологическом смысле). Следствие этих разногласий – разная оценка приобретений и потерь для полевых антропологических исследований от использования когнитивных методов.

Хотя в том же тематическом номере вышеупомянутая статья публиковалась вместе с рядом других выступлений, в том числе со статьей Сары Ансворт (Sara J. Unsworth), в которой защищалась противоположная позиция (Unsworth S.J. 2012): десятилетия разработки когнитивной программы исследований в антропологии дали показательные образцы продуктивного взаимообогащения когнитивных и антропологических подходов; хотя аргументы противоположной стороны звучали весьма убедительно, это не закрыло дискуссию, обсуждение имело продолжение (J.Kiper 2014, I.Keen 2014, D.Ludwig 2018); в том числе в других исследованиях авторов проблемной статьи (A.Bender & S. Beller 2016).

Если в попытке оценить позиции участников противостояния мы дадим себе труд воспринять отмеченные тенденции как симптом подспудно идущих в научном сообществе процессов, мы сможем обнаружить, что тематический номер *Topics in Cognitive Science* – не первый опыт переосмысления места антропологии в сообществе когнитивных дисциплин. Маргарет Боден (Margaret A. Boden), подводя итоги развития когнитивных наук на рубеже XX и XXI столетий, описала его как историю «войн» в когнитивистике и предложила свой сценарий противостояния антропологии и когнитивной программы, посвятив этому главу с выразительным названием «Тайна исчезнувшей дисциплины» (M. Boden 2006: 515-590). Драматургия сценария, предложенного исследователем, задается парадоксом: хотя ученые, стоявшие у истоков когнитивного поворота, разными обстоятельствами и по разным поводам были связаны с ведущими школами культурной антропологии (или сами являлись антропологами), антропология оказалась самым неустойчивым элементом известной схемы когнитивных наук, ее слабым звеном. Выразительный пример такого ухода антропологии «в тень» с передовых рубежей – исследование так называемых «систем родства». Определение степеней родства и их наименований было в антропологии на протяжении десятилетий одним из любимых сюжетов, предметом интереса самых разных антропологических школ от эволюционистов (в конце XIX века) до структуралистов в XX столетии. Эта проблема представлялась первому поколению когнитивных ученых прекрасным материалом для отработки своих подходов (M. Boden 2006: 523). Но последнее десятилетие прошлого века, затронутое постмодернистскими влияниями в гуманитарных науках, развело когнитивных антропологов и структуралистов (и постструктуралистов) по разные стороны баррикад в спорах о методологии и о допустимых стилях научного изложения, и продуктивного диалога и конвергенции методов на этом потенциально интересном обоим сторонам материале не получилось (M. Boden 2006: 539). И эти противостояния относительно недавнего времени – опять же не первый звонок, сообщающий о серьезных проблемах. Еще в середине 70-х сообщество антропологов массово перешло в оппозицию к когнитивным методам под влиянием ряда выступлений в научных изданиях и средствах массовой информации Клиффорда Гирца, одного из лидеров так называемой интерпретативной (герменевтической) антропологии (M. Boden 2006: 531). Описывая эту уже относительно давнюю историю, Маргарет Боден обращает внимание на процессы, показательно схожие с теми, которые фиксируют Зигхард Беллер с соавторами: исследовательские сообщества культурных и когнитивных антропологов и сети научных коммуникаций, связанные с профильными журналами, развиваются в центростремительной, а не в центробежной логике. Интересно отметить, что в таком поле высокого напряжения и повышенной чувствительности к нарушениям принятых в каждом из сообществ норм, нетерпимости когнитивистов к вторжению беллетристики

в строгую науку, показательный пример представляет монография одного из основателей когнитивной антропологии, Роя д'Андрате. Монография завершается разделом (R.D'Andrade 2003: 241-244), который когнитивный антрополог всецело посвящает полемике с конкурирующей исследовательской программой (прежде всего с тем же К.Гирцем, его известной формулой «human nature minus culture»<sup>1</sup>). Для обоснования своих взглядов автор вынуждено вторгается на чужую, гуманитарную, территорию, переходит в другой «стилистических регистр», в область теоретических и философских обобщений.

Представляется, что предьявленные позиции дают интересный материал для обсуждения границ научных программ и одновременно позволяют прояснить варианты подходов, которые делают возможным такой сравнительный анализ.

#### *Список литературы*

1. Beller S., Bender A., Medinc D. L. 2012. Should Anthropology Be Part of Cognitive Science? *Topics in Cognitive Science* 4, 342–353.
2. Unsworth S.J. 2012. Anthropology in the Cognitive Sciences: The Value of Diversity. *Topics in Cognitive Science* 4, 1–8.
3. Kiper J. 2014. Why Anthropology Remains Integral to Cognitive Science. *Topics in Cognitive Science* 6, 151–152.
4. Keen I. 2014. Does Cognitive Science Need Anthropology? *Topics in Cognitive Science* 6, 150–151.
5. Ludwig D. 2018. Does Cognition Still Matter in Ethnobiology? *Ethnobiology Letters* Vol. 9, No. 2, 269-275.
6. Bender, A., and S. Beller. 2016. Current Perspectives on Cognitive Diversity. *Frontiers in Psychology* 7, 509.
7. Boden M. A. 2006. *Mind as Machine. A History of Cognitive Science*. Vol. 1 Oxford: Clarendon press.
8. D'Andrade R. 2003. *The Development of Cognitive Anthropology*. Cambridge: University Press.

---

<sup>1</sup> Это часто цитируемое высказывание К.Гирца приводит в своей монографии Маргарет Бодер (M.Boden 2006 533): «The study of human nature minus culture does not produce a more basic understanding of the human but an understanding of a protohuman, a creature that is all bioessence but lacking recognizable qualities of human existence». (Изучение человеческой природы за вычетом культуры не дает более базового понимания человека, а (дает) понимание прото-человека, существа, которое является биологической субстанцией, но не обладает узнаваемыми качествами человеческой экзистенции.)

## Особенности влияния направления взгляда и зрительного внимания пользователя на эффективность работы П300 ИМК

А.С. Пронина<sup>1</sup>, А.Я. Каплан<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики», Москва, Россия

*a.pronina@hotmail.com*

Ключевые слова: *интерфейс-мозг компьютер, П300, взгляд, внимание.*

Интерфейсы мозг-компьютер (ИМК) предоставляют пользователю возможность осуществлять управление компьютером при помощи регистрации электрической активности мозга, исключая или сводя к минимуму необходимость физической активности. Среди не инвазивных зрительных ИМК одними из наиболее значимых являются интерфейсы, основанные на определении П300 – эндогенного компонента потенциала, связанного с событиями (ПСС) (Allison et al. 2020). Успешное функционирование П300 ИМК в значительной степени зависит от способности пользователя удерживать внимание на целевом внешнем стимуле. Опираясь на результаты исследований (Brunner et al. 2010, Frenzel et al. 2011), мы предположили, что снижение точности работы интерфейса может быть связано с тем, что во время выбора целевого стимула направления взгляда и внимания пользователя ИМК не соответствуют друг другу. Была выдвинута гипотеза, что при искусственном моделировании ситуации рассогласования направления взгляда и внимания картина вызванных потенциалов будет существенно отличаться для стимула, на который направлен взгляд, стимула, на котором сконцентрировано внимание, и стимула, на котором сфокусированы и взгляд, и внимание, как в случае использования матричного П300 ИМК, первоначально описанного в работе Farwell and Donchin (1988).

Были проанализированные данные о направлении взгляда, полученные при помощи айтрекера SMI RED 500 (SensoMotoric Instruments GmbH, Berlin, Germany) и электроэнцефалограммы, полученные с 42 каналов усилителя NVX 52 (ООО Медицинские компьютерные системы, Зеленоград, Россия) от 24 здоровых добровольцев. В ходе эксперимента участники использовали матрицу П300 ИМК размером  $6 \times 6$  стимулов для набора текста в двух режимах: «классическом», в котором взгляд и активное внимание были направлены к одному стимулу, и «разделенном», в котором взгляд и активное внимание были направлены к двум различным, но близко расположенным стимулам.

По результатам анализа направления взгляда было обнаружено, что точность П300 ИМК значимо снижается для стимула, на который направлено только активное внимание пользователя, но не его взгляд: в этом случае медианная точность составляет только 5 %, против 80 % для стимула, на который направлен только взгляд, но не внимание, и 90 % для «классического» режима ( $p < 0,0001$ ; тест медиан Муда). При этом время взгляда в границах стимула, на которое должно было быть направлено внимание, но не взгляд, значимо коррелирует с точностью для этого стимула ( $p = 0,012$ ; тест Спирмена). Дисперсия направления взгляда значимо повышается ( $0,44^\circ$ ;  $p = 0,004$ ; парный t-тест), а время, проведенное в границах стимула, на который был направлен взгляд пользователя, значимо снижается ( $19,0$  с;  $p = 0,003$ ; парный t-тест) в «разделенном» режиме, по сравнению с «классическим» ( $0,42^\circ$  и  $20,5$  с соответственно).

Данные электроэнцефалограммы анализировали при помощи построения общих линейных моделей для амплитуды и латентности разностной кривой компонента П300, и амплитуды и латентности разностной кривой раннего компонента Н100. В качестве факторов были выбраны тип стимула («только взгляд», «только внимание», «внимание + взгляд»), отведение (Cz, Cp1, Cp2, P3, Pz, P4 – для П300 и Po3, Po4, Oz – для Н100) и испытуемый. Было обнаружено, что тип стимула значимо ( $p < 0,0001$  во всех случаях) влияет как на амплитуду, так и на латентность П300. Амплитуда П300 значимо убывает в ряду «внимание + взгляд», «только внимание», «только взгляд»:  $1,85$  мкВ  $<$   $3,09$  мкВ  $<$   $3,62$  мкВ. Латентность П300 значимо повышается для стимула, на который направлено внимание, но не взгляд пользователя ИМК:  $423$  мс против  $375$  мс («только взгляд») и  $386$  мс («внимание + взгляд»). Для Н100 тип стимула оказывает значимое влияние ( $p < 0,0001$ ) на амплитуду Н100: для стимула, на который направлено внимание, но не взгляд пользователя амплитуда составляет  $0,98$  мкВ против  $2,55$  мкВ («только взгляд») и  $-2,24$  мкВ («внимание + взгляд»). Разностные кривые для разных типов стимулов и отведений представлены на рис. 1.

Полученные результаты хорошо согласуются с изначальной гипотезой и данными, представленными в более ранних исследованиях, и подчеркивают решающий вклад фовеации стимула и раннего зрительного компонента Н100, в эффективность «классического» П300 ИМК. Более поздняя латентность компонента П300 в ситуации, когда на ключевой стимул направлено только внимание пользователя («скрытое» ориентирование внимания), предположительно, также оказывает влияние на значительное снижение точности ИМК. Скорее всего, сдвиг латентности обусловлен ростом когнитивной нагрузки, что косвенно подтверждается также увеличением дисперсии взгляда в «разделенном» режиме.

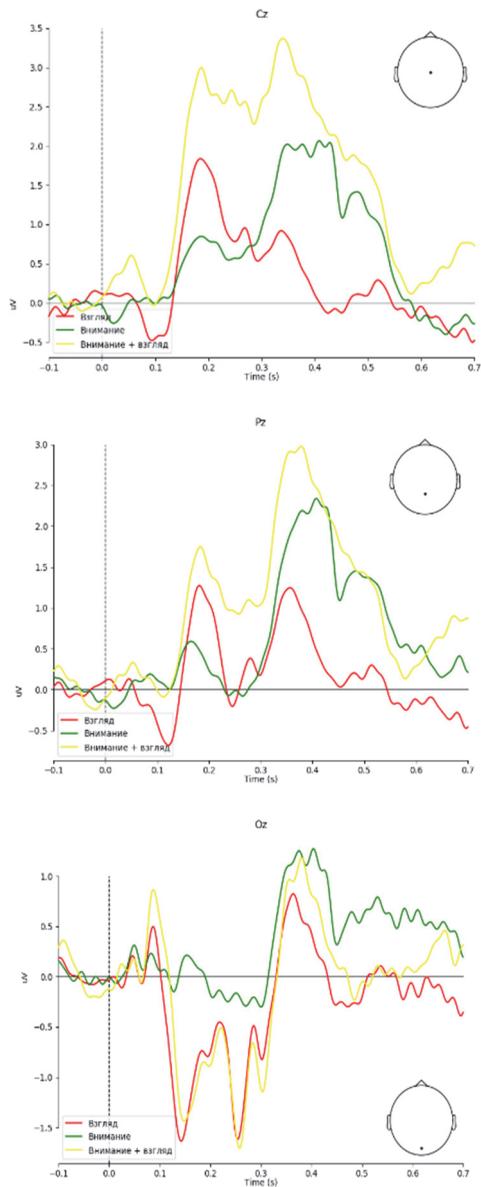


Рис. 1. Разностные кривые связанных с событиями потенциалов для разных типов стимулов в отведениях центральном (Cz), теменном (Pz) и затылочном (Oz) отведении

Таким образом, мы показали, что способность пользователя удерживать и внимание, и взгляд на целевом стимуле, является ключевой для успешного использования П300 ИМК. Данные об особенностях взгляда и компонентов зрительных ПСС могут в дальнейшем быть использованы как при наблюдении за состоянием пользователя «классического» П300 ИМК, например, для определения роста когнитивной нагрузки, так и при адаптации этого типа интерфейса для работы в режиме скрытого внимания.

#### *Список литературы*

1. Allison, B.Z., Kübler, A., Jin, J. 2020. 30+ years of P300 brain–computer interfaces. *Psychophysiology*, e13569.
2. Brunner, P., Joshi, S., Briskin, S., Wolpaw, J.R., Bischof, H., Schalk, G. 2010. Does the «P300» Speller Depend on Eye Gaze? *Journal of Neural Engineering*, 7(5), 056013.
3. Frenzel, S., Neubert, E., Bandt, C. 2011. Two communication lines in a 3 x 3 matrix speller. *Journal of Neural Engineering*. 8(3), 36021.
4. Farwell, L.A., Donchin, E. 1988. Talking off the top of your head: toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 70(6), 510–523.

### **Приемы мнемотехники в древней Индии (механизмы кодирования информации в лингвистических трактатах Веданги)<sup>1</sup>**

*О.А. Волошина  
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
oxanav2005@mail.ru*

Ключевые слова: *мнемотехника, гимны Ригведы, словарь Нигханту, грамматика Панини.*

Трактаты Веданги рассматриваются в работе как тексты прикладного характера, обслуживающие ритуал, а сочинения по фонетике, семантике и грамматике сакрального текста как инструкции по озвучиванию, грамматическому и семантическому конструированию вербального сакрального пространства. Архитектоника ритуального текста была предписана лингвистическими трактатами, в рамках которых разработана особая мнемоническая техника и семиотическая система кодировки смыслов. В докладе об-

---

<sup>1</sup> Грант РГНФ 2003 г. (проект № 03-04-00044) на изучение текста грамматики Панини и на разработку проблематики, связанной с древнеиндийской лингвистической традицией.

суждаются разработанные в ведийскую эпоху мнемонические техники, используемые в древнеиндийских лингвистических трактатах, а именно механизмы, помогающие запомнить текст, приемы сокращения текста и различные способы кодирования (зашифровки) информации.

Анализ мнемонических техник, разработанных в древнеиндийских трактатах Веданги показал, что для лучшего запоминания и трансляции устных текстов брахманы использовали прием членения слитного звучащего текста на сегменты и варианты комбинирования полученных сегментов.

Текст самхиты (Ригведы) членился на отрывки (например, на слова), которые затем комбинировались и переплетались часто весьма причудливым образом. Например, *kramarāṭha* (букв. *чтение шаг за шагом*), *jaṭārāṭha* (букв. *заплетенное чтение*) или *ghanarāṭha* (букв. *густое или прочное чтение*). Такие сложные комбинации часто затемняли смысл текста (или вообще лишали текст смысла), но древние индийцы вовсе не стремились сохранить значение сакрального текста. Механизм членения слитного текста на сегменты, разработанный на материале Ригведы, применялся при описании синтеза словоформ в грамматике Панини.

Другое направление брахманической мысли в древней Индии ставило задачу интерпретации смысла ведийских гимнов. Для успешного выполнения процедуры семантического анализа к гимнам Ригведы был составлен древнейший глоссарий Нигханту (*Nighaṅṭu*). Этот небольшой по объему список опорных слов (чуть более тысячи слов), очень важных для понимания текста Ригведы, был создан как мнемонический словарь, позволяющий вспоминать и объединять фрагменты сакрального текста, посвященные определенной теме.

В докладе приводятся примеры функционирования списка ключевых слов к Ригведе (глоссарий Нигханту) в качестве своеобразных мнемонических ориентиров, опираясь на которые, рассказчик мог излагать или комментировать текст. Классы слов в Нигханту отражали семантическую структуру текста Ригведы в целом, являясь семантическими опорами толкования и интерпретации.

Однако наибольшего развития многочисленные мнемотехники, позволяющие сокращать и кодировать содержание научного трактата, были использованы автором Восемикнижия - грамматистом Панини.

Текст грамматики был составлен в форме сутр – самого пространственного жанра научных и философско-религиозных трактатов. В грамматике Панини особую значимость приобретает последовательное расположение разных типов сутр [Волошина 2019: 176-177]. Комбинация сутр работает как особый метаязыковой механизм, предписывающий последовательность действий грамматиста.

В качестве особых приемов мнемотехники в грамматике Панини используются пратьяхары и анубандхи. В докладе приводятся примеры функционирования сокращенного приема описания класса элементов – пратьяхары (*pratyāhāra* букв. *стяжение, компрессия, сжатие*) на материале звуков и морфем санскрита (в частности, рассматривается классификацию

Шива-сутра (или пратьяхара-сутра). При интерпретации сутры важное значение приобретает падежная флексия термина, пратьяхары или технического обозначения, т.к. падеж термина тоже указывает на роль элемента в процессе порождения санскритской словоформы.

В докладе иллюстрируется также особый маркер класса элементов, грамматического значения или просодической характеристики конкретного элемента – анубандха.

Таким образом, своеобразные механизмы кодирования информации, разработанные в древнеиндийских лингвистических трактатах, могут быть рассмотрены как приемы мнемотехники, позволяющие гимнам Ригvedы и научным трактатам функционировать в устном дискурсе постведийского брахманизма. Анализ мнемотехники, разработанный в лингвистических трактатах Веданги, позволяет говорить не только о ритуальных истоках лингвистической терминологии древнеиндийских грамматик, но и о зависимости метода описания санскрита от ритуальных действий жрецов, то есть о влиянии ритуальных практик на языкознание в древней Индии.

#### *Источники*

1. Tāittirīya-prātiçākhyā, with its commentary, the Tribhāshyaratna: text, translation and notes by W.D. Whitney. (From the Journal of the American Oriental Society. Vol. IX. 1871). New York, London. 1993.
2. Sharma R.N. Aṣṭādhyāyī of Pāṇini. New Delhi. Vol. 1-2. 1990. (The second edition – 2000), Vol. III. 1995. (The second edition - 2002), Vol. IV. 1999. Vol. V. 2001. Vol. VI 2003.
3. The Nighaṇṭu and the Nirukta. The oldest indian treatise on etymology, philology and semantics. Text and translation by Lakshman Sarup. Delhi, Varanasi, Patna. 1967.

#### *Список литературы*

1. Staal F.A method of linguistic description. The order of consonants according to Pāṇini // Staal F. Universals Studies in Indian Logic and Linguistics. The University of Chicago Press. Chicago and London. 1988.
2. Волошина О.А. Типы правил-сутр в грамматике Панини // Индоевропейское языкознание и классическая филология - XXIII. Материалы чтений, посвященных памяти проф. И.М.Тронского. ИЛИ РАН. Санкт-Петербург, 2019. С. 170-177.
3. Волошина О.А. Шива сутры как важнейший элемент мегаязыка грамматики Панини // Acta linguistica Petropolitana — Труды Института лингвистических исследований. СПб.: Наука. № 12, т. 3. 2017. С. 479-503.
4. Захарьин Б.А. Санскритская грамматика Варадараджи. Varadarāja laghusiddhāntakaumudī, или Облегченное освещение положений [санскритской грамматики]. М. 2007.

# Neuronal encoding of object-type and object-place memories in mouse hippocampus and retrosplenial cortex<sup>1</sup>

O.I. Ivashkina<sup>1,2,3</sup>, K.A. Toropova<sup>1,2,3</sup>, A.M. Gruzdeva<sup>4</sup>, O. Rogozhnikova<sup>2</sup>,  
V.V. Plusnin<sup>1,5</sup>, V.P. Sotskov<sup>2,5</sup>, I.V. Fedotov<sup>6</sup>, K.V. Anokhin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>NRC «Kurchatov Institute», Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute for Advanced Brain Studies, Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia

<sup>3</sup>P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

<sup>4</sup>The Max Planck Institute of Neurobiology, Martinsried, Germany

<sup>5</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia

<sup>6</sup>Faculty of Physics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
oivashkina@gmail.com

Keywords: *calcium imaging, spatial coding, hippocampus, retrosplenial cortex, object recognition.*

Neuronal encoding of environmental information has long been in the focus of neuroscience. However, despite a considerable amount of experimental data, the specific neural bases of space and objects encoding remain an open question. In this work, we test the hypothesis that neurons in different regions of the brain, hippocampus and retrosplenial cortex (RSC) encode spatial and object information respectively and that natural aging impairs these two forms of memory differently. For this purpose, we developed an approach combining optical recording of neuronal activity and assessment of animal behavior during novel object recognition (NOR) and object place recognition (OPR) tasks.

First, we recorded the object-type and object-place related calcium activity in the RSC and hippocampus CA1 of mice using genetically encoded calcium sensor and fiber-optic photometry. We found an increase in number of calcium events in the RSC when animals examined new position of the familiar object. We also discovered a decrease in the RSC activity during exploration of a novel object.

Next, we developed the object-in-place recognition task in the Mobile Home Cage (MHC, Neurotar Ltd) setup – an air-lifted mobile cage, where a head-fixed animal can move around and explore the environment. We showed that mice actively explored MHC with cues and objects and successfully formed both place and object recognition memories.

---

<sup>1</sup> This study was supported by RFBR (projects 17-00-00215, 19-315-80020, 17-29-07083, 18-32-20212) and RSF (project 20-15-00283).

Using multiphoton microscopy and NVista minimicroscopy we registered calcium activity of identified RSC and CA1 neurons during NOR and OPR tasks performed in the MHC. CA1 neurons demonstrate a subsequent increase in activity in novel situations like adding a new object or moving it to a new place. We also found CA1 location-specialized cells, and these specializations did not depend on the position and type of objects in the MHC. Thus, we have shown that hippocampus encodes information about space, including objects in it, but regardless of their type and position. We also performed a population analysis of the activity of neurons in the RSC, and showed, that this area is activated specifically with the type of objects, regardless of their position.

We also examined what forms of object memory are affected in old mice, and whether it is possible to restore the age-impaired memory pharmacologically. We trained young (2-3 months) and old (18-21 months) mice in NOR and OPR tasks and then tested short-term (120 min after the training) and long-term memory (24 hours after the training). We showed that both young and old mice demonstrate short-term NOR and OPR memories, and that s-APP mimetic P2 cognitive enhancer did not potentiate this memory. On the other hand, both old and young mice failed to form NOR and OPR long-term memories. Interestingly, administration of P2 produced long-term memory restoration only in old mice.

These results support the hypothesis about the independent encoding of information about space in the hippocampus and information about objects in the retrosplenial cortex. However, the mechanisms of dynamic interactions between the hippocampus and the retrosplenial cortex for encoding complete information about an object in space have yet to be revealed. We will also analyze the neuronal activity changes during NOR and OPR tasks in old animals.

**Анонимность оппонента при взаимодействии  
в виртуальной среде изменяет работу нейрональной системы  
обеспечения формирования представления  
о содержании мыслей оппонента<sup>1</sup>**

*А.Д. Коротков<sup>1</sup>, М.В. Киреев<sup>1</sup>, Р.С. Машарипов<sup>1</sup>, А.Д. Мызников<sup>1</sup>,  
М.А. Желтякова<sup>1</sup>, М.Г. Старченко<sup>1</sup>, Д.В. Чередниченко<sup>1</sup>,  
М.В. Воинов<sup>2</sup>, С.В. Медведев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой*

*Российской Академии Наук, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Research Center Jülich, Institute of Neuroscience and Medicine INM-10,  
Юлих, Германия  
korotkov@ihb.spb.ru*

Ключевые слова: *социальные взаимодействия в виртуальной среде, нейрональные сети theory of mind, фМРТ, локальная активность мозга, психофизиологические взаимодействия.*

**Введение.** Принятие решений при социальных взаимодействиях требует умения предсказывать поведение других, которая тесно связана с возможностью формировать представление о содержании мыслей, намерений, мотивов и т.д. оппонента, известную как «theory of mind» (ТОМ). Изучение ТОМ является одним из важных направлений в науках о мозге человека и мозговая основа ТОМ интенсивно изучалась как в нормальном состоянии, так и при различных нарушениях психики.

В современном мире наши социальные взаимодействия в реальной жизни все больше заменяются взаимодействиями в виртуальной среде, которая в целом обеднена социально-значимой информацией по сравнению с «живым» общением. При этом взаимодействия в виртуальной среде могут осуществляться как со знакомыми оппонентами, так и с анонимными. Влияние анонимности на работу нейрональной системы ТОМ при социальных взаимодействиях в виртуальной среде остается малоизученным.

**Цель.** Изучить влияние анонимности оппонента на работу нейрональной системы ТОМ при социальном взаимодействии.

**Методы.** Проведен анализ данных фМРТ 25 здоровых испытуемых (18 женщин, средний возраст 24.04±3.21), полученных на 3Т томографе Philips Achieva. Все участники исследования дали письменное информированное согласие до начала исследования. Протокол исследования утвержден комиссией по этике ИМЧ РАН.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-18-00436.

Для моделирования социальных взаимодействий мы использовали модифицированную парадигму агрессии Тейлора (ТАП) [1]. Тестовое задание представляло собой игру на время реакции с двумя оппонентами, один из которых был анонимным, а со вторым из них испытуемый знакомился перед исследованием. Во время игры игроки могли выбирать размер штрафа для оппонента или не штрафовать его. Большой размер штрафа полученный испытуемым рассматривался как провокация агрессии, а размер штрафа выбранного испытуемым для оппонента - как поведенческое проявление агрессии. Зависимость амплитуды фМРТ-сигнала в момент провокации от суммы, которую отнимал у испытуемого его оппонент определялась при помощи параметрического модулятора общей линейной модели. Эффект анонимности оценивался при помощи внутрисубъектного дисперсионного анализа повторных измерений. Для коррекции на множественность сравнений использовался метод контроля доли ложноположительных ошибок («False discovery rate», FDR) с уровнем значимости  $p < 0.05$  на воксельном уровне.

Для оценки изменений функциональной связности («functional connectivity») между дистантно расположенными областями головного мозга, связанными с взаимодействием с анонимным и реальным оппонентом, использовался обобщенный метод «психофизиологических взаимодействий» («generalized psychophysiological interaction», gPPI) (<http://www.nitrc.org/projects/gppi>, McLaren, et al., 2012). В качестве областей интереса в данной работе были использованы 15 областей выявленных в мета-анализе из 144-х наборов данных, как основные области, связанные с системой ТОМ [Molenberghs и др., 2016]. Локализация значимых (FDR,  $p < 0,025$  размер кластера  $k > 15$ ) различий функциональной связности определялась с помощью программы xjView (<http://www.alivelearn.net/xjview/>). Для определения относительных различий в функциональной связности между экспериментальными условиями в выявленных кластерах использовалась программа REX (<http://www.nitrc.org/projects/rex/>).

**Результаты.** Анализ поведенческих данных не выявил статистически значимого эффекта анонимности на уровень агрессии испытуемых (размер суммы, отнимаемой испытуемыми у их оппонентов в пробах, сразу после того когда у испытуемых оппонент отнимал относительно много денег).

При анализе влияния анонимности (анонимный vs реальный оппонент) на уровень функциональной активности мозга (GLM) при использовании параметрического модулятора установлено, что условие анонимности оппонента (относительно реального) характеризуется билатеральным снижением в кластере, включающем кору островка Рейля и вторичную соматосенсорную кору (SII) и билатеральным повышением в верхней лобной из-

вилине и области теменно-височного стыка (гТРЈ), а также в правой вен- тролатеральной префронтальной коре, правой верхней височной извилине и передних подкорковых ядрах – левом хвостатом ядре и правой скорлупе.

Анализ функциональной связности (gPPI) показал, что большая часть системы ТОМ, характеризуется дезинтеграцией – функциональные взаимо- действия между входящими в ее состав структурами снижаются при вос- приятии провокации от анонимного оппонента. И лишь в области гТРЈ наблюдается относительно повышение взаимодействий.

**Выводы.** Полученные данные подтверждают предположение о том, что в условиях взаимодействия с анонимным оппонентом работа системы ТОМ адаптируясь к новой среде изменяется и указывают на вероятный механизм этого изменения. Вероятным механизмом, учитывая известное вовлечение гТРЈ в обеспечение социальных взаимодействий и выявленный в настоящей работе характер изменений функциональной активности и взаимодействий этой структуры, является «достройка» необходимой информации, т.е. уси- ленная работа одних звеньев, на фоне недостаточной вовлеченности других.

#### *Список литературы*

1. Wagels, L., Votinov, M., Kellermann, T., Konzok, J., Jung, S., Montag, C., ...Habel, U. (2019). Exogenous testosterone and the monoamine-oxidase A poly- morphism influence anger, aggression and neural responses to provocation in males. *Neuropharmacology*, 156, 107491. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2019.01.006>.
2. McLaren, D.G., Ries, M.L., Xu, G., & Johnson, S.C. (2012). A generalized form of context-dependent psychophysiological interactions (gPPI): A comparison to standard ap- proaches. *NeuroImage*, 61(4), 1277–1286. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.03.068>.
3. Molenberghs, P., Johnson, H., Henry, J.D., & Mattingley, J.B. (2016). Understand- ing the minds of others: A neuroimaging meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 65, 276–291. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.020>.

## Оценка функциональных взаимоотношений хвостатых ядер у людей с различным уровнем социального интеллекта<sup>1</sup>

А.Д. Мызников<sup>1</sup>, А.Д. Коротков<sup>1</sup>, М.В. Киреев<sup>1</sup>, Р.С. Машиарипов<sup>1</sup>,  
М.Г. Старченко<sup>1</sup>, М.В. Воинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой

Российской Академии Наук, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Research Center Jülich, Institute of Neuroscience and Medicine INM-10,

Юлих, Германия

admyznikov@ihb.spb.ru

Ключевые слова: *хвостатые ядра, социальный интеллект, фМРТ покоя, функциональная связность.*

Социальный интеллект – комплексное понятие, которое можно определить как способность человека правильно понимать поведение людей. На сегодняшний день существуют различные концепции социального интеллекта и методы его измерения, среди которых наиболее выделяющейся является модель Д. Гилфорда (Guilford J.P. и соав., 1975). Несмотря на это, анатомические и функциональные корреляты социального интеллекта остаются предметом дискуссии.

В исследовании приняли участие 42 добровольца (27 женщин и 15 мужчин, возраст  $24,6 \pm 3,7$  лет) без отягощенного психоневрологического анамнеза. Для оценки социального интеллекта использовалась российская адаптация теста Гилфорда, которая была проведена Е.С. Михайловой (Алешиной).

Все изображения были получены на томографе Phillips Achieva 3T с использованием 8-канальной приемной катушки (Philips Medical Systems, Best, Netherlands). Для всех испытуемых были собраны функциональные изображения в условиях оперативного покоя с использованием EPI (echo planar imaging) импульсной последовательности (время повторения [TR] = 2 500 мс; время эха [TE] = 35 мс; угол отклонения вектора намагниченности = 90°; 32 среза, поле обзора [FOV] = 208 × 208 мм; матрица = 128 × 128, толщина среза = 3 мм, расстояние между срезами = 4 мм). Предварительная обработка данных фМРТ покоя был выполнена в программном пакете CONN Functional Connectivity Toolbox (Whitfield-Gabrieli и соав., 2012). Для всех функциональных изображений были выполнены пространственное выравнивание и коррекция различного времени сбора

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-18-00436.

срезов. Для всех анатомических изображений были рассчитаны параметры пространственной нормализации в стандартное анатомическое пространство, после чего данные параметры были применены к функциональным изображениям. После этого ко всем функциональным изображениям был применен сглаживающий Гауссовский фильтр с размером кегля 8 мм. После препроцессинга все изображения были подвержены процедуре коррекции уровня шума (denoising). Для удаления сигналов, не связанных с нейрональной активностью, была использована стратегия CompCor (Behzadi и соав., 2007). В качестве регрессоров общей линейной модели были использованы 6 параметров движения и их производные первого порядка. Последним этапом было использование частотного фильтра с диапазоном частот 0.008–0.09 Гц.

Выбор областей интереса осуществлялся с учетом результатов проведенного ранее исследования (Музніков А. и соав., 2020). В нем был проведен морфометрический анализ, в рамках которого сравнивались две группы: с высоким (компаративная оценка 4,5) и низким (компаративная оценка  $\leq 3$ ) уровнями социального интеллекта по тесту Гилфорда. Согласно полученным результатам, группа с высоким уровнем социального интеллекта характеризовалась большим объемом правого и левого хвостатых ядер. Таким образом, в качестве областей интереса для корреляционного анализа данных фМРТ-покоя были выбраны по три зоны для каждого полушария, соответствующие головке, телу и хвосту хвостатого ядра.

Выявление различий в функциональной связности между областями интереса и остальными участками головного мозга проводилось с помощью корреляционного анализа и множественной регрессии, где в качестве переменной интереса выступали значения оценки по тесту Гилфорда для каждого добровольца. Для оценки функциональной связности корреляционный анализ проводился между каждой из выбранных областей интереса (седами (seeds)) и остальными вокселями функциональных изображений (seed-to-voxel). Статистические параметрические карты строились при повоксельном некорректированном пороге  $p < 0.001$ , с последующей коррекцией на множественность сравнений по методу FDR (false discovery rate) на кластерном уровне ( $p < 0.05$ ).

Было выявлено усиление функциональной связности между телом правого хвостатого ядра и областью правого теменно-височного стыка и предклиньем, положительно коррелирующее с оценкой по тесту Гилфорда. Корреляция уровня социального интеллекта по тесту Гилфорда и степени повышения функциональной связности между правым хвостатым ядром и двумя областями (правым височно-теменным стыком и предклиньем), которые по данным мета-анализа Molenberghs и соав. (2016) могут быть атрибутированы к мозговой системе ToM (Theory of Mind), указывает на

участие хвостатых ядер в процессах социального взаимодействия на функциональном уровне. В результате исследования получены новые данные, свидетельствующие о правом хвостатом ядре как одном из звеньев, включенных в работу ТоМ-системы мозга, структурные характеристики которого тесно связаны с уровнем развития социального интеллекта. Полученный результат расширяет представления о звеньевом составе мозговой системы, связанной с обеспечением социального интеллекта.

#### Список литературы

1. Osullivan, M., Guilford, J.P., 1975 Six Factors Of Behavioral Cognition: Understanding Other People. Journal of Educational Measurement 12, 255–271.
2. Whitfield-Gabrieli, S., Nieto-Castanon, A. 2012 Conn: A functional connectivity toolbox for correlated and anticorrelated brain networks. Brain connectivity, 2(3), 125-141.
3. Behzadi Y., Restom K., Liao J., Liu T.T. 2007 A component based noise correction method (CompCor) for BOLD and perfusion based fMRI. Neuroimage, 37(1), 90-101.
4. Myznikov A., Korotkov A., Kireev M., Masharipov R., Starchenko M., Votinov M. 2020 Enlargement of caudate is associated with higher social intelligence in a healthy population. European Neuropsychopharmacology, submitted/
5. Molenberghs P., Johnson H., Henry J.D., Mattingley J.B. 2016 Understanding the minds of others: A neuroimaging meta-analysis. Neurosci Biobehav Rev., 65, 276-9/

### Отражение привлечения внимания к пространственным неоднородностям текстуры в параметрах вызванного компонента N2pc<sup>1</sup>

*Д.В. Явна, В.В. Бабенко, К.А. Иконописцева*  
*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*  
*yavna@fortran.su*

Ключевые слова: *зрение, внимание, вызванные потенциалы, текстура, N2pc.*

Если целью фотографии является получение наиболее *точного* описания видимого мира, то зрительная система поставляет мозгу наиболее *важную* информацию, причём уже предобработанную и определённым образом структурированную. Пожалуй, начиная с классических работ А.Л. Ярбуса понятно, что изображения неоднородны по своему информационному содержанию. Внимание привлекают так называемые области интереса. На

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-29-22001.

них направляются и взор, и внимание человека. Считается, что именно с этих областей считывается информация, и именно эта информация фиксируется в памяти в виде ментальных репрезентаций зрительных образов.

Долгое время считалось, что конкуренция за внимание между различными участками изображения основана на сравнении локальных признаков – градиентов яркости, цвета и т. д., выделяемых простыми нейронами проекционной коры. Однако постепенно пришло понимание того, что при восприятии естественных сцен конкуренцию за внимание обеспечивают механизмы, выходящие за рамки локальных операций (Eimer, 2015).

Настоящая работа выполнена в контексте разработки модели *карты целеуказаний* (saliency model) зрительного внимания человека, учитывающей нелокальные пространственные неоднородности текстуры. Такие неоднородности обрабатываются так называемыми зрительными механизмами второго порядка (Graham, 2011). Ранее авторами был предложен ряд моделей этих механизмов, позволяющих осуществлять картирование модуляций ориентации и пространственной частоты в изображении. Основной целью данного исследования является определение того, какой из этих нелокальных признаков приоритетнее для внимания человека-наблюдателя.

В качестве показателя привлечения внимания был выбран вызванный компонент N2pc, впервые предложенный в работе S.J. Luck и S.A. Hillyard (1990), посвящённой электрофизиологическим коррелятам внимания в ходе параллельного и последовательного зрительного поиска.

Регистрация осуществлялась в следующих условиях. Голова испытуемого располагалась на расстоянии 60 см от центра дисплея, где располагался фиксационный крест. Стимулы представляли собой круги диаметром около 5,5 см (5,25 угл. град.), заполненные текстурой, созданной путём суммирования случайно расположенных вертикальных микропаттернов Габора со средней длиной волны около 2 мм ( $\lambda = 8$  пикселей). Целевые стимулы-аттракторы были модулированы по ориентации (МО) и пространственной частоте (МЧ), дистракторы – нет. В качестве дополнительного нецелевого аттрактора использовался стимул, модулированный по контрасту. Для обеспечения равной заметности разных целевых аттракторов были установлены следующие параметры модулирующей функции: форма – синусоидальная; направление оси – горизонтальное; частота – 3 цикла/изобр.; амплитуда –  $0 \pm 90$  град. для МО и  $\lambda \pm 0,65$  октавы для МЧ. RMS-контраст всех стимульных изображений задавался равным 0,3. Субъективно аттракторы выглядели как круги с вертикальными полосками. И стимулы, и фон были представлены в оттенках серого. Средняя яркость стимулов, равная фоновой, составляла 45 кд/м<sup>2</sup>, освещённость поддерживалась на уровне 150 лк.

Для каждой серии предъявлений задавался целевой аттрактор, который мог быть одной из текстур – МО или МЧ. После проведения тренировочной

серии и ознакомления с инструкцией, содержащей примеры текущих целей и нецелей, испытуемому последовательно предъявлялись 400 наборов стимульных изображений, содержащих аттрактор и 7 дистракторов. Изображения выводились в неперекрывающихся случайных позициях по 4 слева и справа от условной вертикальной линии, делящей дисплей на равные части, причём расстояние от этой линии до ближайшего стимула составляло не менее 5 угл. град. Время предъявления равнялось 200 мс. В 1/2 предъявлений аттрактор был целевым; в этом случае задачей испытуемого было нажатием на соответствующую клавишу указать сторону, на которой он появился. В остальных случаях испытуемый должен был нажать условную клавишу пропуска. После получения ответа система запускала следующее предъявление через 500-1000 мс. После первой серии запускалась вторая с другим целевым аттрактором. Последовательность целевых аттракторов варьировалась для разных испытуемых.

В исследовании приняли участие 14 человек с нормальным зрением. Запись ЭЭГ осуществлялась с помощью цифрового усилителя NV-40 ООО «Нейроботикс» в контрлатеральных теменно-затылочных отведениях P3/P4, Pо3/Pо4, Pо7/Pо8 и O1/O2 на частоте дискретизации 1000 Гц. Стимулы предъявлялись на IPS-дисплее с диагональю 21" и частотой развёртки 60 Гц. Процедура предъявления инструкций, стимулов и записи ответов была написана на языке Python, графика выводилась средствами библиотеки PsychoPy (Peirce et al., 2019). Синхронизация событий стимуляции и усилителя осуществлялась с помощью датчика светового потока.

Постстимуляционные эпохи ЭЭГ усреднялись отдельно для каждого испытуемого и стороны, с которой предъявлялся целевой стимул. Эпохи, соответствующие предъявлениям с неправильными ответами (9 и 8,5 % для МО и МЧ соответственно), в расчёт не брались. Далее вычислялись поточечные разности кривых ВП для контр- и ипсилатеральных предъявлений целевых аттракторов для каждой пары контрлатеральных электродов. Индивидуальные разностные кривые усреднялись, для результатов строились студентовские доверительные интервалы ( $\alpha = 0,05$ ).

Целевые стимулы МО вызывали в среднем более продолжительный компонент N2pc. Так, негативная волна возникала на 220 мс, достигала максимума на 275 и исчезала чуть позже 300 мс. Целевые стимулы МЧ вели к появлению компонента на 230 мс, достижению им максимума около 255 мс и угасанию к 290 мс. При этом статистически достоверной разницы между пиковыми значениями не наблюдалось: для целей МО и МЧ они составили соответственно  $-0,88$  и  $-0,87$  мкВ.

Результаты позволяют сделать следующий вывод: модуляции ориентации обладают большей приоритетностью для стимул-управляемого внимания наблюдателя. Во-первых, они привлекают внимание раньше; во-вторых, общая активация процессов внимания больше. Вывод подтверждается

и отчётами испытуемых, сообщавших о субъективной лёгкости обнаружения ориентационно модулированной цели.

#### *Список литературы*

1. Eimer, M. EPS Mid-Career Award 2014: The Control of Attention in Visual Search: Cognitive and Neural Mechanisms. 2015. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68(12), 2437–2463.

2. Graham, N.V. Beyond multiple pattern analyzers modeled as linear filters (as classical V1 simple cells): Useful additions of the last 25 years. 2011. Vision Res., 51(13), 1397–430.

3. Luck, S.J., & Hillyard, S.A. Electrophysiological evidence for parallel and serial processing during visual search. 1990. Perception & Psychophysics, 48(6), 603–617.

4. Peirce, J., Gray, J.R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J.K. PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. 2019. Behavior Research Methods, 51(1), 195–203.

### **Subject and personality in the regulation of observer`s activity**

*S.A. Emelianova, A.N. Gusev*

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

*oly\_e@mail.ru*

*Keywords: self-regulation, sensory uncertainty, psychophysics, individual differences, sensory task, loudness discrimination, planning, programming.*

From the modern psychophysics point of view the increase in detection efficiency and threshold loudness discrimination can be achieved through various methods: 1) through increasing sensory sensitivity during training, 2) through finding the most optimal position of decision-making criteria. Changes in decision making criteria means changes in observers' mode of action. According to the hypothesis of our research it can be expected that the most successful in loudness discrimination in a difficult threshold task will be those observers who, on the one hand, will be attentive to their subjective impressions and experiences and, on the other hand, will be able to mobilize their functional reserves in case of failure (Emelianova, Gusev, 2018).

**Methods and procedure of the research. Stimulation.** Tonal signals lasting 200 msec with a frequency of 1000 Hz. An interval between trials was 3 sec, an interval between stimuli - 500 msec. The difference between stimuli in different series was equal to 1, 2 (basic) or 4 dB (training). N = 106. Procedure. A psychophysical research of loudness discrimination of tonal signals (method 2AFC) was carried out. The observer was asked to listen to two sound signals and decide

which of them – the first one or the second one – is louder. Within two days a participant of the experiment took part in two tests corresponding to a simple (2 dB) and more complicated (1 dB) signal discrimination task. Each separate test included training and introductory series (20–60 trial with a difference of 4 dB) and main series that consisted of four blocks each having 100 trials. In case the observer carried out the training series without errors he moved on to the main series. Upon completing each of the blocks of trial presentation the observer was shown the outcomes of his work. During that break, the observer shared with the tester his subjective impressions that he experienced during implementation of the task. If the observer detected the characteristics, different from loudness, in sound of the stimuli presented to him during the test, the observer filled out a standard questionnaire. The individual performance strategies were identified in self-reports by the content analysis. Before the research the observers filled out questionnaires: HAKEMP-90 (Kuhl J.); Style of self-regulation of behavior (Morosanova V.); Self-organization of behavior (Bond M., Feather N.) The following sensory task performance indices were calculated for each series: 1) sensory sensitivity index A, 2) RT. We used one-way ANOVA. Independent variables (factors) were 1) 3 scales of the factor «Control over an action»: «Control over an action when planning», «Control over an action in case of failure», «Control over an action in case of action realization» (each subfactor was presented by two levels – «state orientation» (SO) and «action orientation» (AO). In order to determine the levels of the factors, the values obtained through the scales of HAKEMP-90 questionnaire («Control over an action») were split at the midpoint, i.e. the groups of AO-observers and OS-observers were defined for each scale); 2) scales: «Planning» and «Programming».

**Results.** Our hypothesis has been confirmed. There were identified significant effects of a cross-factor interaction. First of all, a combined effect of such factors as «Control over an action» and «Planning» ( $F = 3,254$   $p = 0,045$ ), «Planning» and «Programming» ( $F = 2,519$   $p = 0,050$ ) on sensory sensitivity index; second of all, a combined effect of factors «Control over an action» and «Programming» on decision making criteria. The analysis of the cross-factor interaction revealed that the task specific is the key point that identifies the character of changes included in its solution of psychological processes. During complex threshold sensory task, the observers oriented to a condition with low and average marks on the scale of «Planning» demonstrated higher differential sound sensitivity rather than the observers oriented towards an action and a state with high marks on the scale of «Planning». It was shown that the observers with the pursuit of success motivation, high level of task involvement and action-oriented tend to create as many sub-goals as possible, which are, in their subjective opinion, instruments to achieve the main objective, and to make less aimless decisions than the observers with the motivation to avoid failure that is confirmed by self-report materials. The results are consistent

with the suggestion made by I.A. Vasiliev and U. Kuhl that a plan complexity is linked with a motivation type (Kuhl, 1992).

In the conducted research it was also determined that the strictest criteria during the decision making in a complicated sensory task is used by SO-observers with strongly expressed need to think through their action methods to achieve established goals, to refine and produce detailed programs of their performance (i.e. SO-observers with high marks on the scale of «Programming»). And, vice versa, the least strict (liberal) criteria was used by AO-observers with a high level of action programming during self-regulation (i.e. AO-observers with high marks on the scale of «Programming»). It was also demonstrated that the lowest differential sound sensitivity (in comparison with the rest groups of observers) have the observers with a highly developed ability of conscious action programming and a low level of planning during self-regulation (i.e. with high marks on the scale of «Programming» and low ones on the scale of «Planning»). In comparison with them more sensitive are the observers with a medium level of development programming and a low level of sensory actions planning (medium marks on the scale of «Programming» and low ones on the scale of «Planning»). According to literature sources, the differences in planning (the scale of «Planning») are connected with a various subject activity during goals setting, their acceptance and retention (Morosanova, 2007). Programming features (the scale of «Programming») are, first of all, the reflection on forthcoming performing actions, in our case, sensory actions necessary to achieve an established goal. We showed that the means of achieving an objective and the methods of performing actions detail can be individually specific depending on which group the observers belong to (action-oriented or state-oriented) and also what kind of sustainable individual features of programming and planning are typical to them and to what extent they are able to correlate programs of perceptual action with its objective conditions.

#### *References*

1. Emelianova, S.A., Gusev, A.N. 2018. Self-control determines observer's strategies in loudness discrimination // Proceedings of the 34 Annual Meeting of the International Society for Psychophysics // Institute for Experimental Industrial Psychology, Lüneburg, Germany. P. 198-202.
2. Kuhl, J. 1992. A theory of self-regulation: action versus state orientation, self-discrimination, and some applications // Applied Psychology: An international Review. – Vol. 41. – P. 95-173.
3. Morosanova, V.I. 2007. Self-regulation of behaviour. – M.: «IP RAN» (in Russian).

# Cognitive Architecture for a Companion Robot: Speech Comprehension and Real-World Awareness<sup>1</sup>

A. Kotov<sup>1,2</sup>, N. Arinkin<sup>1,2</sup>, A. Filatov<sup>2</sup>, K. Kivva<sup>2</sup>, L. Zaydelman<sup>1,2</sup>, A. Zinina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kurhcatov Institute, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia

kotov@harpia.ru

**Keywords:** *cognitive architecture, companion robot, speech comprehension, real-world awareness.*

Companion robots should perceive speech, recognize objects in the real world, and talk about their internal states, memory events and real-world situations, using speech and nonverbal cues. Robots should also remember the interaction history and accumulate knowledge from different text sources: books, news and blogs. We represent a design of a cognitive architecture for a companion robot – F-2. The architecture combines (a) an advanced speech processing system with morphological, syntactic and semantic levels, (b) visual recognition system, (c) central processor, which is operating with *scripts* or productions, and (d) robot controller, which manages speech synthesis and executes behavioral patterns on a real robot.

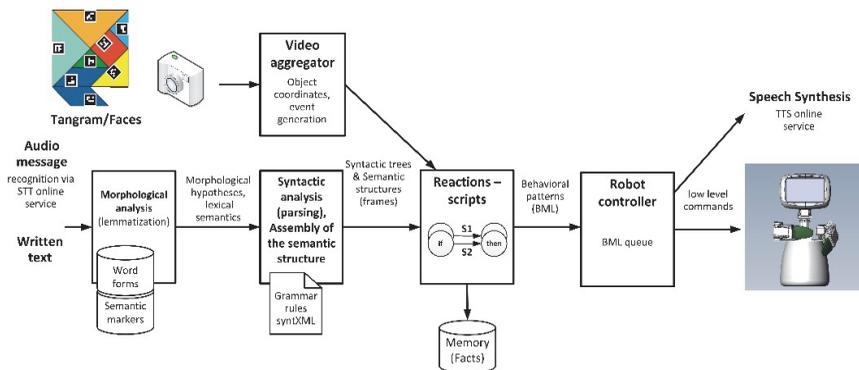


Fig. 1. General architecture of the cognitive architecture

Following M. Minsky, an artificial cognitive architecture should consist of modules, competing or cooperating in various cognitive tasks [Minsky, 1988]. In

---

<sup>1</sup> The research is supported by the grant of the Russian Science Foundation (project №19-18-00547).

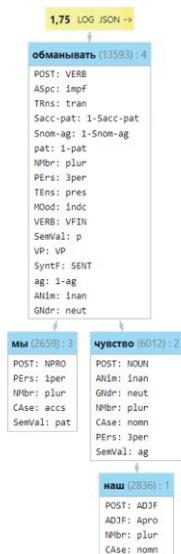
particular, basic processing should be performed by *proto-specialists*, responsible for primary emotions (*fear*, *aggression*) or drives (*hunger*). The resolution of conflict between the proto-specialists in each moment of operation constitutes current behavior of the agent. We rely on further elaboration of this architecture, suggested within CogAff model [Sloman, Chrisley, 2003]. This model separates three levels of processing: (a) basic *reactive* level, withholding emotions and drives, (b) middle *deliberative* level, responsible for rational inferences and (c) upper *meta-management*, engaged in reflexive processing. In the design of our central processing component we construct a list of *scripts* (productions), sensitive (a) to emotional input semantic representations (*d-scripts*, n = 79) and (b) to rational semantic representations (*r-scripts*, n = 1600). Meta-management and reflexive processes are not covered. We further briefly represent, how these representations are constructed by speech processing system and visual recognition system.

**Speech processor** receives written or oral texts after the TTS recognition via an external online service. The processor is based on the traditional linguistic approach with distinguished morphological, syntactic and semantic processing. Wordforms are processed with the help of a database dictionary (100.000 lemmata). Syntactic analysis relies on a formal grammar of Russian in SyntXML format [Kotov, Zinina, Filatov, 2015] and containing over 600 syntactic rules. The goal of this component is to construct a syntactic tree, as on Fig. 2a. Within a syntactic tree each noun occupies a certain valency within a verb frame. The list of valencies is based on [Fillmore, 1968] and includes *agent* (**ag**), *patient* (**p**), *instrument* (**instr**) and some other valencies (n = 22). A special meta-valency *predicate* (**p**) is assigned to verbs and predicatives; we assume, that this valency governs a predication, and with this assumption the semantics of predication can be represented by a table – Fig. 2b. Within this table each valency is filled by semantic markers, relevant to all the words within this valency, and received from a semantic dictionary. Homonymy is marked by sub-division indexes («1 1», «1 2» etc.). The semantic representation in the form of the table arrives at the input of scripts component and invokes the most relevant scripts. The same corresponds to the representations from a visual recognition component.

**Visual recognition** subsystem runs a number of libraries and the information on the recognized objects is accumulated by *video aggregator*. For the interaction with a user we use **face\_recognition/dlib** libraries, able to detect faces in video stream and associate faces with known referents. To model the interaction with a user we have chosen tangram puzzle, where a user has to construct a figure with a given shape with a help of 7 game elements, and the robot assists the user and suggests the required moves. The recognition library registers the position of game element on the table, records movements and evaluates, whether a move is a step forward to any of the possible puzzle solutions (each game has multiple solutions). The data from all the libraries is accumulated by the aggregator which further generates events in a form, similar to Fig. 2b, like ‘John is present’ (for

face recognition) or ‘Game element 5 has moved to the correct position for the solution No 3’ (for game support). This allows the script component to react accordingly.

a



P (predicate)	Ag (agens)	Pat (patient)
1 1 present tense	1 1 many	1 1 somebody
1 1 assertive	1 1 abstract	1 1 egocentric – me
1 1 to communicate	1 1 negative emotions	1 1 other person
1 1 DECEPT attribute	1 1 positive emotions	1 1 physical object
1 1 to report	1 1 @feeling_NOUN	1 1 principal – speaker
1 1 @to_simulate	1 1 @173_NOUN	1 1 set of people
1 1 @214_VERB		
1 2 present tense		
1 2 assertive		
1 2 social action		
1 2 DECEPT attribute		
1 2 @to simulate		

b

Fig. 2. Syntactic and semantic representations of a sentence *Our feelings betray us (lie to us)*

**Competitive processing.** Upon the receipt of each input event the script component calculates distance to the premises of scripts. The preferring scripts are chosen (a) proportionally to the similarity between input event and

the premise of each script and (b) proportionally to the activation of microstate (emotion) for the corresponding script – this corresponds only to the emotional scripts (*d-scripts*). In other words, each input is evaluated as relevant, if it corresponds to some known situation frame (*r-script*) or to the emotive representation of a prevailing emotion (or several emotions). In case an original text is ambiguous the semantic representation is chosen basing on its similarity with scripts. This contributes to the resolution of homonymy. Upon the activation of several scripts their output (utterances or behavioral patterns in BML format) may compete on the robot and, for example, a less activated or suppressed scripts (like, anxiety) may be executed by the robot by means of latent gestures (e. g. automanipulation or scratching).

This makes the architecture flexible, allowing the robot to react to incoming speech and visual events with diverse (even contradictory) internal states and generate rich and compound communicative behavior.

#### *References*

1. Minsky, M.L.: The Society of Mind. New-York, London: Touchstone Book, 1988.
2. Sloman, A., Chrisley, R.: Virtual Machines and Consciousness. J. Conscious. Stud. 2003. vol. 10. № 4–5. P. 133–172.
3. Kotov, A., Zimina, A., Filatov, A.: Semantic Parser for Sentiment Analysis and the Emotional Computer Agents. Proceedings of the AINL-ISMW FRUCT 2015. 2015. P. 167–170.

## **Нейронные гиперсети: организующий принцип высших функций мозга**

*К.В. Анохин<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт перспективных исследований мозга,  
МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия;*

<sup>2</sup>*НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина, Москва, Россия  
k.anokhin@gmail.com*

Несмотря на значительный прогресс в нейронауке, нам все еще не хватает удовлетворительного понимания нейронной природы субъективного опыта. Речь при этом идет не просто о дополнительных фактах, а о фундаментальной теории мозга, которая могла бы соединить нейронные и психические явления, осмыслить множество существующих данных и подсказать новые направления экспериментирования. В настоящем докладе будут представлены контуры подобной теории мозга, направленной на объяснение наиболее общих свойств общей когнитивной сферы человека и животных. Эта теория развивает идеи, высказанные ранее в отечественной науке

о высших функциях мозга (И.П. Павлов, 1923, 1951; П.К. Анохин, 1935, 1949, 1968, 1973; А.Р. Лурия, 1966; Н.П. Бехтерева и соавт., 1973, К.В. Су- даков, 1984; В.Б. Швырков, 1986, 1995). Ее центральным пунктом является представление о *когнитоме* (К.В. Анохин, 2012).

*Когнитом* – это полный набор всех когнитивных элементов индивида. В наиболее общих чертах он может быть отождествлен с его памятью. Дру- гая содержательная аналогия – это совокупность всех знаний личности. Третье тождество – разум или психика индивида.

Несмотря на свою колоссальную сложность, любой когнитом может быть описан как сеть. Такая сеть состоит из двух типов элементов: узлов – *когов*, и связей – *локов*. Важнейшим свойством обоих является дуальность – они существуют одновременно как на когнитивном, так и на нервном уровне.

На когнитивном уровне понятие «*ког*» берет свое начало от понятия «знание» (*cognizance*). *Ког* как элемент знания характеризуется имеющимся у него обзором – памятью о состояниях среды, в прошлом связанных его активностью. Это с одной стороны состояния среды, которые вызывали активацию данного кога («причины»), с другой - состояния, которые он вызывал своей активностью («следствия»). Причинно-следственный потенциал кога делает его реально существующим объектом: на него можно подействовать, и он сам способен воздействовать на другие объекты (Рис. 1). Термин *ког* имеет также расшифровку и на нейронном уровне – это Ко-Оперативная Группа нейронов. Все вместе нейроны такой группы кодируют отдельный элемент знания с его причинно-следственным потенциалом.

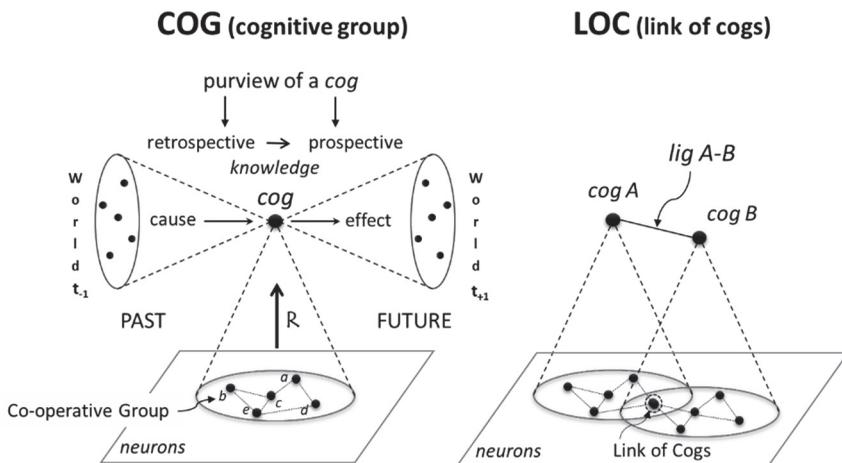


Рис. 1. Базисные свойства кога и лока в когнитоме

*Когн* в *когнитоме* образуют связи. Они делают это за счет перекрытия своих нейронных популяций. Группа нейронов в мозге, совместно принадлежащая двум *когам*, формирует *лок* – **Link of Cogs**. На уровне когнитивной сети *лок* это линкер, связка между двумя элементами опыта. На уровне нейронной сети *лок* это специализированная группа нейронов, имеющих двойную когнитивную специализацию (рис. 1).

Эта двойственность когнитома описывается формализмом теории нейронных гиперсетей (ТНГС). Теория утверждает, что любой мозг может быть понят как нейронная гиперсеть, которая представляет собой уровень наивысшей причинно-следственной силы когнитивного агента. В отличие от сетей, которые описывают бинарные отношения между сущностями и опираются на теорию графов (A.-L. Barabasi, 2016; A. Fornito et al., 2016), гиперсети описывают множества объектов в более высоком размерном отношении и полагаются на алгебраическую топологию (J. Johnson, 2013). Предсказания ТНГС могут быть экспериментально исследованы с использованием методов современной молекулярной, клеточной и системной нейронауки.

#### *Список литературы*

1. Anokhin, P.K., 1935. Problem of Center and Periphery in the Physiology of Nervous Activity. Gorky State Publishing House, Gorky, (rus.)
2. Anokhin, P.K., 1949. Problems of the Higher Nervous Activity. Nauka Press, Moscow (rus.) Anokhin, P.K., 1968. Functional System as a Unit of Organism Integrative Activity. In: M.D. Mesarovic (Ed.), Systems Theory and Biology. Springer-Verlag, New York, pp. 376-403. Anokhin, P.K., 1973. Biology and Neurophysiology of Conditioned Reflex and its Role in Adaptive Behavior. Pergamon Press, Oxford.
3. Anokhin, K.V., 2012. Cognitome – a theory of the realized degrees of freedom of the brain. Fifth
4. International Cognitive Science Conference., Kaliningrad, v. 1, p. 429.
5. Barabasi, A.-L., 2016. Network Science. Cambridge University Press, Cambridge
6. Bekhtereva N.P., Bunzen P.V., Gogolitsyn Yu.L., 1977. Brain Encoding of the Mental Activity. Nauka Press, Leningrad (rus.)
7. Johnson, J., 2013. Hypernetworks in the Science of Complex Systems. Imperial College Press, London.
8. Fornito, A., Zalesky, A., Bullmore, E., 2016. Fundamentals of Brain Network Analysis., Academic Press, Amsterdam.
9. Livanov M.N., 1977. Spatial Organization of Cerebral Processes. Wiley, New York. Luria A.R., 1966. Higher Cortical Functions in Man. Basic Books, New York.
10. Shvyrkov, V.B., 1986. Behavioral specializations of neurons and system-selection hypothesis of learning. In: F.Klix & H. Hagendorf (Eds.), Human Memory and Cognitive Capabilities, Elsevier, Amsterdam, p. 599-611.
11. Shvyrkov, V.B., 1995. An Introduction to Objective Psychology: Neuronal Bases of Mind. Institute of Psychology Press, Moscow. (rus.)
12. Sudakov, K.V., 1984. General Theory of Functional Systems. Medicine Press, Moscow. (rus.)

## **Разработка процедуры анализа нистагменной активности как показателя работы системы пространственного позиционирования<sup>1</sup>**

*О.А. Климова<sup>1</sup>, П.А. Манукян<sup>2</sup>, М.А. Климова<sup>3</sup>, А.М. Мухамедов<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Московский физико-технический институт, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*manukyan.piruz@gmail.com*

*Ключевые слова: нистагм, нистагменная активность, система, пространственное позиционирование, анализ нистагменной активности.*

Восприятие того, где находится субъект, где находятся окружающие объекты и каким образом можно до них добраться, является одними из самых фундаментальных процессов, необходимых для выживания организмов. Для перемещения в пространстве необходима способность интегрировать различную информацию (зрительную, акустическую, соматосенсорную, вестибулярную), чтобы на основе такой интеграции – создавать сложное пространственное представление о положении своего тела. Эффективным способом создания условий для изучения этих процессов является использование систем виртуальной реальности, позволяющих предъявлять стимуляцию в условиях широкого угла обзора. Ярким примером возникновения нарушений в работе системы пространственного позиционирования можно считать иллюзию движения собственного тела, возникающую у неподвижного человека при наблюдении зрительного стимула, занимающего значительную часть зрительного поля (Palmisano et al., 2015). При этом в качестве объективного показателя работы системы пространственного позиционирования могут выступать параметры глазодвигательной активности (Ebenholtz, 1994). Целью настоящей работы стала разработка процедуры анализа параметров оптокинетического нистагма (двухфазных колебательных протренивающих движений глаз, состоящих из медленной фазы протренивания и возвратной саккады) как показателя работы системы пространственного позиционирования. Гипотеза заключалась в том, что при возникновении иллюзии движения собственного тела медленные фазы нистагма будут более длинными по сравнению с участками без переживания иллюзии. В эксперименте приняли участие 10 испытуемых. В качестве сти-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №19-78-10148.

муляции был использован виртуальный оптокинетический барабан, вращающийся вокруг точки наблюдения в горизонтальной плоскости в двух направлениях – по и против часовой стрелки, с угловыми скоростями 30, 45 и 60 град/с. Внутренняя поверхность барабана была окрашена чередующимися черно-белыми полосами, размером 12 угл. град. каждая. Каждое вращение длилось 1 мин. Каждому испытуемому предъявлялось 12 вращений – 2 направления X 3 скорости X 2 повторения. Испытуемому просили свободно осматривать зрительную сцену и нажимать на кнопку манипулятора в случае возникновения иллюзии. После каждого предъявления испытуемому необходимо было заполнить опросник «Симуляторное расстройство» и оценить выраженность иллюзии движения собственного тела по шкале от 1 до 10. Испытуемому давалась инструкция неподвижно стоять и свободно осматривать зрительную сцену. Для предъявления стимулов был использован шлем виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye, позволяющий регистрировать глазодвигательную активность. Шлем оснащался двумя экранами AMOLED с диагональю 3.5” каждый, с разрешением: 2880 x 1600 пикселей (1440 x 1600 на каждый глаз), частота обновления в 90 Гц и углом обзора 110 градусов. Параметры регистрации движений глаз составили: частота 120 Гц, точность - 0.5°–1.1°. Калибровка происходила по 5-ти точкам путем использования стандартной калибровочной процедуры данного оборудования.

Двухфакторный дисперсионный анализ (фактор скорости вращения и фактор направления) с повторными измерениями обнаружил значимое ( $F = 5,787$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,041$ ) влияние фактора скорости вращения на зависимые переменные интенсивность иллюзии, общий балл опросника «Симуляторное расстройство» и относительная длительность медленной фазы. Для расчета длительностей медленных фаз была разработана оригинальная авторская методика, в основе которой лежала процедура нахождения максимумов в записи координат взора. Выделялся фрагмент размером 50 измерений в начале массива данных, для которого определялось среднее значение координаты позиции взора. Если в данном фрагменте значение координаты вначале росло, а затем убывало по отношению к среднему для данного участка, то такой фрагмент предварительно определялся как максимум. Следующий этап обработки данных – поиск границ пиков – точек с наименьшим значением на отрезке между двумя максимумами. Программа находила слишком короткие пики и пики, расположенные слишком близко друг к другу, определяла, какой из краев пика выше (то есть на подъеме или на склоне другого пика находится данный пик), и, если разница между высотами краев достаточно существенна, «сращивала» такой пик с идущим до или после него. После того, как были получены искомые пики, происходила окончательная их обработка – по координатам границ и вершин опре-

делялись длительности фаз, подсчитывались средние показатели для пиков, в момент получения которых была нажата или не нажата кнопка манипулятора для сигнализации о возникновении иллюзии.

Было обнаружено, что с ростом скорости вращения увеличивалось значение общего балла опросника и субъективная выраженность иллюзии движения собственного тела. Также оказалось, что во время переживания иллюзии была увеличена длительность медленных фаз оптокинетического нистагма. Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась. Такое увеличение длительностей медленной фазы нистагма, обнаруженное в условиях наблюдения стимуляции в шлеме виртуальной реальности, имеет сходство с обнаруженными ранее результатами в экспериментах с использованием высокоиммерсивной системы CAVE (Меньшикова и др., 2018) и проекционных дисплеев. Важно отметить, что в ходе настоящего эксперимента, замедление прослеживаемого движения было обнаружено благодаря автоматизированному механизму обработки паттерна движений глаз. Объяснительным механизмом данного замедления следует считать явление угасания нистагменной реакции (Brandt et al., 1974), наступающее в результате усталости глазных мышц. В этом случае происходит увеличение веса зрительного сигнала, система интеграции «ошибается» и возникает нарушение в её работе – иллюзия собственного движения.

Таким образом, в данном исследовании была разработана процедура анализа нистагменной активности для определения состояния работы системы пространственного позиционирования при условии наблюдения стимуляции в системе виртуальной реальности.

#### *Список литературы*

1. Меньшикова Г.Я., Ковалев А.И. 2018 Роль нистагменных движений глаз в формировании иллюзии движения собственного тела. Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 4 135 – 146.
2. Brandt, T., Dichgans, J., Büchele, W. Motion habituation: inverted self-motion perception and optokinetic after-nystagmus. *Experimental Brain Research*, 21(4), 337-352.
3. Ebenholtz, S., Cohen M., Linder B., 1994 The possible role of nystagmus in motion sickness: a hypothesis. // *Aviation Space and Environmental Medicine* 65.1032–1035.
4. Palmisano, S., Allison, R., Schira, M., Barry, R., 2015 Future challenges for vection research: definitions, functional significance, measures and neural bases *Front. Psychol. (Perception Sci.)*. 6(193). 1–15.

## **Нейробиоуправление при депрессиях. Что нам известно и что предстоит узнать об основных протоколах<sup>1</sup>**

*М.Е. Мельников*

*Федеральный исследовательский центр фундаментальной  
и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия  
mikhail-melnikov@mail.ru*

Ключевые слова: *депрессии, биоуправление, нейробиоуправление, ЭЭГ, фМРТ, саморегуляция, методология, репликации.*

Биоуправление – тренинг регуляции пациентом собственных биологических параметров, основанный на концепции оперантного научения (Arns et al. 2016) – неоднократно тестировалось как средство облегчения симптомов депрессии. Однако важным вопросом остается специфичность эффектов этой технологии.

В результате температурного и электромиографического биоуправления выраженное снижение уровня депрессии отмечалось почти исключительно у соматических пациентов, в основном, при хронических болевых синдромах. Для кардио-респираторного тренинга изменения variability сердечного ритма описано несколько физиологически рациональных моделей воздействия на аффективную сферу (Lehrer and Gevirtz 2014). Тем не менее, и в этом случае наиболее весомые доказательства антидепрессивного эффекта получены на больных кардиологического профиля, а данные собственно пациентов с диагнозом депрессии и здоровых добровольцев менее убедительны. Малый объем исследований, при которых депрессия рассматривалась бы как первичный диагноз, а изменение уровня депрессии – как основной эффект, оставляет в силе альтернативную гипотезу о возможном снижении силы депрессии в ходе биоуправления вследствие ослабления болевого синдрома или другого первичного соматического состояния.

Таким образом, прямо ориентированными на лечение депрессии видятся только варианты биоуправления с регулированием центральных сигналов. Среди них ряд ЭЭГ-протоколов, таких как повышение активности в  $\alpha$ -полосе, в SMR/ $\beta$ -1-полосе, достижение  $\theta$ - $\alpha$  перекреста и модуляция асимметрии лобного  $\alpha$ -ритма, а также фМРТ-подходы, главные из которых – регуляция активности миндалины и выделенных по функциональному прин-

---

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук № МК-1570.2020.7.

ципу лобных корковых отделов. Для оценки доказанности эффекта нейротерапии использована 5-уровневая шкала, предложенная совместно Association of Applied Psychophysiology & Biofeedback и International Society for Neurofeedback & Research, – от 1 «Эмпирически не подтвержден» до 5 «Эффективен и специфичен» (Yucha and Montgomery 2016).

Анализ работ, опубликованных по материалам названных протоколов, отражает показатели, соответствующие уровню 2 «Возможно, эффективен». Главной причиной, препятствующей более высокой оценке, является несоблюдение критерия для уровня 3 о наличии нескольких сходных работ. Даже исследования наиболее популярного протокола – саморегуляции лобной асимметрии  $\alpha$ -ритма – оказались настолько неоднородными, что не удалось выделить два, которые приблизительно совпадали бы по характеристике выборки, конкретной реализации протокола, мерам эффекта и принципам формирования контрольной группы.

Если в этом случае главной проблемой оказалась исключительно вариативность работ и отсутствие исследовательского стандарта, то для менее популярных протоколов – повышения мощности  $\alpha$ -ритма или SMR/ $\beta$ -1-полосы,  $\theta$ - $\alpha$ -перекреста, медленных корковых потенциалов и количественной ЭЭГ – само число публикаций очень мало. Также и в случае фМРТ-нейробиоуправления исследования, посвященные произвольной активации в пределах одной структуры, разнятся в важных деталях и не могут рассматриваться как повторения одного и того же результата (например, принципиально разные меры эффекта в Young et al. 2014, 2017). Важно подтвердить или скорректировать также существующие результаты из категории «нулевых», например, неспецифичность эффекта фМРТ-нейробиоуправления лобных корковых областей, несмотря на размер, превосходящий описанные для плацебо-эффекта (Mehler et al. 2018).

Для малопопулярных и молодых протоколов значительная часть работ носит пилотный характер, что подразумевает крайне малые выборки, отсутствие контрольной группы, преимущественно качественный анализ данных. В тех случаях, когда протокол подтвержден концептуально, новые исследования должны соответствовать более высоким стандартам.

Критерий, относящийся уже к четвертому уровню и часто не соблюдающийся в высококачественных в остальном публикациях – рандомизация принадлежности к группе. Достижению пятого уровня, помимо описанных выше аспектов, препятствует практически полное отсутствие независимых репликаций высококачественных исследований. Например, полное повторение работ Choi et al. (2011), Choobforoushzadeh et al. (2015), Mehler et al. (2018), Young et al. (2017) в случае подтверждения их результатов повысило бы доверие к основным протоколам нейробиоуправления для лечения депрессии. Выделенные перспективы роста мы предлагаем рассматривать как

дополнение к ключевым методологическим аспектам, которые должны учитываться при планировании исследований (Thibault et al. 2018).

Переходя от формального соответствия протоколов нейробиоуправления определенным критериям в гносеологическое измерение, мы можем сделать достаточно пессимистичный вывод. Сегодня известны лишь определенные физиологически обоснованные механизмы коррекции симптомов депрессии с помощью нейробиоуправления и то, что предложенные исходя из них протоколы работают на уровне принципа. Убедиться в неслучайности полученных результатов, определить степень их специфичности, популяции пациентов, на которые их можно распространить, и эффекты в сравнении с эффектами уже существующих медикаментозных и немедикаментозных подходов – дело дальнейших исследований, в особенности, репликационных.

#### *Список литературы*

1. Arns M., Batail J.-M., Bioulac S. et al. 2017. Neurofeedback: one of today's techniques in psychiatry? *L'Encephale* 43, 135–145.
2. Lehrer P.M., Gevirtz R. 2014. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology* 5, e756.
3. Yucha C., Montgomery D.D. 2016. Clinical efficacy of biofeedback therapy: Explanation of efficacy levels. In: G. Tan, F. Schaffer, R. Lyle, I. Teo (eds.) *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. 3rd ed. Wheat Ridge, CO: AAPB, 5–6.
4. Young K.D., Zotev V., Phillips R. et al. 2014. Real-time fMRI neurofeedback training of amygdala activity in patients with major depressive disorder. *PLoS ONE* 9, e88785.
5. Young K.D., Siegle G.J., Zotev V. et al. 2017. Randomized Clinical Trial of Real-Time fMRI Amygdala Neurofeedback for Major Depressive Disorder: Effects on Symptoms and Autobiographical Memory Recall. *The American Journal of Psychiatry* 174, 748–755.
6. Mehler D.M.A., Sokunbi M.O., Habes I. et al. 2018. Targeting the affective brain – A randomized controlled trial of real-time fMRI neurofeedback in patients with depression. *Neuropsychopharmacology* 43, 2578–2585.
7. Choi S.W., Chi S.E., Chung S.Y. et al. 2011. Is alpha wave neurofeedback effective with randomized clinical trials in depression? A pilot study. *Neuropsychobiology* 63, 43–51.
8. Choobforoushzhadeh A., Neshat-Doost H.T., Molavi H., Abedi M.R. 2015. Effect of neurofeedback training on depression and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* 40, 1–8.
9. Thibault R.T., MacPherson A., Lifshitz M. et al. 2018. Neurofeedback with fMRI: A critical systematic review. *NeuroImage* 172, 786–807.

# Functional bilingualism: Contribution of ambiguity tolerance to learning a foreign language<sup>1</sup>

I.V. Atamanova

Tomsk State University, Tomsk, Russia

iatamanova@yandex.ru

Keywords: *linguistic majors, functional bilingualism, ambiguity tolerance, target-culture transformation.*

Foreign or second language learning has been currently recognized as a complex and multifaceted process by its essence (Pawlak 2013). From the functional bilingualism perspective the research focus, when examining teaching and learning a foreign language, is mostly on using the language being studied for special purposes (Nagel et al. 2015). On the other hand, exploring various issues of bilingualism involves ‘language acquisition and processing, their cognitive and neural bases, and the consequences that bilingualism holds for cognition and the brain over the life span’ (Kroll et al. 2015: 377). When learning a foreign language, we enter a new linguistic system and introduce ourselves to a new cultural system, i.e. some kind of the target-language culture transformation into our worldview happens (Atamanova et al. 2015).

In connection to this, ambiguity tolerance can be viewed as a psychological factor that contributes to foreign language learning, being an indicator of language learners’ openness to the world of this new culture (Atamanova and Bogomaz 2014). Ambiguity tolerance ‘generalizes to the various aspects of emotional and cognitive functioning of the individual, characterizing cognitive style, belief and attitude systems, interpersonal and social functioning and problem solving behaviour’ (Furnham and Marks 2013: 717). The role of ambiguity tolerance in foreign language learning has been widely recognized by researchers and educators (see, for example, Kamran 2011) since foreign language learners constantly face various ambiguous stimuli including both linguistic and cultural issues. It was also revealed that ambiguity tolerance should be rather interpreted as foreign language learners’ qualitative characteristic being ‘a parameter determining the dynamics of learners’ communicative competence development in a foreign language’ (Atamanova and Bogomaz 2014: 347). Meanwhile, little is known about if there is any difference in ambiguity tolerance between foreign language learners depending on the target language being learnt. In the context of functional bilingualism this knowledge could contribute to a deeper under-

---

<sup>1</sup> The paper was prepared within the RFBR grant, project 20-013-00282a.

standing of linguistic students' personal and professional development to optimize their individual educational trajectories when majoring in foreign languages belonging to different language groups.

The paper presents a study aimed at exploring between-group differences in ambiguity tolerance among linguistic students whose majors were foreign languages belonging to different language groups. The total sample involved three groups of university students majoring in English (Group 1,  $n = 130$ ), Chinese (Group 2,  $n = 110$ ) and the Romance languages (Group 3,  $n = 78$ ).

The study participants' ambiguity tolerance was measured by McLain's MSTAT-I research tool (McLain 1993) translated into Russian and psychometrically checked by Lukovitskaya (1998). Descriptive statistics and analysis of variance (the t-Student test for unpaired data) were used to treat the data collected.

Table 1 shows the descriptive statistics (mean, standard deviation, lower quartile, upper quartile, skewness and kurtosis) for ambiguity tolerance in university students learning English, Chinese and the Romance languages (French, Spanish, Italian and Portuguese) as their majors.

A comparative analysis of the results obtained in the groups analyzed revealed that the study participants majoring in the Romance languages had the highest scores ( $93.78 \pm 19.79$ ) in ambiguity tolerance, while the lowest ones were found in the study participants learning English as their major ( $87.71 \pm 19.57$ ), see Table 1. The mean values obtained are lower than those revealed for engineering students (Atamanova and Bogomaz 2014) and this finding needs reasonable interpretation (it was hypothesized that linguistic students would be higher in their ambiguity tolerance because of their readiness for encountering a new linguistic system and a new culture) and further research.

Meanwhile, the study findings can be interpreted in regard to the languages concerned. For example, the Romance languages are characterized by a certain degree of emotional expressiveness that is likely to have an effect on one's personal characteristics. This seems to matter both for people speaking such languages as their native ones and for those learning them. This emotional expressiveness can contribute to a higher degree of openness to the target-language culture, resulting in a higher level of ambiguity tolerance. The Chinese language also requires a certain degree of openness to the target-language culture because of the specifics of its linguistic system. It should be noted that there was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in ambiguity tolerance between linguistic students majoring in English and the Romance languages ( $t$ -value =  $-2.158$ ;  $p = 0.032$ ). These values are marked with asterisks (\*) in Table 1.

Thus, the study findings further research into individual differences associated with learning a foreign language from the functional bilingualism perspective. They should be taken into account to optimize linguistic students' individual educational trajectories in the context of their personal and professional development in higher educational settings.

Table 1

**Descriptive statistics for ambiguity tolerance in linguistic students majoring  
in English (Group 1, n = 130), Chinese (Group 2, n = 110)  
and the Romance languages (Group 3, n = 78)**

	Group	Mean	Lower quartile	Upper quartile	SD	Skewness	Kurtosis
Ambiguity tolerance	1	87.71*	75.00	98.00	19.57	0.29	0.57
	2	92.39	79.00	104.00	19.20	0.13	-0.11
	3	93.78*	77.00	108.00	19.79	-0.08	-0.37

*References*

1. Atamanova I., Bogomaz S. 2014. Ambiguity tolerance as a psychological factor of foreign language communicative competence development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 154, 345–352.
2. Atamanova I.V., Bogomaz S.A., Kozlova N.V., Kashirina V.I. 2015. An educational technology for developing professionally-oriented EFL communicative competence: Its acmeological potential. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 200, 236–242.
3. Furnham A., Marks J. 2013. Tolerance of ambiguity: A review of the recent literature. *Psychology* 4, 717–728.
4. Kamran S.K. 2011. Effect of gender on ambiguity tolerance of Iranian English language learners. *Journal of Education and Practice* 2(11/12), 25–33.
5. Kroll J.F., Dussias P.E., Bice K., Perrotti L. 2015. Bilingualism, mind, and brain. *Annual Review of Linguistics* 1, 377–394.
6. Луковицкая Е.Г. 1998. Социально-психологическое значение толерантности к неопределенности. Дис. на соиск. учен. степ. к.психол.н. СПб. 173 с.
7. McLain D.L. 1993. The MSTAT-1: A new measure of an individual's tolerance for ambiguity. *Educational and Psychological Measurement* 53, 183–189.
8. Nagel O.V., Temnikova I.G., Wylie J., Koksharova N.F. 2015. Functional bilingualism: Definition and ways of assessment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 215, 218–224.
9. Pawlak M. (ed.). 2013. *New perspectives on individual differences in language learning and teaching*. Berlin: Springer.

## Research of the influence of meditation on the basic brain mechanisms

*S.V. Medvedev<sup>1,4</sup>, Y.A. Boytsova<sup>1\*</sup>, Y.A. Bubeev<sup>3</sup>, A.Y. Kaplan<sup>2</sup>,  
E.V. Kokurina<sup>4,7</sup>, A.E. Smoleevskiy<sup>3</sup>, N.V. Syrov<sup>2</sup>, L.V. Yakovlev<sup>2</sup>,  
Y.S. Zhironkina<sup>5</sup>, Telo Tulku Rinpoche<sup>6</sup>, Tanzin Chhonden<sup>11</sup>, Yeshe Dorje<sup>9</sup>,  
Stanzin Lhakpa<sup>14</sup>, Tenzin Lobsang<sup>13</sup>, Kunga Lhundup<sup>10</sup>, Ngawang Norbu<sup>8</sup>,  
Lobsang Phuntsok<sup>8</sup>, Lodoe Sangpo<sup>9</sup>, Thupten Sherap<sup>12</sup>, Tenzin Wangchuk<sup>12</sup>*

<sup>1</sup>*N.P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy  
of Sciences, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>2</sup>*Department of Biology, Moscow State  
University, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*Department of Psychology and Psychophysiology, Institute  
of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>4</sup>*Academician Natalya Bekhtereva Foundation, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>5</sup>*Save Tibet Foundation, Moscow, Russia, <sup>6</sup>Center for Tibetan Culture  
and Information, Moscow, Russia, <sup>7</sup>I.M. Sechenov First Moscow State  
Medical University*

<sup>8</sup>*Sera Jey Monastic University, Bylakuppe, India*

<sup>9</sup>*Gaden Jangtse Monastic University, Mundgod, India*

<sup>10</sup>*Drepung Gomang Monastic University, Mundgod, India*

<sup>11</sup>*Gaden Shartse Monastic University, Mundgod, India*

<sup>12</sup>*Drepung Loseling Monastic University, Mundgod, India*

<sup>13</sup>*Sera Mey Monastic University, Bylakuppe, India*

<sup>14</sup>*Tashi Lhunpo Monastic University, Bylakuppe, India*

*\*Boytsova.ihb@gmail.com*

*Keywords: auditory attention, meditations, event-related potentials, error  
detection.*

A large number of studies of the brain maintenance of various meditation practices agree that regulation of attention is common to most meditation practices. Several studies show that meditations can influence not only voluntary attention, but can also change the brain activity associated with earlier, automatic processes of attention. This is shown when analyzing different components of auditory event-related potentials of the brain (ERP) (for example: Srinivasan and Baijal 2007, Cahna and Polich 2009, Braboszcz 2012, Biedermann et al. 2016, Fucci et al. 2018). In these articles, an increase in the MMN amplitude is mainly noted in connection with meditations. Traditionally, MMN is considered as an automatic response of the cortex to any change in the flow of sound stimuli

(Näätänen et al. 1978, Näätänen et al. 2019). Thus, during the meditations, it was shown rather an increase in awareness of stimuli from the outside world.

This work examines traditional Buddhist meditations such as: one-pointed concentration on such concepts of Buddhist philosophy as «emptiness», «impermanence» and «compassion», analytical meditation on the same concepts, and tantric practices. All these meditations, according to Buddhist philosophical tradition, based upon one-pointed concentration and characterized by the gradual withdrawal of «gross levels» of consciousness related to the five senses. According to Buddhist concepts, these practices should be accompanied by a decrease in attention (decrease in awareness) to the sensory stimuli of the outside world. Thus, it can be expected that these practices should be accompanied by a decrease in the MMN amplitude. To test this assumption, 94 practicing monks from Tibetan monasteries in southern India were examined. MMN registration was carried out during meditation with eyes closed or semi-closed and in the control state of relaxed wakefulness with eyes closed. In the MMN protocol, three types of stimuli were presented: frequent 1000-Hz tone (standard, 80% of tones), an infrequent 1300-Hz tone (deviant, 20 % of tones) and infrequent new tone (a sequence of 5 tones with frequencies of 500, 1000, 1500, 2000, and 2500 Hz). The duration of each stimulus is 100 ms. The monks listened to these stimuli in a passive paradigm. For the analysis of MMN, three frontal scalp sites (F3, Fz, F4) were chosen as the region of interest.

Statistical analysis (Anova) showed that during meditation, there were significant decreases in MMN amplitude in comparison with a control state. The division of the general group of subjects into subgroups according to the level of experience showed that these subgroups differ during meditation. The smallest MMN amplitude is noted in the subgroup of the most experienced practitioners. These results confirm our assumptions that the considered meditations are accompanied by a decrease in neurophysiological processes associated with attention to external stimuli, with a decrease of evaluation and differentiation of outside stimuli.

The obtained data are partially confirmed by some articles (Cahna and Polich 2009), but differ from the data of others (Srinivasan and Baijal 2007, Braboszcz 2012, Biedermann et al. 2016, Fucci et al. 2018). This contradiction between our results and literary data can be explained by different experimental conditions (the use of different control states, other types of meditation, research only after, but not during meditation, as in the present study, different MMN protocol, etc.). This fact underlines the importance of describing experimental conditions for understanding the obtained neurophysiological results in meditation research and comparing the obtained data with the existing ones.

As noted above, MMN can be considered as a manifestation of an error detection mechanism that is sensitive to any deviations in the flow of sensory stimuli. This understanding allows us to consider MMN as a particular reflection of

the work of a more global mechanism of the brain - the mechanism of the error detector (Bechtereva 1971, Bekhtereva et al. 2005). The term «error detector» was originally used to refer to populations of neurons that responded to an erroneous performance in a psychological test. This response has been defined as error detection. In our previous studies (Kireev et al. 2013), we have never observed that any kind of mental effort could influence the error detection mechanism. It is shown that conscious control over the error detection mechanism is impossible. The data obtained suggest that the considered meditations can weaken the work of the error detector.

### *References*

1. Srinivasan N., Baijal S. 2007. Concentrative meditation enhances preattentive processing: a mismatch negativity study. *Neuroreport* 18, 1709-1712.
2. Cahn B.R., Polich J. 2009. Meditation (Vipassana) and the P3a Event-Related Brain Potential. *Int J Psychophysiol* 72, 51–60.
3. Braboszcz C. 2012. Study of the electroencephalographic correlates of mind wandering and meditation. *Neurons and Cognition*. Université Paul Sabatier – Toulouse III, 1-198.
4. Biedermann B., Delissa P., Mahajan Y. et al. 2016. Meditation and auditory attention: An ERP study of meditators and non-meditators. *Int J Psychophysiol* 109, 63-70.
5. Fucci E. 2018. Regulation of perceptual learning by mindfulness meditation: experiential and neurophysiological. *Neuroscience*. Université de Lyon, 1-213.
6. Näätänen, R., Gaillard, A. W.K., Mäntysalo, S. 1978. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychol (Amst.)* 42, 313–329.
7. Näätänen R., Kujala T., Light G. (eds.) 2019. *The Mismatch Negativity: A Window to the Brain*. Oxford, England: Oxford University Press.
8. Bechtereva N.P. 1971. *Neurophysiological Aspects of Human Mental Activity*. Moscow: Meditsina.
9. Bekhtereva N.P., Shemyakina N.V., Starchenko M.G., Danko S.G., Medvedev S.V. 2005. Error detection mechanisms of the brain: Background and prospects. *International Journal of Psychophysiology* 58, 227 – 234.
10. Kireev M.V., Korotkov A.D., Polyakov Y.I., Anichkov A.D., Medvedev S.V. 2013. The brain's error-detecting mechanism - a PET study. *Human physiology* 43, 613-616.

# Life, Human and Computer Languages and Paradigms<sup>1</sup>

*N.E. Shklovskiy-Kordi<sup>1</sup>, L.I. Evelson<sup>2</sup>, L.I. Erlich<sup>3</sup>, O.S. Kremenetskaya<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>National Research Center for Hematology, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>Innovation Scientific Center of Information and Remote Technologies,  
Bryansk, Russia*

*<sup>3</sup>Research Computing Center, Moscow State University, Moscow, Russia*

*<sup>4</sup>Center for Theoretical Problems of Physicochemical Pharmacology,  
Moscow, Russia*

*levelmoscow@mail.ru*

Keywords: *life, text, human, cell, computer, language, expert system, genetic code.*

The text written not by a human was discovered in 1953. We will try to justify exactly the term «text». The term «written» emphasizes that until 1953, humanity knew only texts that were created by a human being.

It is generally accepted that in 100 % of biological cells a DNA nucleotide sequence encodes hereditary information. This is the «DNA code» – the Language of Life. The nucleotide sequence in a cell undergoes complex transformations that can be described as mathematical operations (Shklovskiy-Kordi et.al. 2020). For the «DNA code» sense of inscriptions of all chemical «letters» are the same as it is for the letters in human alphabets, regardless of paint and font. The information in DNA, as well as in the «human» text, consists of the sequence of characters. The «alphabetical» approach allows (with a fixed interpreter of meaning) to consider a text as a sequence of characters. Molecular biology has shown that a living cell is the universal interpreting device for DNA code and the basic structure of life. Other forms of life (besides of cellular) are not known. The «kingdom of viruses» is synonymous with the «kingdom of books»: viral texts «come to life» only when they get into a suitable living cell, like as books in the hands of the reader. The development of computer technology added an understanding that a computer created by a human is characterized by a special language system and it is a model for human life too. The definition of life as a molecular computer running on a program written in DNA was done in the classical publication: (Efim A. Liberman 1972).

**The Human Phenomenon.** Man is an animal of the species *Homo Sapiens*, timely trained to use the natural (human) language. Natural language allows the carrier to create texts (sequences of characters) that are independent of genetic

---

<sup>1</sup> This research work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (AAAA-A18-118012390247-0), by RFBR grant (project № 19-07-01235).

information. Of course, before the appearance of humans, animals had many ways of transmitting information: by sounds, gestures, smells, dances, etc. However, the meaning of a message in these languages always depends on the physical structure of a particular information message. This also applies to the main way of obtaining information about reality by organisms with a nervous system. The transmission of information along nerves (sequence of nerve impulses) is a binary code. However, at the generation stage, the information message is rigidly tied to the physical characteristics of reality – in particular, through the structure of nerve receptors and the address of their location in a particular nerve center.

**The Computer Phenomenon.** Homo sapiens have created computer and many various languages for it. First, algorithm idea had appeared. There is some opinion that it took place several centuries ago. The algorithms were written in natural human languages and they were written for humans. Then human had created computer and algorithm computer languages. Later object-oriented and event-oriented and other computer languages had been developed. Separate important way was connected with Artificial Intelligence. Now a model is used often besides (instead) of an algorithm in Artificial Intelligence and in computer science.

What computer language or paradigm is the most alike the life language? In our opinion, the both paradigms (algorithm and model) can be used in combination. The Life system consisting of the genomic language (DNA code) and the «cell reader» likes an Integrated Expert System (IES). The main components of classical Expert System (ES) are Knowledge Base, Working Memory and Inference Engine (Peter J.F. Lucas, Linda C. van der Gaag 1991).

Let's concern the Knowledge Base founded on rules (production model of knowledge representation). The rules are «If (term)...Then (Action)...».

There are «Confidence factors» indicating degree of confidence that the rule is right (or that it will be fulfilled if the term will take place). If «Action» is a procedure written in algorithm computer language then the ES can be called IES.

Let's return to «Life language». Let's imagine that DNA code and «reader» is the Knowledge Base founded on rules and Working Memory is association of Environment, Life style, Medicine, Psychological Statement and so on. The Human Health is the Inference Engine together with results of its work.

So, in this model Human Life includes a continuous sequence of appellations to the IES like as fulfillment of the batch file. Every appellation calls the Inference Engine which makes comparison of current statement of the Working Memory with the Knowledge Base. Rules (gene, DNA code) are activated if the part «IF...» is corresponding to the Working Memory current statement. Probably Working Memory includes also some «Alarm Clock». Its «rings» are added to statement of the Working Memory. As a result of fulfillment of some rule activated in the Knowledge Base, corresponding procedure (part «Then...» of the rule) starts. The results of the fulfilled procedures make up the current Human Life.

How the above model of Human Health and Life can be used? Such question is connected with the questions about human roles regarding the IES.

What about the IES developer team? This is a Question...

However, the same question about user is much easy. The user is a human (patient). There is also the Technical Support Group. It consists of the physician, family, friends and so on.

The role of the patient is to live and to try to be healthy. He is the main (direct) user. The role of the physician is to treat and to be erudite and wise. Until the role of Genetic Engineer is not completely clear. Probably he will soon become Engineer on Knowledge and a member of Technical Support Group of the IES. Genetic Engineer (Engineer on Knowledge) is not the Expert. Who is the Expert? This is a Question again...

What languages are used in the described IES? Knowledge Base is developed in the Life language. Working Memory and the Inference Engine are written also in the Life language but they can be described in natural human language. Computer languages can be used for all components together with the above ones.

We hope that the above model will help to understand better the cognitive aspects of the Life language and to improve Human Health. We also hope that the model can be useful for further cognitive investigations.

#### *References*

1. Shklovskiy-Kordi N.E., Finn V.K., Ehrlich L.I., Igamberdiev A.U. 2020. The Genetic Language: Natural Algorithms, Developmental Patterns, and Instinctive Behavior. *Advances in Artificial Systems for Medicine and Education* 902, 173-182.
2. Liberman E.A. 1972. The Cell as a Molecular Computer (M.C.). 1. General Ideas and Hypotheses, *Biophysics* 17, 932-943.
3. Peter J.F. Lucas, Linda C. van der Gaag. 1991. *Principles of Expert Systems*. Amsterdam: Centre for Mathematics and Computer Science.

## Searching in «Russian Pear Chats and Stories»: Challenges of multi-party multichannel communication

N.A. Korotaev<sup>1</sup>, G.B. Dobrov<sup>2</sup>, A.N. Khitrov

<sup>1</sup>Russian State University for the Humanities, Moscow

<sup>2</sup>Consultant Plus, Moscow, Russia

n\_korotaev@hotmail.com

Keywords: *Multimodality, natural discourse, multichannel communication, linguistic corpora, search engines, web development.*

Multimodal, or multichannel, studies address the question of how different communication channels interact in natural discourse production and comprehension. Contrary to traditional, or «pure», linguistics, this paradigm embraces not only speech but also a wide range of non-verbal activities, such as manual and head gestures, eye movements, body postures, and so on. «Russian Pear Chats and Stories» (RUPEX; <https://multidiscourse.ru/>) is a multichannel corpus that consists of communication sessions sharing the same recording set-up. In each session, there are three main participants (Narrator, Commentator, and Reteller) who discuss and relate the contents of the «Pear Film» (Chafe 1980). Annotation embraces verbal, prosodic, oculomotor (eye gaze), cephalic (head gestures), and manual channels; see Kibrik 2018 for more detail.

Linguistic corpora are usually equipped with searching capacities that allow to extract data basing on users' requests. Most often, search systems are available online and have intuitive graphic interfaces. However, for multimodal resources, this is not as usually the case, partly because such data are harder to display on web. It does not suffice to provide text, or transcript fragments. Also needed are related fragment of media files, and a more complex, multi-dimensional annotation accounting for different channels and different participants' contributions. This is why multimodal data can more often be downloaded for viewing offline in software like ELAN (ELAN 2020) or ANVIL (Kipp 2012). These are powerful annotating tools that also provide in-built searching functionality and / or possibility of converting the data into an SQL format for further analysis. Still, we find that having an online search system adapted for specific data is crucial both for users' convenience and for testing research hypotheses.

In this talk, we present basic features of the online search system developed for RUPEX and show how they can be helpful in conducting multichannel research. The description is relevant to the beta version 0.12.14 released in April 2020. On the client side, the system is a single-page JavaScript application built using the Model-view-viewmodel pattern. On the server side, queries are per-

formed on an SQL database having an entity-attribute-value structure. Underlying the database is the scheme of multichannel annotation (see Kibrik et al. 2019). We concentrate on two major features, (i) composing a query and (ii) viewing results in a multi-layered format.

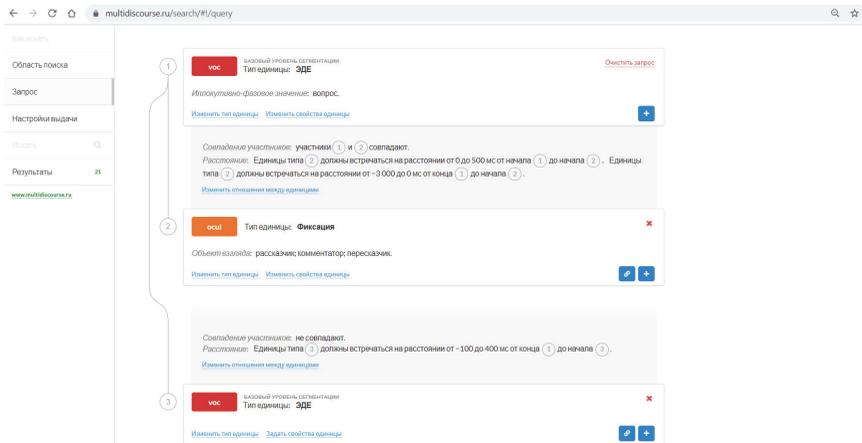


Fig. 1. A complex tree-like query consisting of three units

Fig. 1 shows a query that consists of three numbered units: (1) an elementary discourse unit (EDU; a basic unit of vocal segmentation) constituting a question; (2) a gaze fixation of the same participant directed at one of his/her interlocutors; and (3) an EDU produced by another participant. Fixation (2) is set to start within a 500 ms interval after the start of EDU (1), but not after the end of (1); EDU (3) is set to start no earlier than 100 ms before and no later than 400 ms after the end of EDU (1). Overall, this query corresponds to a quite frequent configuration in conversation, where one speaker produces a question and additionally uses eye contact to indicate who is to answer the question; the requested answer is given in the next turn. The query is dynamically displayed as the user adds units, specifies their properties, and establishes temporal and participant-coincidence relations between them.

Viewing results is available in two modes. Fig. 2 shows an extended view where each search hit returned for the query discussed above is represented as a multi-layered annotation structure associated with corresponding video fragments. An interesting hit is displayed: The Reteller looks at the Narrator inviting her to answer the question (see the «N» value in the R-Interlocutor tier), but this is the Commentator who takes his turn instead. He also accompanies his answer with a depictive manual gesture (showing a basket), as can be seen in the video player.

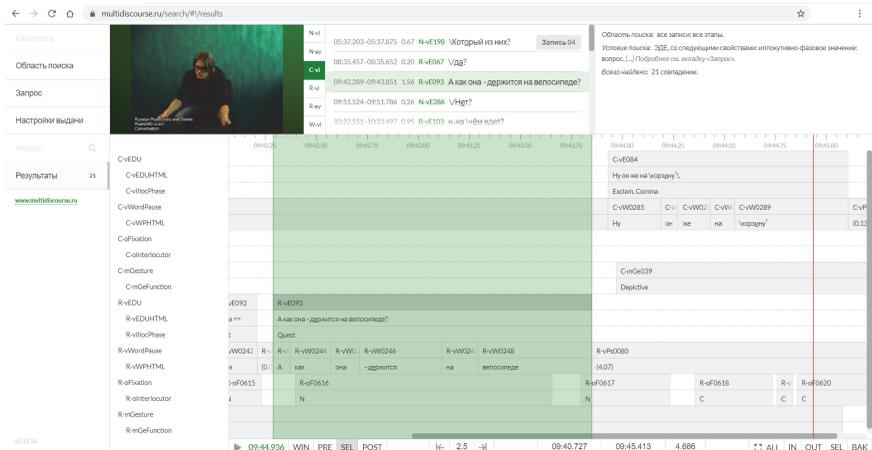


Fig. 2. Viewing search results in an extended multi-layered format

This brief illustration sums up the basic principles of the RUPEX search system. However, one thing should be added. The query presented in Fig. 1 has a tree-like structure. This is not necessary. Users are also allowed to create additional links between units and transform the query structure into a network. For instance, the query in Fig. 1 could be elaborated by specifying additional relations between units (2) and (3). This feature is crucial, as it allows to study complex interconnections that are inherent to multichannel communication.

### References

1. Chafe W. (ed.) 1980. The pear stories: Cognitive, cultural, and linguistic aspects of narrative production. Norwood: Ablex.
2. Kibrik A.A. 2018. Russkij mul'tikanal'nyj diskurs. Čast' II. Razrabotka korpusa i napravlenija issledovanij [Russian multichannel discourse. Part II. Corpus development and avenues of research] // Psixologičeskij žurnal 39 (2), 79–90.
3. ELAN (Version 5.9) [Computer software]. 2020. Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics, The Language Archive. Retrieved from <https://archive.mpi.nl/tla/elan>.
4. Kipp M. 2012. Multimedia Annotation, Querying and Analysis in ANVIL. In: M. Maybury (ed.) Multimedia Information Extraction. John Wiley & Sons, 351–368.
5. Kibrik A.A., Korotaev N., Fedorova O., Evdokimova A. 2019. Edinaja mul'tikanal'naja annotacija kak instrument analiza estestvennogo diskursa [Unified multichannel annotation: A tool for analyzing natural communication]. In: Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Papers from the Annual International Conference «Dialog» 18(25). Moscow, 265–280.

## **От окраин до Москвы: региональные модели ментальных расстройств в России (на материале «наивных карт»)<sup>1</sup>**

*Н.Л. Зелянская  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, Россия  
zelyanskaya@gmail.com*

Ключевые слова: *ментальные репрезентации, ментальная карта, гео-концепт, наивная география, когнитивное геокартирование, семантизация пространства.*

Исследование продолжает серию работ, посвященных проблеме ментальных репрезентаций пространства, реконструированных на материале «наивных» карт, которые были получены нами в разных регионах России в ходе эксперимента «когнитивное картирование» (Белоусов, Зелянская 2013; Зелянская 2014; Zelyanskaya et al. 2017 и др.). Наш эксперимент опирается на традицию изучения географических представлений путем реконструкции наивных географических ментальных карт, «sketch maps» (Saarinen 1988; Saarinen, MacCabe 1990). «Наивные» карты – это субъективные визуализации индивидуальных представлений о пространстве, графическая и вербальная информация, представленная на картах, является источником научных обобщений о ментальных репрезентациях геопространства и геоконцептах.

Первоначально в процессе «когнитивного картирования» респонденты на листе формата А3 изображали границы, важные географические объекты России и страны-соседи, граничащие с Россией, а также писали свои ассоциации к изображенным объектам (примеры см. <https://naivemaps.ru/> – раздел «Материал»). Современный уровень развития компьютерных технологий позволил нам усовершенствовать процесс изучения «наивных» географических репрезентаций. Сбор данных сейчас осуществляется с помощью разработанного Р.В. Чумаковым в рамках нашего исследования онлайн-редактор «наивных» карт <https://creativemaps.studio/>, который за счет выведения эксперимента в цифровую среду позволит со временем существенно расширить базу карт, разнообразить региональную представленность респондентов и даст возможность для более тщательной и информа-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (проект № 20-18-00336).

тивной обработки полученного материала. На сегодняшний день проанализировано около 500 «наивных» карт России из Москвы, Санкт-Петербурга, Сибири (Барнаул, Бийск), южного, среднего и северного Урала (Оренбург, Уфа, Пермь) и Калининграда. В качестве респондентов выступили студенты очной и заочной форм обучения, специалисты разных профессиональных сфер и квалификации, пенсионеры, возраст от 18 до 65 лет.

Мы исследуем геоментальные карты в качестве объекта, отражающего способы региональной самоидентификации в масштабах страны, картину мира регионов. В процессе рефлексии о геопространстве в сознании человека актуализируются геоконцепты, систему которых можно считать альтернативным, по преимуществу ценностным, пространством страны.

Целью данной работы является моделирование расстояний между геообъектами в ментальном пространстве России, реконструкция топологии геообъектов и ее оценка по пространственному расположению/близости объектов относительно друг друга и степени трансформированности расстояний относительно эталона (реальной карты).

Проблема пространственных зависимостей между геоконцептами связана с их расположением относительно друг друга, близостью/удаленностью в пространстве ментальной карты. В отличие от метрических свойств географического пространства, сориентированных на «расстояние», характеристики ментальных карт – топологические: они «описывают связность, симметрию и мерность пространства... <...> связаны со свойствами порядка, промежуточности элементов и сохраняются при изменении метрических свойств (не нарушающих непрерывности)» (Головкин 2006: 42-43).

Чтобы выявить закономерности ментальной топологии, мы разметили «наивные» карты с помощью специального приложения для обработки изображений (разработчик – Д.А. Баранов), позволяющего сравнить локализацию десяти наиболее частотных российских городов с их расположением на реальной карте. Это позволило измерить топологические характеристики ментальных карт, созданных в трех городах – Бийске, Оренбурге, Перми. Количество материала, собранного в указанных регионах, на сегодняшний день больше остальных (105, 122, 108 – соответственно), поэтому мы считаем его наиболее репрезентативным. Данный подход позволил создать три визуальные модели структуры пространства реконструированного из каждой его точки в контексте сжатия/расширения относительно эталона (примеры см. <https://naivemaps.ru/?cat=13>).

Анализ сжатия/расширения расстояний на «наивных» картах относительно реального географического эталона дал возможность выявить несколько важных закономерностей структурирования ментального пространства страны с точки зрения региональных позиций.

Основным фактором, обуславливающим степень искажения пространства, оказывается регионоцентричность: все значимые геолокусы – прежде

всего, сам регион информанта – смещаются в сторону геоцентра. Незначительные же геообъекты изображаются с приблизительностью, не имеющей четкой системы, либо полностью «стираются» с карты. Восприятие границ России также связано с выбранным условно географическим – по преимуществу ценностным расположением важных топосов относительно центра: при идентификации своего региона в качестве европейского (Оренбург) информанты подвергают деформации восточные границы, при самоотнесении к восточной части (Бийск) – искаженно воспринимают крайнюю западную точку страны.

Усугубляющим фактором, способствующим переформатированию географической реальности, становятся амбиции региона, представления его жителей о самодостаточности, о масштабности в рамках страны генерируемых ими ценностей – культурных, экономических, политических и пр. Тогда все значимые локусы, с которыми регион выстраивает отношения сотрудничества и/или конкуренции, подчиняются тенденции центрирования.

Но независимо от восприятия собственной значимости на жителей и небольших провинциальных городов, и городов-миллионников оказывает влияние замеченный нами закон регионального масштабирования. Расстояния между территориально ближайшими топосами в ментальном пространстве растягиваются (например, Пермь и Екатеринбург), что способствует укрупнению регионально значимых областей по сравнению с остальными регионами страны.

#### *Список литературы*

1. Saarinen T.F. Centering of Mental Maps of the World. *National Geographic Research*. 1988. № 4(1). P. 112-127.
2. Saarinen T.F., MacCabe C. The world image of Germany *Erdkunde*. 1990. № 44. P. 260-267.
3. Белоусов К.И., Зелянская Н.Л. Лингвосомиотическое моделирование обыденной географической картины мира // *Вопросы когнитивной лингвистики*. 2013. № 2. С. 73-85.
4. Зелянская Н.Л. Геоконцептология и региональная идентичность // *Вестник Пермского университета. Российская и зарубежная филология*. Пермь. 2014. № 4(28). С. 73-79.
5. Zelyanskaya N., Belousov K., Ichkineeva D. Naive geography and geopolitical semiotics: The semiotic analysis of geomenal maps of Russians // *Semiotica*. 2017. Vol. 2017. Iss. 215. P. 235-253.
6. Головкин Н.В. Философские вопросы научных представлений о пространстве и времени. *Концептуальное пространство-время и реальность*. Новосибирск, 2006. 226 с.

## Семантические корреляты профессионального развития специалистов социономической сферы<sup>1</sup>

*М.М. Абдуллаева*

*Факультет психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва РФ  
mehirban@rambler.ru*

Ключевые слова: *профессиональный опыт, развитие профессионалов, психосемантика, контент-анализ, значимые объекты, врачи, учителя.*

Изучение профессионального развития человека является одним из основных направлений в психологии труда. Разнообразие и обилие феноменов, относящихся к понятию «развития», позволяет выделить два подхода к его трактовке: 1) развитие как поступательное движение к высокому профессионализму при сохранении психологического благополучия; 2) развитие как нежелательный вариант изменений работающего человека по пути формирования профессионально личностных деформаций (Исаев и др. 2019, Filipe et al. 2014, Garet et al. 2001, Maslach and Jackson 1981, Potugala 2020 и др.). Поиск признаков «отклонений» от «нормального» пути развития и их диагностика становятся важной задачей для психологов. Применение методического аппарата психосемантики за счет обращения к описанию индивидуальных систем значений, отражающих опыт конкретного субъекта, может стать основой для ее продуктивного решения (Артемьева 1999).

Цель нашего исследования состоит в поиске семантических коррелятов особенностей профессионального развития представителей социономической сферы – врачей и учителей средних школ. Основной характеристикой работы этих специалистов является их ориентация на другого человека, погруженность в его проблемы и, как следствие, высокая ответственность, большая коммуникативная нагрузка и требование эмоциональной стабильности. Мы предположили, что врачи и учителя, различающиеся по показателям психологического благополучия в профессии, будут по-разному описывать профессионально значимые объекты и априори несемантизированные стимулы.

Для проверки эмпирической гипотезы респондентам было предложено заполнить пакет опросников, направленных на диагностику приоритетных ценностей в работе, уровня удовлетворенности трудом, степени выраженности симптомов профессионального выгорания как типичной деформации для социономов (Водопьянова и Старченкова 2005, Резапкина 1999). Затем им был предложен ряд психосемантических методик с последующим контент-анализом: свободное описание изображений стандартного набора Е.Ю. Артемьевой (1999), завершение неоконченных предложений на тему

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта № 18-013-01240.

работы, свободные ассоциации на слова-стимулы «Пациент», «Человек», «Ученик», «Ребенок» (Абдуллаева 2005).

Выборку составили 62 врача-терапевта, работающих в городских клинических больницах, и 98 учителей средних школ. Всего 160 человек, 59 мужчин и 101 женщина со средним стажем – 17 лет и средним возрастом по выборке – 39 лет. Статистический анализ проводился при помощи SPSS Statistics 22.0.

Полученные результаты описательной статистики позволяют утверждать, что диагностические показатели удовлетворенности трудом ( $M = 39$ ,  $\sigma = 5,7$ ), симптомов эмоционального истощения ( $M = 23$ ,  $\sigma = 3,8$ ), деперсонализации (цинизма) ( $M = 9$ ,  $\sigma = 3,7$ ), редукции личных достижений ( $M = 31$ ,  $\sigma = 4,9$ ) по всей выборке находятся преимущественно в средних диапазонах выраженности. В общей выборке представлены все ценности. Учитывая, что респонденты, в основном это взрослые, семейные люди, они могут быть ориентированы одновременно на профессиональную карьеру, на семейное благополучие, на социальное окружение. Величина дисперсии оценок указывает на то, что в выборке имеются респонденты, как с высокими, так и с низкими показателями. Сравнительный анализ данных проводился по нескольким основаниям: а) между группами, выделенными по стажу работы и возрасту, б) между группами, разделенными по выраженности симптома деперсонализации, в) между группами, характеризующимися разными ведущими ценностными ориентациями.

Для выделения качественных групп нами была применена процедура быстрого кластерного анализа, в результате которой определились 3 группы специалистов с разным возрастом и стажем. Поиск статистически значимых различий по критерию Краскелла-Уоллеса показал, что «средняя» группа респондентов имеет различия с группой «старших» и с группой «младших» ( $p \leq 0,05$ ). По сравнению с «младшими» у них симптом деперсонализации нарастает, показатели редукции достижений и удовлетворенность трудом улучшаются. Профили выраженности ценностных ориентаций в трех группах характеризуются разными «пиками», связанными с приоритетами в жизни. Корреляционный анализ данных по критерию Спирмена показал связь между симптомами выгорания и приоритетными ценностями ( $p \leq 0,05$ ). Это послужило основанием при проведении контент-анализа разделения семантических описаний слов-стимулов и авторских текстов по принадлежности респондентов к группам, выделенным по выраженности симптома деперсонализации.

Частотный анализ свободных описаний черно-белых фигур, вошедших в разные категории (по Артемьевой, 1999), показал, что респонденты в основном используют ссылочные описания (предметные квалификации) и реже – эмоциональные. Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что респонденты с выраженностью симптома деперсонализации, значительно чаще используют в описаниях объектов ссылочные описания и значительно реже антропоморфные и эмоциональные ( $p \leq 0,05$ ). Данные

контент-анализа окончаний предложений и свободных ассоциаций на слова-стимулы, которые давали респонденты разных групп, позволяют говорить о следующих семантических коррелятах особенностей их профессионального развития: «эмоциональный тон оценки», «доля антропоморфных описаний» и «абстрактность/конкретность описаний». «Обратный» ход анализа, в котором были выделены группы респондентов с разной частотой использования ссылочных и антропоморфных описаний подтвердил связь этой особенности «семантизации» стимулов с выраженностью симптома деперсонализации. Выделение семантических признаков отклонений в сторону деформаций в профессиональном развитии позволит выделять специалистов в группы риска до того, как это станет возможным с использованием опросных методик.

#### *Список литературы*

1. Исаев А.А., Никифоров Г.С., Родионова Е.А. 2019 Психология профессионального здоровья: обзор концепций // Учёные записки СПбГИПСР. 32 (2). 114–122.
2. Filipe H.P., Silva E.D., Stulting A.A., Golnik K.C. 2014 Continuing Professional Development: Best Practices // Middle East Afr. J. of Ophthalmol.; 21(2): 134–141. doi: 10.4103/0974-9233.129760.
3. Garet, M.S.; Porter, A.C; Desimone, L.; Birman, B.F; Yoon, K.S. 2001 What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. American Educational Research Journal. 38 (4): 915–945. doi:10.3102/00028312038004915.
4. Maslach C., Jackson S. 1981 The measurement of experienced burnout // Journal of Occupational Behavior. 2. 99–115.
5. Potyrała K. 2020 A few reflections on contemporary science education and educational research // Problems of Education in the 21st Century. 78(1). doi:<https://doi.org/10.33225/pec/20.78.04>.
6. Артемьева Е.Ю. 1999 Психология субъективной семантики. М.: Наука, Смысл.
7. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. 2005 Синдром выгорания. Диагностика и профилактика. СПб.: Питер.
8. Резапкина Г.В. 1999 Психологический портрет учителя. М.: Генезис.
9. Абдуллаева М.М. 2005 Семантические характеристики текста и особенности профессионального труда // Вестник Моск. ун-та. Серия 14. 4, 25-36.

## Не узнавать, но уметь: влияние медикаментозной седации на память о способе решения задачи<sup>1</sup>

Г.Д. Взорин<sup>1</sup>, А.М. Букинич<sup>1</sup>, В.О. Чураков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

*g.vzorin@mail.ru*

Ключевые слова: *пропофол, декларативная память, процедурная память, медикаментозная седация.*

В междисциплинарных исследованиях общепринятым стало понимание памяти человека не как средства пассивной фиксации информации, а как активной системы, выполняющей адаптивную роль в осуществлении и планировании деятельности. Из такого понимания следует тезис о пластичности памяти, о ее конструктивном характере. Выделяются различные механизмы пластичности, соответствующие различным стадиям кодирования информации (кодирование, хранение, извлечение) и разрабатываются соответствующие этим стадиям методики влияния на память при помощи фармакологических, физиологических, поведенческих и психологических воздействий (Lee, Nader, Schiller 2017).

В рамках фармакологической линии исследования пластичности памяти стадии кодирования соответствуют исследованиям влияния медикаментозных препаратов на консолидацию (запоминание) материала. Так, в ряде исследований был показан эффект внутривенного анестетика «Пропофол» на консолидацию вербального материала (см., например: Flouda et al. 2013). В упомянутой работе было зафиксировано нарушение эксплицитной памяти при сравнительной сохранности имплицитной. Другими словами, респонденты значимо хуже вспоминали предъявленные им вербальные стимулы, когда перед ними напрямую стояла задача вспоминания (дополнить буквы до ранее услышанных слов). Когда же их задачей было дополнить буквы до любых слов, испытуемые значимо чаще дополняли буквы до предъявленных ранее слов, что свидетельствует о сохранности имплицитных мнемических следов.

При изучении влияния фармакологического препарата на уже консолидированную память часто обращаются к т. н. механизму реконсолидации памяти, то есть, «повторной записи» мнемического материала, которая происходит при повторной активации ранее запомненной (консолидиро-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-29-07069.

ванной) информации с помощью предъявления условного стимула или контекста предыдущей консолидации. Если такая реактивация будет сочетаться с амнестическим агентом, например, с интенсивным электросудорожным воздействием или введением блокатора синтеза белка, при отсроченном тестировании будет наблюдаться амнестический эффект при попытке актуализировать консолидированный ранее (до воздействия) материал. То есть, сочетание определённого деструктивного воздействия с напоминанием о запомненном ранее материале способно в определённых условиях привести к разрушению исходного воспоминания. Применение пропофола как более безопасного способа воздействия на людей (Galarza Vallejo et al. 2019) показало, что данный анестетик оказывает амнестическое влияние только на эмоционально негативное содержание, оставляя ранее приобретенную эмоционально нейтральную информацию интактной.

Цель настоящего исследования – в единой экспериментальной схеме сопоставить влияние пропофола на процессы консолидации и реконсолидации декларативного и процедурного материала, ненамеренно закодированного в рамках решения задачи на зрительный пространственный поиск и сопоставление.

Проведено пилотное исследование на 7 испытуемых. Испытуемыми выступили добровольцы из числа пациентов, которым предстояла хирургическая операция с применением анестезии. Исследование состоит из 3 этапов: за сутки до операции, во время операции и через сутки после операции. На первом этапе испытуемые проходят короткую нейропсихологическую диагностику памяти и выполняют задание на поиск отличий между тремя парами картинок. На втором этапе при разных уровнях седации пропофолом (от анксиолизиса с сохранением сознания до глубокой седации с его угнетением) разным респондентам для реактивации материала первого этапа предъявлялись тематически схожая картинка (для проверки классического эффекта реконсолидации) и исходное изображение с существенными изменениями (для проверки наличия эффекта включения новых элементов). Кроме того, для проверки влияния на консолидацию испытуемый выполняет задачу на поиск отличий в новой стимульной паре под воздействием пропофола. На третьем этапе испытуемому предъявляется одно изображение из каждой пары и задается вопрос: «Видели ли Вы это изображение раньше?». Далее испытуемого просят по памяти воспроизвести отличия, имея перед глазами одну картинку. Если он не вспомнил все отличия, то открывается вторая картинка и испытуемому предлагается найти оставшиеся. На третьем этапе также предъявлялась пара новых стимулов. Измеряется время поиска отличий на каждом этапе. Контрольным условием выступает пара стимулов, не реактивировавшаяся по время операции, три экспериментальных условия – консолидация во время седации, реактивация тематически схожим стимулом и видоизмененным.

Результаты пилотного исследования не показали выраженного амнестического эффекта пропофола при реконсолидации эмоционально нейтрального материала ( $t(6) = -1.11$ ,  $p = 0.309$ ). Не обнаружено и наличие конструктивных привнесений в условия с реактивацией видеоизмененным стимулом. Данные предварительные результаты показывают, что даже при различных уровнях седации пропофолом и при наличии контекстуальной подсказки эмоционально нейтральный материал не испытывает амнестического влияния. Был получен эффект нарушения эксплицитной памяти при сохранении имплицитной при воздействии пропофола. Эффект проявился в форме нарушения декларативного эпизодического запоминания при сохранении процедурного: на третьем этапе испытуемые быстрее находили отличия между стимулами, предъявленными во время седации, чем в контрольном условии поиска отличий между новыми стимулами ( $t(6) = -2.585$ ,  $p = 0.041$ ). В то же время 5 из 7 испытуемых не смогли узнать предъявленный впервые во время седации стимул.

#### *Список литературы*

1. Lee J.L.C., Nader K., Schiller D. 2017. An Update on Memory Reconsolidation Updating. *Trends in Cognitive Sciences* 21(7), 531–545.
2. Flouda L., Pandazi A., Papageorgiou C., Perrea D., Krepi E., Kostopanagiotou G. 2013. Comparative effects of sevoflurane and propofol based general anaesthesia for elective surgery on memory. *Archives of medical science: AMS* 9(1), 105.
3. Galarza Vallejo A., Kroes M.C.W., Rey E., Acedo M.V., Moratti S., Fernandez G., Strange B.A. 2019. Propofol-Induced Deep Sedation Reduces Emotional Episodic Memory Reconsolidation in Humans. *Science Advances* 5(3), eaav3801.

### **Тета-ритм и структурные особенности головного мозга при шизофрении<sup>1</sup>**

*И.С. Лебедева, А.С. Томышев, В.Г. Каледя  
ФГБНУ НЦПЗ, Москва, Россия  
lebedeva-i@yandex.ru*

Ключевые слова: ЭЭГ, тета-ритм, шизофрения, МРТ.

Изменение параметров фоновой ЭЭГ при шизофрении является феноменом, известным десятки лет. Наиболее часто исследователи отмечают

---

<sup>1</sup> Исследование финансировалось грантом РФФИ 18-013-01214.

повышение индекса или спектральной мощности медленноволновой активности, в том числе, тета-ритма. Причиной этому, очевидно, являются анатомические и/или функциональные аномалии нейронных сетей – генераторов ритмов при данном психическом заболевании, хотя точные причинно-следственные закономерности пока еще не установлены. Биоэлектрическая активность в диапазоне 4-8 Гц является гетерогенной по своим механизмам, но одним из основных ее генераторов выступает гиппокамп, также тета-активность связывают, как правило, с процессами взаимодействия между гиппокампом и префронтальной корой.

Задачей настоящей работы являлось определение корреляций между особенностями спектральной мощности тета-активности и морфометрическими показателями головного мозга у молодых пациентов с юношеской приступообразной шизофренией. Предполагалось, что будут найдены ассоциации между тестируемым нейрофизиологическим показателем и особенностями морфометрии упомянутых выше структур.

**Материалы и методы.** Нейрофизиологическое обследование было проведено у 63 больных мужчины и 60 подобранных по возрасту (16-27) и полу психически здоровых испытуемых без наследственного отягощения по психическим заболеваниям. Все испытуемые были правшами. У 41 пациента и 52 испытуемых из группы контроля было проведено МРТ. Регистрацию ЭЭГ проводили на аппаратно-программном комплексе топографического картирования биопотенциалов мозга (NeuroKM, НМФ «Статокин», Россия). Биоэлектрическую активность регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в 16 отведениях (система 10-20, с референтным объединенным ушным электродом). Полоса пропускания составляла 1.6-30 Гц, частота оцифровки – 500 Гц. Для статистического анализа были выбраны величины спектральной мощности в диапазоне тета-ритма (4-8 Гц). МРТ обследование было реализовано на 3T Philips Achieva (Голландия) в НИИНДХиТ ДЗ г.Москвы (зав. отделением д.м.н., профессор Ахадов Т.А.). T1-взвешенное сканирование проводили с использованием последовательности турбо-полевого эхо (TR 8.2 с, TE 3.7 мс, угол поворота 8 градусов, поле обзора 240 мм, размер вокселя  $0.83 \times 0.83 \times 1.0$  мм, межсрезовое расстояние 0). Изображения были обработаны в пакете FreeSurfer (версия 5.3.0, <http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>). Разбиение церебральной коры на анатомические зоны было проведено с учетом индивидуальной структуры извилин и борозд отдельных испытуемых (по атласу Десикана). Для анализа были выбраны показатели толщины областей коры и объемы ряда подкорковых структур.

**Результаты и обсуждение.** Проведенное межгрупповое сравнение выявило у больных статистически значимую большую спектральную мощность тета-ритма (значения, проходящие коррекцию на множественное

сравнение, были достигнуты для лобных отделов). Изменение спектральной мощности тета-ритма у пациентов не коррелировало с уровнем психопатологических расстройств (оцениваемых по шкале PANSS) и с длительностью заболевания. Анализ парциальных корреляций (с коррекцией на возраст) обнаружил статистически значимые (но не прошедшие коррекцию на множеств. сравнение) прямые корреляции между СМ тета-ритма в лобных отделах и объемом скорлупы в правом полушарии. Таким образом, высказанная ранее гипотеза о возможных корреляциях между СМ тета-ритма и анатомо-морфологическими особенностями гиппокампа и префронтальной коры не подтвердилась в данной работе. Учитывая, что группы не различались по объему скорлупы, полученные результаты отражают, скорее всего, особенности функциональной связанности в нейрональных сетях, включающих гиппокамп и скорлупу (а также другие зоны стриатума) при шизофрении.

## **Психологические характеристики виртуального агента в социально-эмоциональной видеоигре<sup>1</sup>**

*Д.В. Тихомирова, А.В. Самсонович*

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Москва, Россия*

*dvsulim@mail.ru, avsamsonovich@mephi.ru*

*Ключевые слова: Человеко-машинный интерфейс, аффективные вычисления, искусственный эмоциональный интеллект, правдоподобные виртуальные персонажи, тест Кетелла, пятифакторный опросник личности.*

**Введение.** Данная работа продолжает исследование эмоциональной динамики человека в видеоигре (Tikhomirova et al., 2019) на основе созданной ранее платформы «Телепорт» (Azarnov et al., 2018), делающей возможным анонимное социальное взаимодействие игроков различной природы: людей и виртуальных агентов (ботов). Анонимность достигается благодаря правдоподобию поведения бота, которое испытуемые как правило не могут отличить от поведения человека за 10 мин игры.

---

<sup>1</sup> Данная работа финансирована грантом РФФИ No. 18-11-00336. Авторы выражают благодарность студентам МИФИ, принявшим участие в исследовании.

Цель работы – установление взаимосвязи между личностными характеристиками и поведением игроков в игре: как людей, так и ботов. Соответственно, первая задача состоит в установлении данной взаимосвязи для людей: участников эксперимента. Связь устанавливается путем линейной регрессии, связывающей личностные характеристики с параметрами поведения в игре. Результат позволяет оценить ожидаемые «личностные характеристики» также для ботов на основании их поведения в игре, а затем сравнить предсказанные характеристики с их субъективной оценкой, данной участниками.

**1. Материалы и методы.** Виртуальная установка «Телепорт» (Azarnov et al. 2018) состоит из сцены, на которой движутся три аватара. Сцена включает в себя зону спасения (башня) и зону действия (платформа). Каждый аватар контролируется либо человеком-игроком, либо виртуальным актором-ботом. Цель игры – достичь башни. Платформа имеет два телепортера на расстоянии друг от друга. Аватары могут перемещаться с платформы на башню только с помощью телепортации. Для этого аватар должен занять телепортер, и телепортер должен быть активирован. Но активировать данный телепортер можно только с другого телепортера. Активация длится недолго, так что один игрок не может телепортироваться сам без посторонней помощи: игра требует кооперации.

В исследовании участвовали 33 Бакалавра НИЯУ МИФИ в возрасте от 20 до 22 лет, мужчины и женщины примерно в равных пропорциях, русскоязычные, на очном обучении по специальности «компьютерная инженерия». Боты были воплощены на основе когнитивной модели eVICA (Samsonovich 2013, 2020). Для определения характеристик личности использовался стандартный многофакторный личностный опросник Кеттелла 16PF и пятифакторный опросник личности 5PFQ (Karson and O'Dell 1976, Капустина 2004). После прохождения тестов, участники проходили сеансы видеоигры и просматривали видеозаписи сеансов игры, сделанные ранее. В каждом случае участники отвечали на вопрос, контролируются ли наблюдаемые ими аватары ботами или людьми, а также оценивали игроков по шкалам личностных характеристик. По данным тестов, опросов и логов игры проводился статистический анализ.

**2. Результаты и выводы.** В работе были установлены корреляции параметров поведения в игре и психологических характеристик игрока в парадигме видеоигры «Телепорт». Далее, этот результат позволил предсказать партнерские и эмоциональные характеристики ботов и составить их психологический портрет на основе данных об их поведении в игре. Согласие этих предсказаний и усредненных субъективных характеристик ботов, данных участниками эксперимента, подтверждает применимость и информативность разработанного метода.

Сравнение бота и человека показало, что по смелости, общительности, спокойствию, уравновешенности и преданности боты схожи с человеком, но в то же время отличаются от человека меньшей чувствительностью в определении Кетелла (Капустина 2004). Сегодня существует немало подходов к созданию правдоподобных персонажей, имитирующих социально-эмоциональное поведение человека (например, Gratch and Marsella 2004). Но существующих универсальных средств оценки таких моделей (тесты типа Тьюринга или когнитивного декартона) недостаточно для определения расстояния до цели. В этом контексте представленный результат представляет неоценимый интерес.

#### *Список литературы*

1. Azarnov D.A., Chubarov A.A., Samsonovich A.V. 2018. Virtual actor with social-emotional intelligence. *Procedia Computer Science* 123, 76-85.
2. Gratch J., Marsella S. 2004. A domain-independent framework for modeling emotion. *Cognitive Systems Research* 5, 269-306.
3. Karson, W., O'Dell, J.W. 1976. *A Guide to the Clinical Use of the 16PF*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
4. Samsonovich A.V. 2013. Emotional biologically inspired cognitive architecture. *Biologically Inspired Cognitive Architectures* 6, 109-125.
5. Samsonovich A.V. 2020. Socially emotional brain-inspired cognitive architecture framework for artificial intelligence. *Cognitive Systems Research* 60: 57-76.
6. Tikhomirova D.V., Chubarov A.A., Samsonovich A.V. 2020. Empirical and modeling study of emotional state dynamics in social videogame paradigms. *Cognitive Systems Research* 60, 44- 56.
7. Капустина А.Н. 2004. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. Санкт-Петербург: Речь.

# Влияние различных типов частотности на интерпретацию грамматических омонимов носителями русского языка и изучающими русский язык как иностранный<sup>1</sup>

Е.В. Мораи, Е.И. Риехакайнен  
Санкт-Петербургский государственный университет, Россия  
e.riehakajnen@spbu.ru

Ключевые слова: *частотность, грамматические омонимы, русский язык, восприятие речи, усвоение иностранного языка.*

Зависимость процессов порождения и восприятия языковых единиц от их частотности была замечена еще в начале 50-х гг. XX века и получила название «эффект частотности» (*frequency effect*). В экспериментальных исследованиях было показано, что частотность различных значений многозначного слова влияет на то, как оно обрабатывается при чтении (Rayner et al., 2006), что частотные слова чаще подвергаются редукции в устной речи (Jurafsky et al. 2000), а их редуцированные варианты распознаются носителями языка даже при предъявлении вне контекста, в отличие от редуцированных вариантов низкочастотных слов (Риехакайнен 2016).

Дж. Байби (2004: 64–65) отмечает, что в процессе активации единиц ментального лексикона может задействоваться информация не только о частотности самой словоформы (*token frequency*), но и о частотности грамматического класса, к которому она принадлежит (*type frequency*). Предположение о том, что слушающий пользуется информацией о частотности грамматического класса в процессе восприятия речи, было выдвинуто по результатам экспериментов, проведенных на материале омофоничных глагольных форм русского языка (Риехакайнен 2016: 147–151).

Целью настоящего исследования является проверка данной гипотезы на материале других грамматических классов русского языка, а также сопоставление того, каким образом происходит обработка грамматически неоднозначного речевого сигнала носителями русского языка и иностранцами, изучающими русский язык.

В качестве материала для эксперимента были использованы два типа грамматических омонимов русского языка:

1) 11 неодушевленных существительных мужского рода и 11 существительных среднего рода, у которых совпадают формы Им.п. и Вин.п. ед.ч. (например, *ветер, государство* и др.);

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №18-00-00640.

2) 9 слов, заканчивающихся в орфографической записи на *-о*, которые могут употребляться в функции наречия (в том числе предикативного) и краткого прилагательного среднего рода единственного числа, а в случае безударного окончания совпадающие по звучанию еще и с краткими прилагательными женского рода единственного числа (например, *знакомо, интересно* и др.) (в последнем случае имеет место грамматическая омофония).

Частотность словоформ и грамматических классов определялась по подкорпусу со снятой омонимией Национального корпуса русского языка ([ruscorpora.ru](http://ruscorpora.ru)). Для первого типа омофонов было установлено, что суммарная частотность всех представленных в корпусе форм Вин.п. ед.ч. превышает суммарную частотность форм Им.п. как для существительных среднего рода, так и для неодушевленных существительных мужского рода. Для второго типа омофонов было установлено, что наиболее частотными среди форм на *-о* являются наречия, далее следуют предикативы, краткие прилагательные среднего рода, краткие прилагательные женского рода. В эксперимент были включены те случаи, когда соотношение частотностей разных грамматических форм конкретного слова и соотношение частотностей грамматических классов не совпадают (т.е. форма Им.п. конкретного существительного оказывается частотнее формы Вин.п., а для конкретного омонима на *-о* наиболее частотной интерпретацией по данным корпуса является не наречие), а также несколько омонимов, для которых частотности различных интерпретации в корпусе значимо не различались (для сопоставления использовался биномиальный критерий).

В тестовую последовательность, кроме 31 стимула, были включены 17 филлеров – изолированные грамматически однозначные слова – существительные в различных падежных формах. Все стимулы были прочитаны двумя дикторами (мужчиной и женщиной) и записаны на цифровой носитель в формате WAV. Итоговая запись была сформирована таким образом, чтобы слова-стимулы из разных групп, а также стимулы в мужском и женском произнесении чередовались.

Задача участников эксперимента заключалась в том, чтобы придумать и записать с каждым из услышанных стимулов фразу на русском языке. Каждый стимул звучал только один раз, межстимульный интервал для записи придуманного предложения составлял 15 с для носителей языка и 30 с для иностранцев. После завершения эксперимента каждому иностранцу выдавался список стимулов, в котором нужно было отметить все знакомые участнику слова и указать их перевод на его родной язык.

В эксперименте приняли участие 65 человек: 40 носителей русского языка от 19 до 32 лет (10 молодых людей и 30 девушек) и 25 изучающих русский язык как иностранный от 20 до 30 лет (9 молодых людей и 16 девушек). Все иностранные студенты владеют русским языком на уровне не ниже В1 (ТРКИ-1).

Всего было получено 1892 ответа от носителей языка и 1110 ответов от иностранцев, но при анализе результатов учитывались только те ответы иностранцев, которые были даны на знакомые им слова. И для носителей языка, и для изучающих русский язык как иностранный нам не удалось выявить влияния частотности грамматического класса. Практически все омонимы-существительные интерпретировались как формы Им.п. в тех случаях, когда для конкретных лексических единиц в корпусе наблюдалось доминирование Им.п.; в тех же случаях, когда частотности форм Им.п. и Вин.п. значимо не различалась, в ответах информантов также не было преобладающего ответа. Исключением из этой тенденции являются только ответы на стимулы *желание*, *облако* и *небо*. В случае с омонимами на -о при наличии в корпусе интерпретации конкретного омонима, которая оказывалась значимо частотнее всех остальных его интерпретаций, именно эта интерпретация встречалась в ответах участников значимо чаще других ответов (например, предикатив для омонимов *невозможно* и *необходимо*). Более того, для шести стимулов в ответах иностранцев и для четырех стимулов в ответах носителей языка соотношение всех возможных интерпретаций по частотности значимо не отличалось от их соотношения в корпусе (для проверки использовался критерий хи-квадрат), что также подтверждает гипотезу о ведущей роли частотности конкретной интерпретации (*token frequency*) при интерпретации омонимов русского языка как носителями языка, так и иностранцами, владеющими языком на уровне не ниже В1.

#### Список литературы

1. Риехакайнен Е.И. 2016. Восприятие русской устной речи: контекст + частотность. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет.
2. Bybee J. 2004. Regular morphology and the lexicon. In: F. Katamba (ed.) Morphology. Critical Concepts in Linguistics. USA, Canada: Routledge, 64–65.
3. Jurafsky D., Bell A., Gregory M., Raymond W.D. 2000. Probabilistic relations between words: Evidence from reduction in lexical production. In: J. Bybee, P. Hopper (eds.) Frequency and the Emergence of Linguistic Structure. Philadelphia PA: John Benjamins, 229–254.
4. Rayner K., Cook A.E., Juhasz B. J., Frazier L. 2006. Immediate disambiguation of lexically ambiguous words during reading: Evidence from eye movements. British Journal of Psychology 97: 467–482.

## Языковая игра в рекламном поликодовом тексте: психолингвистическое исследование<sup>1</sup>

*А.А. Коновалова, Т.Е. Петрова*  
*СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия*  
*anastasija.konovalova@gmail.com*

Ключевые слова: *поликодовый текст, рекламный плакат, лексическая неоднозначность.*

Современный рекламный плакат – это поликодовый текст, позволяющий максимально четко представить сложную информацию на минимальном отрезке текста, составленный из знаков разных семиотических систем, а именно «из двух негомогенных частей: вербальной (языковой/речевой) и невербальной (принадлежащей к другим знаковым системам, нежели естественный язык)» (Сорокин, Тарасов 1990: 180-181). Большинство рекламных текстов содержат в себе всевозможные игровые приемы, направленные на достижение основной цели рекламы – привлечение внимания потребителя. Языковая игра (нестандартность и «креативность» в использовании языка) в рекламе базируется прежде всего на осознанном оперировании многозначностью.

Данное исследование направлено на проверку гипотезы о том, что рекламный поликодовый текст, построенный на конфликте между вербальным и невербальным компонентами текста, более эффективен по сравнению с классическим рекламным плакатом при восприятии и анализе информации.

Материалом исследования послужили 28 рекламных плакатов: 14 плакатов с включенной неоднозначностью, когда вербальный и невербальный компонент плаката поддерживают разные значения многозначного слова или фразы в рекламном заголовке, и 14 стандартных плакатов, построенных без приема языковой игры. Шесть плакатов были плакатами социальной рекламы (тема заботы о детях, зависимости от вредных привычек, здоровья человека), два плаката – политической рекламы (муниципальные выборы) и 20 – коммерческой (реклама фитнес-клубов, тарифов для планшета, мебели, одеял, молока, сыра, ноутбуков, автомобильных дилеров, строительных магазинов). Все 28 плакатов были приведены к единому виду (голубой фон, одинаковый шрифт, расположение картинки и текста), т.е.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке СПбГУ, грант № 53362375 на проведение междисциплинарных НИР.

выравнены по ряду параметров, которые, как показали многочисленные исследования (см., например, Ухова 2012, Petrova, Riekhakaynen 2019), влияют на восприятие поликодового текста.

В исследовании использовался метод последовательных интервалов как один из вариантов методики семантического шкалирования. Данный метод применяется для построения субъективных семантических пространств и количественного/качественного индексирования значения слова/текста.

В ходе эксперимента, который проводился на платформе Google Forms в феврале 2020 года, участникам исследования предлагалось оценить 28 рекламных плакатов по шести параметрам (насколько реклама привлекательная, оригинальная, эффективная, понятная, вызывает позитивные эмоции, подходит тому, что она рекламирует) по шкале от 1 до 5, где «5» означает наивысший балл по тому или иному критерию (очень понятная реклама и т.п.), а «1» – наоборот (совсем не понятная и т.п.). Респонденты должны были отвечать исходя из собственных представлений и эмоций, которые вызвал тот или иной рекламный плакат. Они не были ограничены во времени. В среднем эксперимент занимал 20 мин.

В эксперименте приняли участие 104 человека (68 женщин и 36 мужчин в возрасте от 14 до 54 лет, средний возраст – 25 лет ( $SD = 10,6$ ), носители русского языка).

При статистической обработке данных в качестве меры центральной тенденции мы вслед за Е.В. Глазановой (2004) выбрали медиану ( $Me$ ), которую рассматривали как усредненную субъективную оценку рекламного плаката по всей группе участников исследования. Медиана в нашем случае соответствует точке на шкале возможных оценок, ниже которой помещено 50 % оценок, приписанных данному рекламному плакату. В качестве меры согласованности оценок участников по каждому рекламному плакату мы вычисляли полуинтерквартильный размах ( $Q$ ), который характеризует общую величину рассеяния оценок.  $Q$  показывает, в какой мере совпадают оценки участников. Для качественной оценки меры разброса мы пользовались предложенными Р.М. Фрумкиной и А.П. Василевичем (1971) критическими величинами:  $Q < 0,90$  – хорошее совпадение оценок,  $0,91 \leq Q \leq 1,10$  – среднее совпадение,  $1,11 \leq Q \leq 1,80$  – низкое совпадение. Далее при анализе результатов учитывались только плакаты с хорошим совпадением оценок.

Анализ результатов показал, что большая часть рекламных плакатов с включенной неоднозначностью оцениваются участниками эксперимента как более привлекательные, оригинальные, эффективные, позитивные по сравнению с рекламными плакатами, не включающими конфликт между вербальным и невербальным компонентами. Данный результат согласуется с мнением Ю.К. Пироговой (2000) о том, что успешное разгадывание ре-

кламного каламбура доставляет реципиенту интеллектуальное удовольствие, и поэтому такую рекламу он воспринимает положительно. Однако стоит отметить, что согласие оценок респондентов выше в случае с однозначной рекламой по всем четырем вышеперечисленным шкалам. Для рекламы с включенной неоднозначностью в ряде случаев согласие было ниже среднего ( $1,11 \leq Q \leq 1,80$  для 7 из 14 плакатов для шкал «привлекательность», «оригинальность», «позитивность»).

Интересным оказался тот факт, что по критерию «понятности» рекламные плакаты с неоднозначностью оцениваются не хуже (как мы изначально предполагали), чем плакаты без использования языковой игры. Кроме того, хорошее совпадение оценок участников наблюдается для обеих групп стимулов (для 6 рекламных плакатов с включенной неоднозначностью и 8 рекламных плакатов без нее значение  $Q < 0,90$ ).

Самые низкие оценки по всем шкалам (кроме шкалы «подходит/не подходит тому, что рекламируется») получили политические предвыборные плакаты. Использование языковой игры никак не влияло на привлекательность и эффективность рекламы для респондентов. Тип текста (политическая реклама) оказался более значимым фактором, чем структура рекламного плаката. По шкале «позитивность» низко оценивались плакаты с социальной рекламой, вне зависимости от того, к какому типу рекламы (с языковой игрой или без) они относились (хорошее и среднее совпадение оценок для четырех из шести плакатов). По-видимому, как и в случае с политической рекламой, тема рекламы (вред алкоголя, страх перед будущим) значимо влияла на оценки респондентов.

Полученные в ходе работы результаты могут быть использованы не только в маркетинге при создании эффективных рекламных текстов, но и при решении фундаментальной научной проблемы современной когнитивной науки – проблемы восприятия вербальной и невербальной информации, сопряженной с методами исследования процессов восприятия и понимания смысла текста человеком.

#### *Список литературы*

1. Пирогова Ю.К. 2000. Речевое воздействие и игровые приемы в рекламе // Рекламный текст: Семиотика и лингвистика / Под ред. Ю.К. Пироговой, П.Б. Паршина. М.: Издательский дом Гребенникова, 167–190.
2. Сорокин Ю.А., Тарасов Е.Ф. 1990. Креолизованные тексты и их коммуникативная функция // Оптимизация речевого воздействия / Под ред. Р.Г. Котова. М.: Высшая школа, 180–186.
3. Глазанова Е.В. 2004. О надежности психолингвистических методов // Проблемы социо- и психолингвистики. Вып. 5: Языковая личность в условиях диглоссии и билингвизма. Пермь, 46–55.

4. Фрумкина Р.М., Василевич А.П. 1971. Получение оценок вероятностей слов психометрическими методами // Вероятностное прогнозирование в речи / Под ред. Р.М. Фрумкиной. М.: Наука, 7–2.

5. Ухова Л.В. 2012. Эффективность рекламного текста: монография. Ярославль: Изд-во ЯГПУ.

6. Petrova T.E., Riekhakaynen E.I. 2019. Processing of verbal and non-verbal patterns: an eye-tracking study of Russian. Adv. Intell. Syst. Comput. 797 269–276.

## **Нейро- и дифференциально-психологический анализ лингвистической и художественно-изобразительной одаренности подростков**

*Е.В. Арцишевская<sup>1</sup>, М.К. Кабардов<sup>2</sup>, Ю.П. Кошелева<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБОУ ВО МГППУ, Москва, Россия*

*<sup>2</sup> ФГБНУ «Психологический институт РАО», Москва, Россия*

*<sup>3</sup> ФГБОУ ВО МГЛУ, Москва, Россия*

*kabardov@mail.ru*

*Ключевые слова: одаренность, лингвистические способности, художественно-изобразительные способности, подростки.*

Исследование включает два подхода к изучению одаренности – идиографический («описательный») и номотетический («измерительный») (В. Штерн; Г. Олпорт; В. Дильтей). К первому подходу можно отнести концепцию художественной одаренности А.А. Мелик-Пашаева, второй подход основывается на типологической концепции в дифференциальной психофизиологии (Б.М. Теплов, В.Д. Небылицын, Э.А. Голубева, М.К. Кабардов и др.).

С этим связана гипотеза о существовании индивидуально устойчивых нейро- и дифференциально-психофизиологически обусловленных типов одаренности.

В исследовании участвовали подростки художественного лица при Московском художественном институте имени В.И.Сурикова. Наблюдения и эксперименты продолжались в течение 4-х лет – с 10-11 до 13-14 лет.

### **Использованные методики.**

*1. Диагностика художественных способностей: а) определение эстетического отношения к действительности (А.А. Мелик-Пашаев); б) оценки академической успешности (за 4 года) по художественным дисциплинам – рисунку, живописи и композиции; в) экспертные оценки педагогами-художниками профессиональных качеств у подростков: «природная одаренность», «работоспособность», «воображение», «самостоятельность».*

2. *Диагностика интеллектуальных способностей*: а) тест Дж. Векслера (WISC).

3. *Диагностика функциональной асимметрии мозга* – методика дихотического прослушивания (Д. Кимура, М. А. Матова с соавт).

4. *Диагностика лингвистических способностей* – измерение дихотомических соотношений «когниция-коммуникация», «язык-речь», «вербальные-невербальные» средства, «произвольность-непроизвольность» форм активности (речевая беглость, употребления слов, языковый анализ, «грамотность-безграмотность» в разных видах и устной и письменной речи (в диктантах по правилам и изложениях). Мыслительно-речевая сфера исследовалась по показателю «лабильность-инертность», сопряженная с индивидуальными различиями по соотношению первой и второй сигнальных систем: вербальности–невербальности интеллекта, преимущественной выраженности образно-действенного или словесно-логического стиля деятельности.

### **Общие результаты.**

1. Обнаружены два типа художественно-изобразительной одаренности – «графики» («рисовальщики») и «живописцы» (колористы). Они были отобраны как по методике «Линия горизонта» - преимущественно цветовое решение задания («живописцы») либо графическое представление («графики»), так и по оценкам по специальным предметам – «рисунок», «живопись». По экспертным оценкам профессионально важных качеств обнаружено: одинаковые высокие оценки у двух типов по параметрам «природный дар» и «самостоятельность», однако оценки «воображение» выше у «живописцев», а «работоспособность» – у «графиков».

2. Различия между «графиками» и «живописцами» обнаружались по ряду интеллектуальных особенностей: оценки по «Рисунку» значимо коррелируют с показателями вербального интеллекта (Д. Векслер), а оценки по «Живописи» – с невербальным.

3. Использование метода дихотического прослушивания показало, что доминирование правого полушария свойственно «живописцам», а левостороннее доминирование – «графикам».

4. Различия по лингвистическим способностям обнаружались по индивидуально-типическим «маршрутам» овладения и владения языком (РЯ и ИЯ). Предикторами этих «маршрутов» – стилей, или типов языковых способностей – в свою очередь были индивидуально-типологические свойства ВНД, функциональная асимметрия мозга (ФАМ) и доминирующий тип сигнальных систем (по И.П. Павлову).

Результаты свидетельствуют о наличии общих нейро- и дифференциально-психофизиологических механизмов в типологии как художественно-изобразительной, так и лингвистической одаренности (правополушарное

доминирование, первосигнальный, образно-действенный тип в мыслительно-речевой деятельности оказались характерны для «живописцев» и лиц с «коммуникативно-речевым» типом овладения языком; а преимущественно левополушарное доминирование, вербально-логический тип в мыслительно-речевой деятельности – для «графиков» и лиц с «когнитивно-лингвистическим» типом способностей (термины предложены М.К. Кабардовым)). Орфографическая грамотность в диктантах (по правилам) преобладала у «графиков» и лиц с когнитивно-лингвистическим типом способностей, но грамотность в свободном письме (изложениях и сочинениях) преобладала у «графиков» и «когнитивно-лингвистического» типа.

Полученные данные, основанные на системном подходе, позволяют использовать их в учебном процессе, что обеспечивает конкретные формы индивидуализации и дифференциации обучения и способствует гуманизации образования.

#### *Список литературы*

1. Kuntay A.C., Ozcaliskan S., Ozyurek A. (eds). Social Environment and Cognition in Language Development: Studies in honor of Ayhan Aksu-Koc. (Trends in Language Acquisition Research Series, 21). John Benjamins, 2017. P. 179–198.
2. Studies of reading and literacy carried out at the Psychological Institute of the Russian Academy of Education in a hundred years Karpova N.L.1, Granik G.G.1, Kabardov M.K. Psychological Institute of Russian Academy of Education.
3. Адашкина А.А., Никитина А.Б., Чубук Н.Ф. Художественная одаренность и ее развитие в школьные годы / ред.А. Мелик-Пашаев, З.Н. Новоявлинская. М.: ПИ РАО, 2010. 278 с.
4. Голубева Э.А. Способности, личность, индивидуальность. / Э.А. Голубева, Дубна: Феникс +, 2005. 512 с.
5. Исследования чтения и грамотности в Психологическом институте за 100 лет: Хрестоматия / Под ред. Н.Л. Карповой, Г.Г. Граник, М.К. Кабардова. ПИ РАО. – М.: Русская школьная библиотечная ассоциация, 2013. – 432 с.
6. Карпова Н.Л., Граник Г.Г., Кабардов М.К. Исследования чтения и грамотности в Психологическом институте за 100 лет // Вопросы психологии. №4. 2014. С. 72-82.
7. Кабардов М.К., Арцишевская Е.В. Типология языковых способностей // Монография: Способности: к 100-летию Б.М. Теплова. Дубна, 1997. С. 259-288.
8. Кабардов М.К. Языковые способности: психология, психофизиология, педагогика. – М.: Смысл, 2013. 400 с.
9. Кошелева Ю.П. Системы интенсивного обучения иностранному языку как предмет психологического анализа // Вестник МГЛУ, № 4 (833), 2019. С. 245–261.
10. Леонтьев, А.А. Основы психолингвистики / А.А. Леонтьев. – 3-е изд. – М.: Смысл; СПб.: Лань, 2003. – 287 с.

## Подходы к оценке восприятия и обучения в среде виртуальной реальности и гипермедиа

О.А. Залата<sup>1</sup>, Ю.А. Еременко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КФУ им. В.И. Вернадского, Медицинская академия  
им. С.И. Георгиевского,

<sup>2</sup>КФУ им. В.И. Вернадского, Институт экономики и управления,  
Симферополь, Россия  
olga\_zalata@mail.ru

Ключевые слова: *тестирование, восприятие, обучение, виртуальная реальность, гипермедиа, студенты.*

Современные тенденции внедрения информационных технологий в образовательный процесс должны быть основанными на результатах научных исследований. Высокий уровень интерактивности, погружения, мультисенсорности, которые обеспечивают, например, технологии расширенного мультимедиа (виртуальная реальность), могут оказать достаточно противоречивое влияние на восприятие учебного контента и эффективность обучения. Целью работы был анализ изменений физиологических и психологических реакций студентов при восприятии образовательного контента с разным уровнем мультимедиа (гипермедиа и виртуальная реальность), а также оценка эффективности обучения на основе составленных пред- и пост-тестов по теоретическим вопросам изучаемой темы.

С применением правил биоэтики были протестированы студенты обоего пола ( $n = 28$ ), средний возраст  $20,58 \pm 0,59$  лет. Использовали методы качественного анализа данных: пред- и пост-тесты после опыта восприятия обучающего контента на различных уровнях мультимедиа для измерения результатов обучения участников эксперимента. Каждый из двух тестов имел одинаковые 15 пунктов в форме вопросов с вариантами ответов. В пред-тестах содержался дополнительный блок вопросов относительно уровня владения ПК, предыдущего опыта взаимодействия с виртуальной реальностью (VR), а также качества зрения респондентов. Для погружения студентов-добровольцев в среду VR были использованы шлем 3D реальности VRHTCVIVE. Эксперимент был разделен на два этапа в зависимости от взаимодействия испытуемых с различным уровнем мультимедиа. Все испытуемые были разделены на две экспериментальные группы: первая ( $N1 = 12$ ), прошедшая обучение в среде VR, вторая ( $N2 = 16$ ) в среде гипермедиа.

С помощью психодиагностических методов до и после этапа обучения оценивали психоэмоциональное состояние респондентов. Уровень ситуационной тревожности (СТ) – с помощью опросника Ч. Спилбергера в модификации Ю. Ханина. Измерение уровня самочувствия, активности,

настроения – посредством опросника САН Ю. Доскина. Для определения ведущего типа восприятия применили тест С. Ефремцева (аудиалы, визуалы, кинестетики), а для анализа эмоционального реагирования – адаптированную версию шкалы дифференциальных эмоций К. Изарта (Seligman R., Kirmayer L.J., 2008: 31-64). Оценка длительности индивидуальной минуты выполнили по Ф. Халбергу. Регистрировали физиологические параметры, в частности гемодинамики. Артериальное давление (систолическое – САД, диастолическое – ДАД) измеряли по Короткову (MicrolifeBPAG-20) с регистрацией частоты сердечных сокращений (ЧСС) до и после участия в эксперименте (сфигмоманометр, секундомер, протокол). Обработка полученных данных велась с использованием методов экономико-статистического анализа, реализованного в пакете программ SPSS 17.0 и собственных алгоритмов.

Сравнение ответов на тесты до и после просмотра образовательного контента в двух экспериментальных группах показало статистически значимые отличия (N1  $p = 0,002$ ; N2  $p = 0,001$ , критерий Вилкоксона), при этом после просмотра контента в среде VR эффективность обучения была выше (табл. 1).

Таблица 1

#### Эффективность обучения на различных уровнях мультимедиа

Мультимедиа	Предтесты	Посттесты	Эффективность обучения
Расширенное мультимедиа (VR)	47 %	76 %***	29 %
Гипермедиа	55 %	73 %***	18 %

Примечания: \*\*\* – критерий Вилкоксона  $p \leq 0,001$ .

Таблица 2

#### Сравнительная характеристика показателей гемодинамики до и после просмотра образовательного контента на различных уровнях мультимедиа

Мультимедиа	САД	ДАД	САД	ДАД	ЧСС	ЧСС
	Исходные данные		После эксперимента		До	После
Расширенное мультимедиа (VR)	117,91	73,75	121,66	79,16	81,83	77,83
Гипермедиа	116,25	73,75	111,87▲	67,18▼	80,75	79,06

Примечания: ▲ –  $p = 0,037$ , ▼ –  $p = 0,004$ .

Анализ изменений физиологических и психологических реакций студентов-добровольцев при восприятии образовательного контента на различных уровнях мультимедиа выявил некоторые изменения в состоянии показателей гемодинамики (табл. 2) и психоэмоциональном статусе участников эксперимента (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительная характеристика психоэмоционального состояния до и после просмотра образовательного контента на различных уровнях мультимедиа**

Мультимедиа	ПЭМ	НЭМ	ТДЭМ	ПЭМ	НЭМ	ТДЭМ
	Исходные данные			После эксперимента		
Расширенное мультимедиа (VR)	28,00	17,25	18,25	32,50	16,42	16,58
Гипермедиа	20,94	18,25**	16,94	22,69	16,25**	16,13

*Примечания:* ПЭМ – индекс позитивных эмоций; НЭМ – индекс острых негативных эмоций; ТДЭМ – индекс тревожно-депрессивных эмоций. \*\* – критерий Вилкоксона  $p \leq 0,02$ .

Таким образом, анализ ответов на пред- и пост-тесты контента показал наличие результатов обучения в двух экспериментальных группах, однако в среде VR эффективность обучения была выше на 11 %. Для показателей гемодинамики наблюдали разнонаправленный тип реакции: незначительный рост артериального давления при обучении в VR и достоверное снижение артериального давления по сравнению с исходными данными при обучении в гипермедийной среде, более привычной студентам. Динамика психоэмоционального состояния студентов-добровольцев, которое исходно соответствовало удовлетворительному уровню по значениям тревожности, самочувствия, активности и настроения, в результате получения опыта обучения в VR и гипермедийной средах обучения привело к повышению индекса положительных эмоций, а также снижению индекса острых негативных эмоций, причем в гипермедиа отличия были статистически значимы.

*Список литературы*

1. Seligman R., Kirmayer L.J. 2008. Dissociative Experience and Cultural Neuroscience: Narrative, Metaphor and Mechanism *Cult Med Psychiatry* 32: 31–64 DOI 10.1007/s11013-007-9077-8.

# Анализ показателей выполнения теста Струпа студентами разного пола, различающимися латеральными признаками<sup>1</sup>

*Е.В. Будыка*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Московский государственный медико-стоматологический университет  
им. А.И. Евдокимова, Россия  
ev-mgu@yandex.ru*

Ключевые слова: *пол испытуемых, регуляторные компоненты психических процессов, тест Струпа, латеральные признаки.*

**Введение.** Изучение регуляторных компонентов психических процессов по-прежнему остается актуальным. Основные подходы к их анализу и обширная клиническая феноменология их нарушений изложены в классических трудах А.Р. Лурия. Как известно, в настоящее время (Мачинская Р.И. 2015) для обозначения указанных явлений исследователи более склонны использовать термины «управляющие», «исполнительные» функции, хотя, как было справедливо отмечено коллегами (Ахугина Т.В. и др. 2016, Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. 2017, Разумникова О.М., Николаева Е.И. 2017), данные термины скорее являются антонимами, чем синонимами. Исследователи сходятся на возможности выделения в составе управляющих функций ряда блоков или компонентов, в частности, функций когнитивной гибкости, тормозного контроля, рабочей памяти и др. (Ярец М.Ю. и др. 2018). В настоящей работе предпринята попытка изучить особенности указанных функций, используя подход нейропсихологии индивидуальных различий (Москвин В.А., Москвина Н.В. 2011, Москвин В.А. и др., 2019, Хомская Е.Д. и др. 2011). Задача работы заключалась в анализе показателей выполнения теста Струпа, характеризующих тормозный контроль и когнитивную гибкость, студентами разного пола, различающимися латеральной организацией основных анализаторных систем.

**Методы и организация исследования.** Исследование включало две серии, в которых использовали разные модификации теста словесно-цветовой интерференции Струпа. В I серии тест включал 3 бланка («Чтение слова-наименований цвета»; «Называние цвета фигур»; «Называние цвета чернил, которыми написано слово-наименование цвета»). В ней участвовали 90 девушек и 74 юноши. Средний возраст – 21,8 г. Во II серии применяли тест Струпа, состоящий из 4 бланков (из Delis-Kaplan Executive Functions

---

<sup>1</sup> Часть работы выполнена при поддержке РФФИ, договор № 18-013-01171/18.

Scale). Участвовали 22 девушки и 37 юношей. Средний возраст – 20,6 г. Испытуемые обеих серий были студентами естественных и гуманитарных факультетов МГУ. Латеральную организацию моторной мануальной, слухоречевой и зрительной систем определяли по схеме Е.Д. Хомской, И.В. Ефимовой (Хомская 2011: 32-35), выявляя ведущую руку, ведущее ухо в слухоречевых функциях и ведущий глаз, а также индивидуальный набор латеральных признаков – профиль латеральной организации (ПЛО) моторных и сенсорных функций. Обработку полученных результатов проводили, применяя непараметрические методы и корреляционный анализ.

**Результаты и их обсуждение.** У испытуемых обоего пола в объединенной по двум сериям исследованию выборке студентов преобладали правосторонние латеральные признаки в основных анализаторных системах: правая рука была ведущей у 80 % обследованных девушек и 77 % юношей, правое ведущее ухо – у 61 % девушек и 68 % юношей. Правосторонние латеральные признаки преобладали и в зрительной сфере: у 61 % девушек и 56 % юношей. Провели сопоставление описанных данных с аналогичными, полученными на студентах МГУ более 20 лет назад (Хомская Е.Д. и др. 2011: 38-43). Выявили увеличение к настоящему времени частоты правосторонних и уменьшение левосторонних признаков асимметрии в слухоречевой системе, как среди студенток, так и студентов.

Различия испытуемых-юношей и девушек по скорости выполнения предложенных модификаций теста Струпа были обнаружены только в I серии исследования, в которой прослеживалось преимущество девушек. Причем в большей степени при выполнении первого и третьего заданий (включающих вербальные операции). Выявлены значимо более высокие шкальные оценки выполнения задания на третьем бланке девушками, отнесенными по типу ПЛО к «чистым» правшам и праворуким, по сравнению с юношами с теми же типами ПЛО:  $62,41 \pm 1,78$  (девушки-правши) против  $55,82 \pm 2,03$  (юноши-правши) и  $61,09 \pm 2,12$  (девушки-праворукие) против  $53,60 \pm 1,97$  (юноши-праворукие). Более высокие показатели тормозного контроля в I серии были обнаружены вне зависимости от пола при наличии симметричных и левосторонних латеральных признаков в слухоречевой системе, а также у юношей с левой ведущей рукой. В последнем случае анализируемый показатель у девушек-леворуких был значимо ниже.

Во II серии исследования не было выявлено различий между испытуемыми разного пола по показателям использованного в ней теста Струпа (с 4-мя бланками), характеризующим скоростные компоненты, особенности тормозного контроля и когнитивной гибкости. В то же время были продемонстрированы связи между баллом оценки ведущего уха (на основе коэффициента правого уха в дихотическом тесте), с одной стороны, и характеристиками тормозного контроля (в женской выборке коэффициент корреляции  $r = +0,37$ ; в мужской  $r = +0,35$  при  $p = 0,05$ ), когнитивной гибкости

(для девушек  $r = -0,69$ ; для юношей  $r = -0,17$ ,  $p = 0,05$ ), с другой, что можно интерпретировать так: при преобладании правосторонних латеральных признаков в слухоречевой системе и у студенток, и у студентов прослеживались худшие показатели тормозного контроля и лучшие характеристики когнитивной гибкости.

**Выводы.** 1. Выявлены особенности латеральной организации моторных и сенсорных функций обследованных студентов и студенток университета, которые заключаются в преобладании у них правосторонних признаков асимметрии в мануальной моторной, слухоречевой и зрительной системах. Указанное преобладание в меньшей степени выражено в зрительной сфере. 2. Обнаружено, что характеристики выполнения теста Струпа различаются у испытуемых с разными латеральными признаками, а при учете последних – у девушек и юношей. 3. Отмечено, что индивидуальные различия показателей выполнения теста Струпа в большей мере определяются латеральной организацией слухоречевой сферы.

#### *Список литературы*

1. Мачинская Р.И. 2015. Управляющие системы мозга // Журнал ВНД. Т. 65. № 1. С. 33–60.
2. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. 2016. Развитие функций программирования и контроля у детей 7–9 лет // Вестник Московского ун-та. № 1ю 42–63.
3. Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. 2017. Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе // Теоретическая и экспериментальная психология. Т. 10. № 2. С. 62–81.
4. Разумникова О.М., Николаева Е.И. 2017. Значение тормозного контроля в онтогенезе когнитивных функций // Всероссийская конференция по когнитивной науке КИСЭ-2017: материалы Всероссийской конференции. Казань: Изд-во Казан. ун-та. С. 153–168.
5. Ярец М.Ю., Шарова Е.В., Смирнов А.С. и др. 2018. Анализ структурно-функциональной организации задачи счета в контексте исследования управляющих функций // Журнал ВНД. Т. 68. № 2. С. 176–189.
6. Москвин В.А., Москвина Н.В. 2011. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл.
7. Москвин В.А., Москвина Н.В., Нургалеев В.С. 2019. Цифровое общество и индивидуальные особенности произвольной регуляции человека // Спортивный психолог. № 2. С. 71–73.
8. Хомская Е.Д., Ефимова И.В., Будыка Е.В., Ениколопова Е.В. 2011. Нейропсихология индивидуальных различий. М.: Академия.

## Окуломоторные паттерны лексического поиска у испытуемых с разным уровнем владения иностраннным языком<sup>1</sup>

*А.И. Измалкова, М.Д. Рабесон, И.В. Блиникова*  
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*  
*Москва, Россия*  
*blinnikova-iv@yandex.ru*

Ключевые слова: *визуальный лексический поиск, движения глаз, направления саккад, интерсаккадические углы, профессиональный опыт.*

Исследование влияния профессионального опыта на способы и приемы переработки информации становится все более актуальным. В различных областях знаний было продемонстрировано, что характер решения задач в узкоспециализированных областях у экспертов (опытных профессионалов) качественно отличается от характера решения новичков (начинающих профессионалов или любителей). В частности, основным отличием окуломоторной активности экспертов при решении визуальных задач является большая «беглость» просмотра и внимание к наиболее информативным деталям, основанное на хорошем знании предмета (Gegenfurtner et al., 2011). Однако при анализе данных о базовых окуломоторных характеристиках экспертов и новичков можно отметить существование некоторых разногласий: так, в некоторых исследованиях у экспертов наблюдалось больше фиксаций меньшей продолжительности, – например, в задаче сравнения музыкальных отрывков (Wilson et al., 2010) и в задаче визуального поиска при вождении автомобиля (Konstantopoulos, 2009), а в других работах – регистрировалась обратная закономерность, например, при просмотре видеозаписи тренировок (Mogeno et al., 2002) и при оценке данных рентгенографии (Vogt and Magnussen, 2007).

Для решения этой проблемы используются интегративные показатели движений глаз: соотношение длительности фиксаций и саккад (Blinnikova and Izmalkova, 2017; Velichkovsky et al., 2005), а также распределение внимания между релевантными и нерелевантными областями – в частности, в одной из работ было продемонстрировано, что в сложноорганизованной поисковой среде движения глаз экспертов отличает способность найти короткие пути доступа к релевантной информации (Jarodzka et al., 2010). В

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ (Проект № 20-013-00674).

нашем исследовании была поставлена задача выявить универсальные закономерности пространственной организации визуального лексического поиска у испытуемых с разным опытом изучения иностранного языка.

**Методика.** В исследовании приняли участие 32 испытуемых (записано и проанализировано 288 проб), прошедших тест для определения уровня владения лексикой английского языка WAT (Shapiro, Waters, 2005). Стимульный материал представлял собой матрицы 15\*15, состоящие из букв латинского алфавита (буквы рандомизировались внутри каждой матрицы в соответствии с частотностью их использования в английском языке). Испытуемым предлагалась многократная задача лексического решения – в каждой матрице среди случайного набора букв требовалось найти и выделить курсором 10 слов английского языка из 4 букв. Каждая матрица предъявлялась на экране в течение 40 секунд. Статистическая обработка проводилась с использованием пакета IBM SPSS-20.

**Результаты и обсуждение.** Посредством кластерного анализа методом к-средних испытуемые были разделены на 3 группы в соответствии с результатами выполнения теста WAT: низкий (центр кластера 55,75 баллов, 8 человек), средний (центр кластера 97,46 баллов, 13 человек), высокий уровень знания лексики английского языка (центр кластера 132,06, 11 человек). Выделенные группы значимо отличались по результатам нахождения слов в буквенных матрицах. В среднем в одной матрице испытуемые находили 0,86 слов в группе с низким уровнем языковой компетентности, 1,35 слов в группе со средним уровнем и 1,95 слов в группе с высоким уровнем. Различия были значимы: ( $F(2; 286) = 28, 33; p < 0,01$ ). Кроме этого у испытуемых с низким уровнем владения лексикой английского языка по сравнению с испытуемыми, набравшими средние и высокие баллы по лексическому тесту было зарегистрировано почти в 2 раза большее количество морганий ( $F(2;288) = 6,6, p < 0,01$ ) и более длительные моргания ( $F(2;288) = 14,2, p < 0,01$ ). При этом значимых различий у испытуемых из средней и высокой группы не наблюдалось. Большее количество морганий у испытуемых группы низкой компетентности, вероятнее всего, связано с большим уровнем когнитивной нагрузки, которое представляла для них задача поиска слов.

Для определения характерных паттернов поиска слов были использованы данные об амплитуде саккад и межсаккадических углах (использовался метод расчета межсаккадических углов, предложенный Amor et al., 2016). С помощью кластерного анализа методом к-средних было выделено два паттерна движений глаз – «последовательный», характеризующийся меньшей сменой направлений (большинство углов меньше 45°) и меньшей амплитудой саккад, всего 121 проба; и «хаотичный», для которого было характерно большее количество углов более 45°, свидетельствующих о смене направления саккад, и большая амплитуда саккад, всего 167 проб.

Коэффициент сопряженности между результатом лексического теста и паттернами движений глаз составил 0,21,  $p < 0,01$ . Испытуемые из группы низкой компетентности предпочитали хаотичный паттерн последовательному (81,8 и 18,2 % проб соответственно), в группе средней компетентности разница была меньше (56,8 % хаотичного и 43,2 % последовательного паттерна), в то время как в группе высокой компетентности, наоборот, наблюдалось предпочтение последовательного паттерна (49,1 % хаотичного и 51,9 % последовательного паттерна). Последовательный характер организации поиска слов у испытуемых из группы самого высокого уровня языковой компетентности отражался в преобладании у них большего количества движений глаз в направлении слева направо (в среднем 37,6 % по слайду) по сравнению с испытуемыми из группы с низкой компетентностью (в среднем 32,5 % по слайду) ( $F(2;288) = 4,6$ ,  $p < 0,05$ ). В целом, такой паттерн свидетельствовал о более высоком уровне когнитивного контроля.

**Заключение.** Анализ паттернов организации окуломоторной активности показывает различия в способах зрительного лексического поиска и переработки информации у испытуемых с разным уровнем владения иностранным языком. Полученные данные могут быть использованы при организации тестирования лексики иностранного языка и разработке учебных пособий по иностранным языкам.

#### *Список литературы*

1. Blinnikova I., Izmalkova A. 2017. Modeling search in web environment: the analysis of eye movement measures and patterns. International Conference on Intelligent Decision Technologies. Springer. 297-307.
2. Gegenfurtner A., Lehtinen E., & Säljö R. 2011. Expertise differences in the comprehension of visualizations: A meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. Educational Psychology Review, 23(4), 523-552.
3. Jarodzka H., Scheiter K., Gerjets P., Van Gog T. 2010. In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. Learning and Instruction, 20(2), 146-154.
4. Moreno F.J., Reina R., Luis V., Sabido R. 2002. Visual search strategies in experienced and inexperienced gymnastic coaches. Perceptual and Motor skills, 95(3), 901-902.
5. Shapiro, A.M., Waters D.L. 2005. An investigation of the cognitive processes underlying the keyword method of foreign vocabulary learning. Language teaching research, 9(2), 129-146.
6. Velichkovsky B.M., Joos M., Helmert J.R., Pannasch S. 2005. Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception. *Proceedings of the XXVII Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2283–2288).
7. Wilson M., McGrath J., Vine S., Brewer J., Defriend D., Masters R. 2010. Psychomotor control in a virtual laparoscopic surgery training environment: gaze control parameters differentiate novices from experts. Surgical endoscopy, 24(10), 2458-2464.

# Подражание, кооперация и эмпатия у крыс<sup>1</sup>

*В.В. Гаврилов*

*ФГБУН «Институт психологии РАН»,  
ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический  
университет», Москва, Россия  
nvvgav@mail.ru*

Ключевые слова: *подражание, кооперация, эмпатия, крысы Long Evans, модель инструментального пищедобывательного поведения.*

Общеизвестно, что крысы живут группами, поэтому являются удобной моделью исследований совместного поведения и кооперации, подражания, альтруистического поведения и иерархических отношений, коммуникации. В результате исследований этих видов поведения показано, что крысы могут обучаться путем наблюдения, кооперируют, помогают друг другу и проявляют эмпатию, издают разные ультразвуки в разных состояниях. Вместе с тем, исследования нейрофизиологических основ совместного поведения малочисленны. Конечно, всегда остается вопрос насколько результаты исследований на животных можно экстраполировать на человека, тем не менее, мы считаем, что в исследовании на животных, реализующих одно и тоже циклическое целенаправленное поведение, можно выявить нейрональные основы разных аспектов совместного поведения.

Методологической основой наших исследований является системно-эволюционный подход к изучению мозга, поведения и психики (В.Б. Швырков, Ю.И. Александров), согласно которому особенности поведения определяются структурой индивидуального опыта, сформированного в фило- и онтогенезе. В наших исследованиях было показано, что по системной поведенческой специализации нейронов можно судить об имеющихся у субъекта поведения элементах опыта, а по колебаниям суммарной электрической активности судить о динамике отношений между этими элементами.

Мы использовали одну и ту же модель инструментального пищедобывательного поведения для исследования научения путем наблюдения, кооперации – совместного достижения результата, и эмпатии у крыс. Во всех экспериментах голодные взрослые самцы Long Evans помещались в экспериментальную клетку ежедневно на 30 мин. и могли научиться нажимать

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО МГППУ в рамках научного проекта «Социальные аспекты формирования индивидуального опыта в онтогенетическом развитии» и по госзаданию ФГБУН ИП РАН № 0159-2020-0001.

на педаль, расположенную в углу экспериментальной клетки, для получения порции сыра в кормушке, расположенной в другом углу. Экспериментальная клетка была поделена пополам прозрачной перегородкой. В исследованиях научения путем наблюдения наивные крысы мягко фиксировались в гамаке и адаптировались к нему в течение пяти 30-минутных сессий, затем они имели возможность наблюдать за пищедобывательным поведением конспецифика в соседнем отсеке клетки в течение пяти 30-минутных сессий, после чего крысы-наблюдатели получали возможность реализовывать это поведение для получения пищи. В исследованиях кооперации крысы сначала индивидуально обучались инструментальному поведению, а затем одновременно помещенные каждая в свой компартмент, должны были синхронизировать свои нажатия на педаль с нажатиями конспецифика, потому что только в этом случае они обе получали порцию пищи. В исследованиях эмпатии, крысы обучались получать пищу в одной кормушке, нажимая на ближнюю к ней или дальнюю педаль, а затем после помещения в гамак другой крысы, крыса-актер имела возможность выбрать дальнюю педаль, поскольку нажатие на ближнюю приводило к электрокожному раздражению задних лап крысы-жертвы. Во всех исследованиях отмечали номер сессии, в которой крысы начинали совершать регулярные побежки к кормушкам после получения пищи, и регистрировали суммарную электрическую активность мозга, которую усредняли от отметок нажатия на педаль и опускания головы в кормушку. Таким образом, крысы реализовывали одно и то же поведение, а по различиям в связанных с поведением потенциалах (СПП) мозга мы надеялись получить ответ на вопрос об особенностях системной организации мозга в сравниваемых условиях.

В исследовании научения путем наблюдения участвовали 12 крыс. Скорость научения у крыс-наблюдателей статистически значимо не отличалась от скорости научения наивных крыс. Было установлено также, что при наблюдении за крысой-демонстратором, конфигурация связанных с поведением колебаний ЭЭГ зависит от имеющегося у крысы-наблюдателя опыта: в ЭЭГ у наивных крыс не выявляются связанные с поведением демонстратора потенциалы, в то время как у крыс, ранее обученных этому поведению, конфигурация колебаний ЭЭГ при наблюдении сходна с таковой при реализации ими этого поведения, а сдвиг латенций пиков колебаний, свидетельствует о предвосхищении наблюдателем поведения демонстратора.

В исследовании кооперации участвовали 32 крысы, которые были разбиты на стабильные пары. Вне экспериментальных процедур все крысы содержались в индивидуальных клетках. Кроме регистрации ЭЭГ у всех крыс регистрировали ультразвуковую вокализацию. Оказалось, что крысам требуется значительно больше времени научиться кооперировать – нажимать на педали одновременно уже имея опыт такого индивидуального поведения – по сравнению с научением нажимать на педаль в одиночку. Сходство

конфигураций связанных с поведением потенциалов во всех исследованных нами областях коры в индивидуальном и кооперативном поведении означает сходную системную организацию активности мозга в поведении, при этом амплитуда и длительность ЭЭГ-компонента, связанного с нажатием на педаль, значительно больше в кооперативном поведении, и именно этот акт является критически важным для получения результата – подачи пищи в кормушку, как в индивидуальном, так и кооперативном поведении.

В исследовании эмпатии ни одна из 9 крыс каждая ни в одной из 9 экспериментальных сессий не «сменила» ближнюю педаль на дальнюю, не уменьшила количество нажатий на ближнюю педаль и не отказалась от поведения при электростимуляции жертвы. В поведении со знакомыми конспецификами, при этом независимо от того, была ли уже крыса в положении жертвы или нет, также ни одна из них не проявила эмпатию. В связи с этим, запланированные сопоставления параметры СПП в полной мере провести не удалось, однако получены предварительные результаты по сопоставлению параметров СПП у «равнодушных» крыс в одном и том же поведении с электростимуляцией жертвы и в контроле.

Хотя известны общественные кукушки и ведущие одиночный образ жизни пчелы, только особенностью вида крыс, участвующих в наших исследованиях, трудно объяснить слабую выраженность всех исследованных нами аспектов «социального» поведения. В настоящее время нами продолжают исследования по сопоставлению организации активности мозга при реализации одного и того же поведения в одиночку и совместно с конспецификом.

## **Когнитивная архитектура профессионального опыта: Что стоит за превосходством экспертов в решении задач по химии?<sup>1</sup>**

*И.В. Блинникова<sup>1</sup>, Ю.А. Ишмуратова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Психологический институт РАО, Москва, Россия  
blinnikova-iv@yandex.ru*

*Ключевые слова: профессиональный опыт, эксперты, решение задач, химия, когнитивная архитектура, движения глаз.*

В 1973 году была опубликована статья Уильяма Чейза и Герберта Саймона (Chase, Simon, 1973), посвященная анализу движений глаз при вос-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ (Проект № 18-013-01240).

приятии и запоминании шахматных позиций гроссмейстерами и любителями. Эта работа положила начало новой области исследования – психологии профессионального опыта или экспертности. В основе лежит предположение, что развитие профессионализма или мастерства воплощается в особой системе организации знаний и когнитивных умений (Feldon, 2007). За прошедшие годы накоплен большой объем данных, которые согласованы в том, что эксперты (профессионалы с большим опытом работы) превосходят новичков (начинающих профессионалов) в скорости и правильности решения задач в определенной области знаний. Однако в том, что обеспечивает это превосходство, результаты разных исследований расходятся (Ericsson et al., 2018).

Мы провели два экспериментальных исследования с экспертами и новичками в области химии, в которых использовались две задачи, ориентированные на разные уровни химического знания. Задания были тестовыми, ответ на заданный вопрос (или вопросы) нужно было выбирать из представленного списка. В обоих случаях задачи состояли из области, где предъявлялись условия задачи, и области ответов. Мы предполагали, что, несмотря на различия в задачах, нам удастся выделить единые закономерности, связанные с работой когнитивной системы опытных профессионалов.

**Эксперимент 1.** В первом исследовании приняли участие 42 химика, из них 20 человек, – студенты-химики последнего курса (группа новичков), и 22 человека, – профессиональные химики (группа экспертов). Испытуемым предъявлялась трехмерная молекула вещества, и они должны были идентифицировать ее, выбрав обозначение из расположенного на том же слайде списка. Обозначения могли быть даны в виде формул или в виде названий вещества. Регистрировалась правильность ответов, а также показатели движений глаз относительно каждой части задачи (зоны интереса) с помощью системы бесконтактной видеорегистрации iView XTM Hi-Speed 1250 с использованием подбородника.

Несмотря на то, что задания были скорее учебными, чем взятыми из контекста трудовой деятельности, результаты продемонстрировали «превосходство экспертов»: они затрачивали меньше времени (27,65 с, в то время как новичкам требовалось 43,55 с) и добивались более высоких результатов (процент правильных ответов составлял – 95,28 % по сравнению с 88,37 % у новичков). Различия были значимыми ( $p < 0,01$ ). В двух группах испытуемых было обнаружено разное распределение внимания на отдельных частях задачи. Эксперты по сравнению с новичками проводили больше времени в области изображения молекулы (54 % всего времени решения задачи по сравнению с 25 % у новичков). Их окулomotorный паттерн в этой зоне характеризовался более длительными фиксациями и короткими саккадами, что свидетельствовало о фокальном внимании и более глубоком типе когнитивной обработки. Также у них регистрировалось значимо меньше

возвратных саккад между разными частями задачи. Такие результаты объяснялись тем, что эксперты в большинстве случаев сначала идентифицировали молекулу, сохраняя информацию об этом в рабочей памяти, а затем искали уже готовый ответ в списке. Новички пытались найти решение, перемещая взор между двумя зонами интереса, соотнося каждый ответ с изображением молекулы. В дополнение новички были менее успешны в тех ситуациях, когда молекулу нужно было определить с помощью словесных наименований вещества, это свидетельствовало о затруднениях, которые возникали у них с переходом между разными формами репрезентаций химического знания в долговременной памяти.

**Эксперимент 2.** Во втором исследовании приняли участие 35 респондентов: 17 студентов старших курсов химических факультетов (группа новичков) и 18 химиков-профессионалов (группа экспертов). Они должны были читать описание химического процесса, затем анализировать схему этого процесса и заполнять присутствующие в ней пропуски (не меньше трех), выбирая вещество из списка ответов. Предъявление стимулов, запись ответов и показателей движений глаз проводилось с помощью того же оборудования и программного обеспечения, что и в первом эксперименте.

Эксперты решали задачи, связанные с анализом химических процессов, намного быстрее (затрачивая на выполнение 53,57 с, в то время как новичкам требовалось 95,49 с) и с существенно меньшим количеством ошибок (7,75 % по сравнению с 44,15 % у новичков). Различия по этим двум показателям высокозначимы ( $p < 0,01$ ). Было показано, что опытные специалисты специфично распределяют внимание между различными частями задачи. По сравнению с новичками они затрачивали меньше времени на анализ схемы и дольше находились в пространстве ответов. Для них было характерным более короткое время первой фиксации на пространстве схемы, что говорило о более быстрой ориентировке в схематическом изображении после прочтения текста. В пространстве ответов у экспертов регистрировалось более продолжительное среднее время фиксаций, что свидетельствовало о большей когнитивной нагрузке в этой зоне интереса. Также было установлено, что паттерн движения глаз экспертов характеризовался меньшим количеством переходов между двумя областями задачи. Эти данные можно было объяснить тем, что эксперты создавали ментальную репрезентацию схемы с пропусками и, удерживая ее в рабочей памяти, подбирали к ним вещества из списка ответов. Новичкам была свойственна другая стратегия. Они постоянно перемещались между пространством схемы и пространством ответов, проверяя подходит или не подходит каждое вещество к пропущенной ячейке.

**Общее обсуждение и выводы.** Результаты двух проведенных экспериментов позволили подтвердить, что профессиональный опыт является од-

ной из существенных детерминант эффективности и характера решения тестовых задач. С возрастанием профессионального опыта специалисты быстрее ориентируются в условиях задач и распределяют внимание в пользу релевантных областей. Начинающие профессионалы в меньшей степени дифференцируют области зрительно предъявленной задачи, их внимание более равномерно распределяется по всему пространству стимульного материала. Эксперты используют скорее когнитивные стратегии, с большей легкостью опираясь на ментальные репрезентации отдельных частей задачи, это позволяет им экономить время, которое новички тратят на возвращение к уже изученной информации. Также профессионалы с разным уровнем опыта различаются по возможности переходов между разными видами химического знания.

#### *Список литературы*

1. Chase W.G., Simon H.A. (1973). The mind's eye in chess. In W.G. Chase (Ed.) *Visual information processing* (pp. 215–281). NY: Academic Press.
2. Ericsson, K.A., Hoffman, R.R., Kozbelt, A., & Williams, A.M. (2018). *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
3. Feldon D.F. (2007) The implications of research on expertise for curriculum and pedagogy // *Educ. Psychol. Rev.*, 19, 2, 91–110.

### **Роль оценок в решении мыслительных задач студентами**

*А.К. Белоусова<sup>1</sup>, Е.Е. Белоусова<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Донской государственный технический университет,  
Ростов-на-Дону, Россия  
belousovaak@gmail.com*

*Ключевые слова: эмоции, вербальные оценки, эмоциональные оценки, мыслительные задачи, студенты.*

В психологии достаточно давно сложились представления о единстве эмоций и мышления. Проблема роли эмоций в структуре мышления связана с такими именами, как: Э. Блейер, Г. Майер, Л.С. Выготский, О.К. Тихомиров. С целью выяснения взаимосвязи между познанием и эмоциями, мышлением и эмоциями современные исследователи предлагают разнообразные модели, направленные на изучение природы этих отношений (Ashby, Isen, & Turken 1999, Benedek, Nordtvedt, et al. 2016, Ellamil, Dobson et al. 2012, Forgas 2000). P. Malrieu (1965), H. Markus (1977), R. Zajonc (1968)

считают, что эмоции могут выполнять функцию предоценки или предкогнитивной оценки реальности. О.К. Тихомиров (2002) и его ученики показали тесную взаимосвязь мышления и эмоций. И.А. Васильев, В.Л. Поплужный, О.К. Тихомиров (1980) занимались изучением эмоциональной регуляции мышления. Анализ результатов исследований показал, что эмоциональные состояния выполняют в мышлении различного рода регулирующие, эвристические функции. Эвристическая функция эмоций состоит в выделении зоны оптимального поиска, в её границах и возможно решение задачи. Регулятивная функция эмоций заключается в активизации поиска решения в корректном направлении, и снижении активности поиска в условиях ошибочного направления. В.Е. Клочко (2000) показал, что «психологическая ситуация» является источником новообразований и трансформаций мыслительной деятельности.

С целью изучения роли эмоций при решении студентами мыслительных задач было проведено экспериментальное исследование, в котором приняли участие студенты от 17 до 23 лет. Для моделирования процессов мышления использовались задачи из тестов на общие интеллектуальные способности Айзенка и прогрессивные матрицы Равена. В исследовании был использован психофизиологический реабилитационный комплекс «РЕАКОР»: для определения эмоциональных оценок - вегетативный индикатор эмоций – кожно-гальваническая реакция. Проводился контент-анализ речевых высказываний с целью определения вербальных оценок.

В работе А.К. Белоусовой (2002) было обнаружено, что в психологической ситуации существуют две области: активная и потенциально активная, динамика взаимопереходов которых обуславливает перестройку и трансформации мышления. В потенциально активной области располагаются образования (догадки), ценность которых ещё не определена в отношении к актуальной мыслительной задаче. По нашему мнению, эмоциональные оценки несут сознанию ценные гипотезы с точки зрения познавательного мотива, способствуя их переходу из потенциально активной в активную область психологической ситуации. Но эмоциональные оценки лежат на границе сознания и за его пределами, поэтому смыслы новых гипотез, выраженные в эмоциональных оценках, еще должны быть представлены самому сознанию, что и происходит через их вербализацию.

Результаты экспериментального исследования показали следующее. Эмоциональные оценки гипотез решения отражают их смысл с точки зрения познавательного мотива, т.е. отражают попадание гипотез в «зону поиска» решения мыслительной задачи. На данном эффекте основан механизм субъективной оценки истинности выдвигаемых гипотез. Эмоциональные оценки, отражая истинность осознаваемой гипотезы решения мыслительной задачи, защищают гипотезу от опровержения. При этом эмоциональные оценки выполняют констатирующую и подтверждающую функции в мышлении. В

процессе решения возникают познавательные противоречия, которые связаны с формирующимися на неосознаваемом уровне альтернативными гипотезами. Эмоциональные оценки выступают «локомотивом», с помощью которого человек осознаёт гипотезы, и способствуют переходу новых смыслов осознаваемых гипотез из потенциально активной в активную область психологической ситуации. При этом эмоциональные оценки «проталкивают» в сознание новые гипотезы решения мыслительной задачи, актуализируя познавательные противоречия, выполняя эвристическую функцию в мыслительном процессе, меняя его направленность.

Вербальные оценки являются производными от неформальной, ценностно-смысловой структуры мыслительной задачи. Новые смыслы гипотез решения представляются человеку в виде эмоциональных оценок, которые приводят к изменениям ценностно-смысловой структуры мыслительной задачи и изменениям вербальных оценок. Смыслы вербализуются и презентуются человеку в форме словесных оценок. Таким образом, эмоциональные оценки, в случае, если они выполняют эвристическую функцию, предшествуют вербальным оценкам, подготавливают их появление. В вербальных оценках представлен смысл решения мыслительной задачи с точки зрения познавательного мотива. Было показано, что вербальные оценки подготавливаются эмоциональными, но могут и не совпадать, диссоциировать. В мышлении возникают факты согласованности и рассогласованности эмоциональных и вербальных оценок, которые основаны на их многозначной связи. Согласованность оценок возникает тогда, когда эмоциональные оценки выполняют функции подтверждения осознаваемой гипотезы. В этом случае эмоциональные и вербальные оценки являются производными от одной ценностно-смысловой структуры мыслительной задачи, при этом они не находятся в причинно-следственных связях. В случае, когда эмоциональные оценки выполняют эвристическую функцию, они являются производными от новой ценностно-смысловой структуры мыслительной задачи, а вербальные оценки - производными от предыдущей ценностно-смысловой структуры мыслительной задачи, возникает факт рассогласованности оценок.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что эмоциональные и вербальные оценки выполняют регулятивную функцию при решении студентами мыслительных задач. Эмоциональные оценки выступают одним из психологических механизмов, посредством которого новое – в виде новых смыслов, гипотез, целей, оценок, решений – приходит к человеку. Возникающие новообразования несут в себе возможности перестройки ценностно-смысловой структуры задачи и способствуют развитию мышления.

### Список литературы

1. Ashby F.G., Isen A.M., & Turken A.U. 1999. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106, 529–550.
2. Benedek M., Nordtvedt N., Jauk E., Koschmieder C., Pretsch J., Krammer G., et al. 2016. Assessment of creativity evaluation skills: A psychometric investigation in prospective teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 21, 75–84.
3. Ellamil M., Dobson C., Beeman M., & Christoff K. 2012. Evaluative and generative modes of thought during the creative process. *Neuroimage*, 59(2), 1783–1794.
4. Forgas J.P. 2000. *Feeling and thinking: The role of affect in social cognition*. Paris: Cambridge University Press.
5. Белоусова А.К. Самоорганизация совместной мыслительной деятельности. Ростов-на-Дону: РГПУ, 2002.
6. Васильев И.А., Поплужный В.Л., Тихомиров О.К. Эмоции и мышление. М.: Из-во Моск. Ун-та, 1980.
7. Ключко В.Е., Галажинский Э.В. Самореализация личности: системный взгляд. Томск: ТГУ, 2000.
8. Тихомиров О.К. Психология мышления. М.: Академия, 2002.

## Степень рассогласования при научении и уровни генетической активации ретроспленальной коры<sup>1</sup>

*А.И. Булава, Ю.И. Александров*

*Лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова,  
Институт психологии РАН, Москва Россия, <https://ipran.ru/>  
[bulavaai@ipran.ru](mailto:bulavaai@ipran.ru)*

Ключевые слова: *научение, реконсолидация, новизна, опыт, дифференциация, RSD, c-Fos.*

Были проведены экспериментальные серии с обучением животных (N = 10, половозрелые крысы Long-Evans, 200-350г) и анализом нейрогенетической активности (по наличию в клетках белка c-Fos - маркера экспрессии гена c-fos) на срезах мозга. Животных обучали трем последовательным пищедобывательным навыкам в установке, снабженной автоматическими кормушками, срабатывающими при нажатии на соответствующий рычаг. Животное обучалось запускать первую кормушку с помощью одного рычага, затем переобучалось использовать другой рычаг для активации той же кормушки, третий рычаг запускал новую кормушку. Первым двум навыкам животные обучались до достижения критерия научения: минимум

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 18-78-10114), Институт психологии РАН.

10 последовательных циклов рычаг-кормушка без ошибок (взаимодействий с другими рычагами, с другой кормушкой). В день одна сессия обучения длилась 30 мин. Эффективным являлся только один соответствующий этапу обучения рычаг. На обучение третьему рычагу отводился один день одна сессия. До обучения рычагам в первые сессии были этапы привыкания к обстановке в которых животные обучались получать пищу из кормушки. Для анализа особенностей вовлечения структур мозга в обеспечение нового поведения, были сформированы две группы животных, обучение которых отличалось знакомством со второй кормушкой. Часть животных после знакомства с первой кормушкой обучались получать пищу из второй кормушки (группа 1). Тем самым в последний день эти животные обучались использовать новый для них рычаг для активации уже знакомой кормушки, в то время как другая группа кроме рычага обучалась получать пищу из нового для них места (группа 2). То есть рассогласование с ранее приобретенным опытом у животных второй группы - выше. Для того чтобы сделать выводы относительно мозгового обеспечения поведения в процессе научения и характеристик согласования нейрональных компонентов функциональных систем, морфологически принадлежащих структурам мозга разного филогенетического возраста, с каждого мозга было взято 32 среза на 4-х координатных уровнях: от 4.20 до 3.00 мм от брегмы (forebrain); от -1.72 до -2.52 мм (rostral); от -2.76 до -3.24 мм; от -4.44 до -5.04 мм (caudal). Срезы брались в соответствии со стереотаксическим атласом мозга крысы (Paxinos, Watson, 2009). Была проанализирована активация ретроспленальной коры вдоль росто-каудальной оси. Данная часть коры была выбрана так как с активностью этой зоны мозга связывают процессы научения и памяти, она является зоной интереса в экспериментах с регистрацией нейрональной активности, в которых изучаются эти процессы (например: Alexandrov et al. 2018; Минеева и др. 2019). Ее структурно-морфологическая организация позволяет предположить, что в ее состав входят нейроны разной филогенетической принадлежности, так как в ростральной части она переходит в структуры переднего мозга (в частности, в зоны цингулярной коры) и тесно с ними связана, а в каудальной – в зоны гиппокампа, а именно регион CA1 через дорсальный субикулум переходит в области ретроспленальной коры (Wyass, Van Groen 1992; Зиматкин и Бонь 2019; и др.). Выявление Fos-позитивных клеток проводили иммуногистохимическим методом с использованием моноклональных мышиных антител к c-Fos (E-8, Santa Cruz Biotechnology, Inc.).

Была выявлена неравномерная активация этой области коры вдоль ее росто-каудальной оси, а также значимые различия в паттерне активации при моделировании условий «сильного» и «слабого» рассогласования (рис. 1).

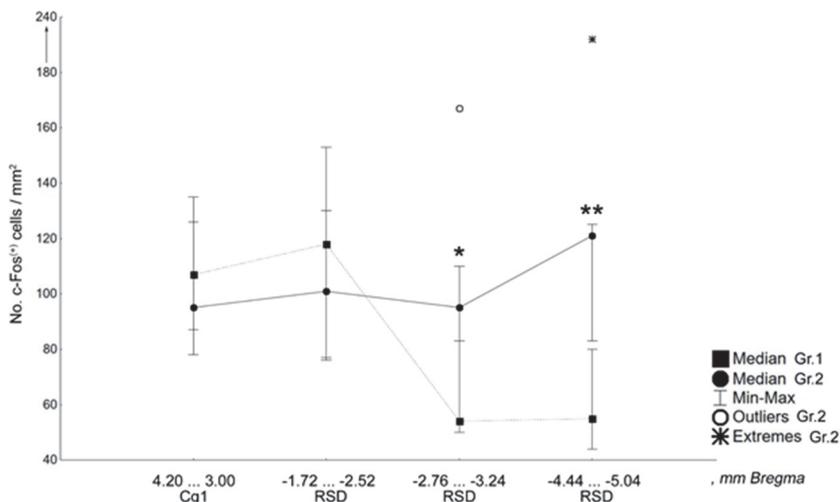


Рис. 1. Плотность c-Fos экспрессирующих нейронов в цингулярной (Cg1) и ретросплендальной (RSD) коре на различных координатных уровнях срезов мозга после обучения животных последнему навыку. По оси абсцисс – периоды координатных уровней, по оси ординат – плотность Fos-позитивных клеток, кл/мм<sup>2</sup>. Квадраты – животные обучения группы 1 (N = 5), кружки – группы 2 (N = 5), критерий Манна–Уитни, \*Z = -2.4, p = 0.015; \*\* Z = -2.5, p = 0.012

Животные группы 1 (группа «слабого» рассогласования) демонстрируют достоверно меньше Fos-позитивных нейронов в каудальной части ретросплендальной коры, но не в ростральной. Различия становятся значимыми на координатах от -2.76 мм от брегмы. При этом рассмотрение среднего по всем срезам всех уровней не позволило выявить достоверных различий (критерий Манна–Уитни, Z = -1.67, p = 0.094). Выявленные различия могут свидетельствовать в пользу предположения, что в каудальной части коры преобладают нейроны специализированные относительно более «старых» низкокодифференцированных систем (имеющих отношение к пространственной локализации, локомоторной активности и т.д.), в то время как в состав филогенетически более молодой структурной части коры входят нейроны относящиеся к высококодифференцированному более новому опыту, в том числе характеризующему специфику в отношении выбираемых поведенческих альтернатив. Возможно, в данной поведенческой задаче, связанной с необходимостью найти новый эффективный инструмент достижения цели (пищи), для субъекта не является значимым такой параметр как новизна в месте получения результата и в этом смысле степень рассогласования в двух группах обуче-

ния равна, что объясняет отсутствие различий в степени активации в ретро-спленальной части коры. Результаты данного анализа свидетельствуют о необходимости учитывать возможные различия в степени активации ретро-спленальной коры вдоль росто-каудальной оси для выбора тех или иных координат при планировании исследований.

#### *Список литературы*

1. Alexandrov Yu.I., Sozinov A.A., Svarnik O.E., Gorkin A.G., Kuzina E.A., Gavrillov V.V. 2018. Neuronal bases of systemic organization of behavior // *Advances in Neurobiology. Systems Neuroscience* / Ed. A. Yu. Springer, 1-33.
2. Watson C., Paxinos G., et al. 2009. Chemoarchitectonic atlas of the rat brain. 319, 375 p.
3. Wyass, J.M. Van Groen, T., 1992. Connections between the retrosplenial cortex and the hippocampal formation in the rat: a review. *Hippocampus*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.1002/hipo.450020102>.
4. Зиматкин С.М., Бонь Е.И. 2019. Строение и развитие коры головного мозга крысы: монология / Гродно: ГрГМУ, 156 с.
5. Минеева О.А., Безряднов Д.В., Чехов С.А., Сварник О.Е., Анохин К.В. 2019. Интегративные функции ретроспленальной коры: данные анатомии, коннектомики и клеточной электрофизиологии у крыс // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 13. 1, 47-54.

## **Comparing the embodiment of first and second language<sup>1</sup>**

*O.P. Marchenko<sup>1</sup>, N.S. Guryanov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>Humboldt University, Berlin, Germany*

*[olga.p.marchenko@gmail.com](mailto:olga.p.marchenko@gmail.com)*

*Keywords: embodiment; emotion; valence; L1; L2.*

**Introduction.** Embodied cognition hypothesis, which claims that our conceptual processes are deeply rooted in our motor and perceptual experience, is supported by the fact of motor system activation during conceptual processing. Whether a foreign language is also embodied remains a matter for discussion (Pavlenko 2012).

As approach and withdrawal motivational system is something fundamental it can be hypothesized, that there no matter if the native or foreign language is used, it will be anyway activated. In the previous study, it has been shown that

---

<sup>1</sup> The study was supported by RFBR, project № 20-013-00912.

frequency of hand movements in opposite to the correct key direction was greater for incongruent condition (moving hand toward the body) than in congruent condition (moving hand away of the body) for negative words in native language as well as in foreign language (Marchenko, Guryanov 2018). According to these data the embodiment of a native language as well as a foreign language was suggested. Nevertheless deeper analyses of movement needs to be done thus the aim of this study was to compare reaction time and the length of trajectory of the hand movement in reacting to the affective terms in native and foreign language.

**Methods.** One hundred native Russian speakers (27 men) aged 18-26 ( $m = 20$ ,  $SD = 1,57$ ,  $md = 19$ ) participated in the study. Same words with positive and negative valence were used in Russian (L1) and in English language (L2). Arousal of positive and negative words was matched (Bradley, Lang 1999, Marchenko 2019).

The task was to evaluate words presented in the center of the screen as positive or negative in valence. Participants were randomly divided into two groups. Half of the participants were instructed to click the key «unpleasant» on the upper side of the screen by a mouse (moving the hand away of the body) or pleasant on the downside of the screen by mouse (moving the hand toward the body) in congruent condition. A position of keys was reversed for incongruent condition. To obtain hand motion data computer mouse tracking software was used. Reaction time (RT) and length of the movement trajectory were compared between congruent and incongruent condition for positive and negative terms in both languages.

**Results and discussion.** Words that cause negative emotions were classified more slowly if the movement was incongruent (i.e., moving the arm toward the body being used to categorize negative words) in comparison to congruent condition in L1 ( $t = -3.00$ ,  $p < 0.01$ ). The significant effect was absent for words that cause positive emotions. This result suggests the embodiment of negative words in native language.

RT for unpleasant terms was longer than for pleasant terms when moving hand away of the body in L1 ( $t = 2.59$ ,  $p < 0.01$ ) and L2 ( $t = 3.40$ ,  $p < 0.001$ ) and when moving hand toward the body (L1:  $t = 4.98$ ,  $p < 0.001$ , L2:  $t = 4.54$ ,  $p < 0.001$ ). Thus the valence of words affected the reaction time not only in L1 but in L2 as well. The additional analyses showed low but significant correlations between RT, length of the trajectories and valence, arousal and dominance ratings in L1 and L2.

For words that cause negative emotions in L2 the length of the trajectory was shorter in congruent condition than in incongruent one ( $t = -2.83$ ,  $p < 0.01$ ). This result suggests the degree of embodiment for unpleasant words in L2, as it is sign of deviation of the movement to the wrong but congruent condition. The length of the trajectory was significantly shorter for negative terms in L2, than for positive terms when moving hand away of the body ( $t = -2.79$ ,  $p < 0.01$ ). This can

be explained by the fact that in incongruent condition subjects began to move in the wrong (but congruent) direction and changed direction to the right one.

Thus, in accordance with the previous findings that there are signs of embodiment for native and foreign language, additional analyses of the trajectory length of the movement and RT showed embodiment for both languages. There were no signs of an embodiment of positive emotions but the data showed that valence of words was related to RT in both languages, which means the activation of the emotion in both cases.

#### *References*

1. Bradley M.M., Lang P.J. 1999. Affective norms for English words (ANEW): Stimuli, instruction manual and affective ratings. Technical report C-1, Gainesville, FL. The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

2. Marchenko O. 2019. Rol faktora kultury v podbore affektivno-okrashennogo stimulnogo materiala po shkalam valentnosti, erauzala i dominantnosti dlya issledovaniy licevyh ekspressij. In: Ananeva, Barabanshchikova, Demidova (ed.) Lico cheloveka: poznanie, obshchenie, deyatelnost. Moscow: NOCHU VO «MIP», 165–180.

3. Marchenko O., Guryanov N. 2018. Embodied affectivity of native and foreign language. In: Ananeva, Barabanshchikova, Demidova (ed.) Vosmaya Mezhdunarodnaya Konferenciya po kognitivnoj nauke: tezisy dokladov. Moscow, Institut Psihologii RAN, 689–691.

4. Pavlenko, A. 2012. Affective Processing in Bilingual Speakers: Disembodied Cognition? In: International Journal of Psychology 47, 405–428.

## **Вербальные данные в изучении восприятия изображений эмоционально окрашенных сцен<sup>1</sup>**

*В.Н. Носуленко, Т.Ю. Савицкая, Ю.И. Александров*  
*Институт психологии РАН, Москва, Россия*  
*nosulenkovn@ipran.ru*

Ключевые слова: *восприятие, эмоции, вербализации, окуломоторная активность.*

В нашей работе изучалось восприятие изображений эмоционально окрашенных сцен в рамках единой концепции сознания и эмоций (Александров, 2006), предполагающей существование связи между эмоциональными показателями и характеристиками индивидуального опыта человека,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-68-47048).

в частности, касающихся идентификации отдельных элементов изображения. Экспериментальное исследование было сфокусировано на анализе данных свободных вербализаций, продуцируемых участниками эксперимента в задаче оценки эмоционально окрашенных сцен. Получение от участников свободных описаний в процессе восприятия, наряду с инструментальными и психофизическими измерениями, было неотъемлемой частью экспериментального дизайна, подробности которого даны в нашей предыдущей работе (Савицкая, Носуленко, Александров, 2020). Здесь представим только краткое описание эксперимента.

Участникам в случайном порядке предъявлялись 24 изображения эмоционально окрашенных сцен, выбранных из базы NAPS (Marchewka et al., 2014), среди которых было 8 позитивной направленности, 8 негативной и 8 нейтральных. Задачей участника было устно описать увиденное изображение и дать оценку валентности и интенсивности связанных с изображением эмоциональных переживаний по 9-бальной шкале Self-Assessment-Manikin (Bradley, Lang 1994). Кроме вербализаций и оценок регистрировались показатели сердечного ритма, а также данные окулomotorной активности.

Мы предполагали, что качественно-количественный анализ вербального материала и других субъективных показателей позволят определить содержание эмоциональных переживаний и дифференцировать их по степени представленности в описаниях целостных объектов и их признаков. Такая возможность была продемонстрирована в наших исследованиях воспринимаемого качества эмоционально окрашенных звуков (Высочил, Носуленко, 2012; Носуленко, 2007).

Для исследования применялась схема кодирования вербальных данных, в основу которой положен метод индуктивного анализа вербализаций (Носуленко, Самойленко, 2011; Nosulenko, Samoylenko, 1997). Из полученных текстов выделялись вербальные единицы, характеризующие отдельные аспекты воспринимаемого изображения. Анализу подвергались только те вербальные единицы, которые отвечали на вопросы «что я увидел (увидела) на изображении?» и «каковы особенности того, что я увидел (увидела)?». По данным описаний 28 участников была сформирована база вербальных единиц, где вербальные единицы были закодированы в 6 полях, позволяющих их дифференцировать по целостности описания, по характеру отнесенности к изображению (объект или ситуация), по семантике описания (целостное значение или отдельный признак), а также по наличию эмоциональной компоненты в описании, по ее типу и валентности. Всего было закодировано таким образом около 9000 вербальных единиц.

Результаты анализа полученных данных показали существование количественной связи между типом воспринимаемого изображения и характеристиками его описания. Так, количество вербальных единиц, характери-

зующих негативные изображения в целом, значимо меньше количества таких описаний, относящихся к позитивным изображениям ( $p < 0,01$ , Mann-Whitney Rank Sum Test). Среди вербальных единиц, характеризующих эмоциональные переживания, наибольшее число относится к негативным изображениям, а меньше всего – к нейтральным. Обнаружена связь между количеством вербальных единиц, описывающих целостные значения и отдельные признаки воспринимаемого объекта на изображении, с оценками валентности изображения: для негативных изображений количество таких вербальных единиц снижается с увеличением оценки валентности, для позитивных – увеличивается, а для нейтральных изображений максимальное количество вербальных единиц соответствует средней величине оценки валентности. Обнаружена также определенная связь между количественными данными вербальных описаний и рядом показателей окулomotorной активности. Так, например, для негативных изображений большее количество вербальных единиц соответствует ситуациям, в которых отмечено большое число фиксаций глаз. Обратная тенденция характерна для позитивных изображений и нет никаких различий для нейтральных изображений. Схожие результаты, демонстрирующие взаимосвязь окулomotorной активности и вербальных данных, были показаны также ранее в ряде исследований (Черниговская и др., 2018).

Результаты обсуждаются в связи с представлением о связи изучаемых характеристик поведения с динамикой его системного обеспечения и о разной дифференцированности доменов опыта, характеризующих позитивными и негативными эмоциями. Было показано, что вербализации являются чувствительными индикаторами особенностей восприятия изображений эмоционально окрашенных сцен. Дальнейшая перспектива видится в разработке операциональных техник получения и анализа вербальных описаний в совокупности с данными, получаемыми с помощью инструментальных методов изучения эмоциональных проявлений.

#### *Список литературы*

1. Александров Ю.И. 2006 От эмоций к сознанию // Психология творчества: школа Я.А. Пономарева / Под ред. Д.В. Ушакова. М.: ИП РАН, 293-328.
2. Выскочил Н.А., Носуленко В.Н. 2012 Роль предметной идентификации источника акустического события в формировании эмоциональной составляющей его воспринимаемого качества // Пятая международная конференция по когнитивной науке, Т. 1. Калининград: МАКИ, 306–307.
3. Носуленко В.Н. 2007 Психофизика восприятия естественной среды. Проблема воспринимаемого качества. М.: ИП РАН.
4. Носуленко В.Н., Самойленко Е.С. 2011 Индуктивный анализ в рамках перцептивно-коммуникативного подхода // Актуальные проблемы теоретической и

прикладной психологии: традиции и перспективы / Под ред. А.В. Карпова. Ярославль: ЯрГУ, 366-370.

5. Савицкая Т.Ю., Носуленко В.Н., Александров Ю.И. 2020 Динамика сердечного ритма у индивидов при оценке и описании ими эмоционально окрашенных изображений // Экспериментальная психология, 13(1), 5-19.

6. Черниговская Т.В., Алексеева С.В., Дубасова А.В., Петрова Т.Е., Прокопья В.К., Чернова Д.А. 2018 Взгляд кота Шрёдингера: регистрация движений глаз в психолингвистических исследованиях / под. ред. Т.В. Черниговской, Т.Е. Петровой. СПб.: Изд-во СПбГУ.

7. Bradley M.M., Lang P.J. 1994 Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy & Experimental Psychiatry* 25, 49-59.

8. Marchewka A., Żurawski Ł., Jednoróg K., Grabowska A. The Nencki Affective Picture System (NAPS): Introduction to a novel, standardized, wide-range, high-quality, realistic picture database. *Behavior Research Methods* 46(2), 596-610.

9. Nosulenko V., Samoilenko E. 1997 Approche systématique de l'analyse des verbalisations dans le cadre de l'étude des processus perceptifs et cognitifs. *Social Science Information* 36(2), 223-261.

## **Кодирование в мозге сигналов номером канала в рамках векторной психофизиологии**

*Г.В. Лосик, А.М. Черноризов, А.В. Вартанов*

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,  
Минск, Беларусь*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, РФ*

*georgelosik@yahoo.com; amchern53@mail.ru; a\_v\_vartanov@mail.ru*

**Ключевые слова:** *сенсорные процессы, принцип кодирования, нейроны-детекторы, условный рефлекс.*

В психофизиологии сформировалось самостоятельное направление, использующее понятие вектора в объяснении сенсорных и моторных процессов. Оно получило название «векторная психофизиология». Наряду со многими нетрадиционными объяснениями работы нервной системы высших животных, это направление особо специализируется в объяснении нейронного механизма оценки психикой сходств и различий стимулов и реакций. В психологии мало объяснить механизм формирования эталона стимула или реакции. Важно вскрыть ещё и механизм сравнения стимулов, метрику близости разных стимулов. Именно в метрике сходства и различия обнажается антропологическая и социальная компонента целесообразности для

организма то ли различать, то ли отождествлять два объективно различающихся стимула.

Принцип кодирования сигналов местом хранения означает, что генетически в сенсорной коре человека появляются в нейронных слоях отдельные локально в мозге расположенные группы нейронов-детекторов, которые в зависимости от физических различий сигналов – способны отвечать не одинаково сильно на разные сигналы. Эти детекторы отвечают не величиной пачки импульсов в аксоне одного того же нейронного волокна, а в разных, генетически предписанных физических местах мозга. Генетически заданных, а не в итоге обучения возникших местах.

Разные по месту нейроны-детекторы образуют «экран» нейронов или локальный анализатор. В его границах анатомическая удаленность одного нейрона от другого хранит информацию о степени несходства качества двух информаций. По этому принципу место расположения нейрона в пространстве сенсорной и моторной коры мозга кодирует специфику той информации, которую оно хранит. Частотность появления каждой информации, различной по качеству, также имеет значение, но за счет разнесения в пространстве места запоминания, система делает наслоение поверх объективной частности присутствия сигнала во вне человека в его повседневной жизни. Это еще и информацию о предрешенной генетически видовой нужности, взаимозаменяемости одного качества другим.

Локальный анализатор – это экран нейронов, измеряющий «местом» двухполярно определённый физический параметр внешнего стимула. Каждый локальный анализатор формирует линейную шкалу значения этого параметра. В тоже время другие локальные анализаторы рядом линейно измеряют независимо другие физические параметры стимула. Независимость процесса измерения соответствует в математическом плане ортогональности. Поэтому два нейрона-детектора двух многопараметрических стимулов могут своим возбуждением как две точки на поверхности, например, трёхмерной сферы уже в большей степени отражать не чисто физические, объективные характеристики стимулов, а и различие функций этих двух стимулов для субъекта. За счёт анатомического строения локального анализатора и существования преддетекторов перцептивная система искривляет физику внешнего мира. Именно не фильтрует, а искривляет в антропологическом направлении. В частности, перцептивная система при отображении цветового спектра увеличивает размерность психологического

Для анализа принципиально разных качеств стимулов нейронная сеть распараллеливает обработку сигнала и формирует в разных местах несколько локальных анализаторов (для анализа цвета, длины линии, ее наклона, для анализа звука, веса). В вышележащем месте нейронной сети для продолжения во времени обработки стимула генетически вырастают слои локальных анализаторов для детектирования более крупных качеств.

После этих слоев идут слои локальных анализаторов на еще более крупные признаки. Это и есть принцип кодирования жестким местом хранения или принцип векторного кодирования, который противопоставляется алгоритмическому принципу кодирования.

На основе векторного принципа кодирования местом запоминания реализуется механизм создания топологической нейронной (физической) модели стимула, механизм ее активизации. Данный принцип объясняет механизм оценки сходства стимулов-образов: сходство можно исчислять азимутным углом в полярной системе координат. Такой механизм аналоговой оценки стимулов не отрицает существования механизма метрической оценки стимула, при котором сходство стимулов измеряется количественно по их сугубо объективным параметрам.

Условный рефлекс отражает принцип кодирования в мозге стимулов внешнего мира дискретным кодом, в то время, как векторное кодирование – принцип аналогового кодирования. Кодирование последовательности событий в виде условного рефлекса, цепочкой нейронов есть кодирование алгоритмом. В то время как векторное кодирование есть кодирование физической моделью, перенесение извне вовнутрь мозга топологии внешнего пространственного события, имеющего форму и степени свободы ее вариации.

Идея векторного кодирования применима к кодированию (созданию копии в мозге) не только материальных конкретных объектов внешней действительности, но и абстрактных психических понятий и явлений, кодированию абстрактных действий, движений человека. Вербализация и речевое запоминание понятий приводит к запоминанию их цепочкой нейронов.

Для синтеза бесчисленного множества действий, аналогично детекторам сенсорной системы командные нейроны в моторной системе обучаются синтезировать сложное действие конечным числом простых моторных жестов, подчиняющихся, опять-таки, сферической модели. Нижние уровни мелких жестов как сферы одного уровня подпадают в подчинение нейронов запуска более крупных жестов. Над ними формируются уровни еще более крупных жестов. На вершине пирамиды жестов находятся нейроны, командующие операциями (дать ложку), ниже – их действиями (взять, перенести, положить ложку), еще ниже – движениями (сжать пальцы с ложкой, согнуть сустав). Они не кодируют амплитуду и продолжительность жеста, а только его качество (вектор направления движения), ибо амплитуда и продолжительность жестов в их цепи регулируются в ходе конкретного действия в конкретной предметной ситуации.

Рассмотрим идею антропометрического сходства места хранения стимула у разных людей. Антропометрическое сходство строения мозга у разных людей позволяет, объяснить механизм не только повторного поступления смыслового сигнала к одному и тому же человеку, но и передачи

смысла сообщения от человека к человеку, передачи за счет анатомического совпадения мест возбуждения однотипных нейронов у передатчика и приемника. Из идеи кодирования местом возбуждения следует, что у двух индивидов в онтогенезе за счет одинакового в обучении набора предмет-сигналов, воспринимаемых ими зрительно, тактильно, на слух, за счет одинаковой рецептивной системы, одинаковых в сенсорной коре проводящих путей, формируется набор детекторов с одинаковой топологической, дислокацией их взаиморасположения в нейронах.

## **Data-driven Parametric Statistical Testing of Functional Connectivity Between Brain Sources Characterized by Activity with Close-to-Zero Phase Lags**

*D.F. Kleeva, A.E. Ossadtchi*

*Institute for Cognitive Neuroscience, National Research University  
Higher School of Economics (Moscow, Russian Federation)  
dkleeva@hse.ru, aossadtchi@hse.ru*

*Keywords: functional connectivity, MEG, EEG, statistical testing, Wishart distribution.*

Despite the rapid development of neuroscience, the explanation of functional abilities of the brain is still a mystery that stirs up the minds of both theorists and methodologists. All the features that describe the brain would not contribute to its high computational capacities, if its elements did not possess a crucial property – the presence of functional connectivity. The conclusive evidence suggests that connectivity, reflecting interactions between brain areas, underlies healthy brain functioning and determines its dynamical properties. Characterized by high temporal resolution, such noninvasive neuroimaging techniques as EEG and MEG, together with methods of source localization, make it possible to accurately estimate spatial, temporal and frequency characteristics of functional coupling. Nevertheless, the choice of robust methods and their improvement are still in great demand.

One of the main methodological problems in noninvasive evaluation functional connectivity is the spatial leakage (SL) effect which occurs due to volume conduction and leads to false positives in coherence or phase-locking estimates. Several solutions have been already suggested, including the use of imaginary part of coherency or cross-spectrum (Nolte et al., 2004). Because these standard metrics are insensitive to zero-phase interactions, they prevent detection of false

coupling, resulting from SL, but may underestimate true physiological interactions, characterized by close-to-zero phase lags. Due to the broad neurophysiological evidence, such interactions should not be excluded from consideration as they reflect such important processes as sensory or visuomotor integration and may be facilitated by bidirectional neuronal communication, common input or dynamical relaying (Rajagovindan and Ding, 2008). The recently proposed method, referred as Phase Shift Invariant Imaging of Coherent Sources (PSI-COS) (Ossadtchi et al., 2018), became the first implementation of the algorithm which reliably detects interactions for all the range of phase-lags by suppressing the power of SL subspace components of cross-spectrum. However, connectivity values obtained via PSI-COS are non-normalized by construction and depend on source power, so that uncoupled sources with high power profiles may become false positives.

This limitation motivated us to develop a statistical test in such a way, that power distribution in source space or sensor space is preserved, but phase interactions are eliminated. In order to perform statistical testing we constructed null distribution by using surrogate data techniques or Wishart distribution.

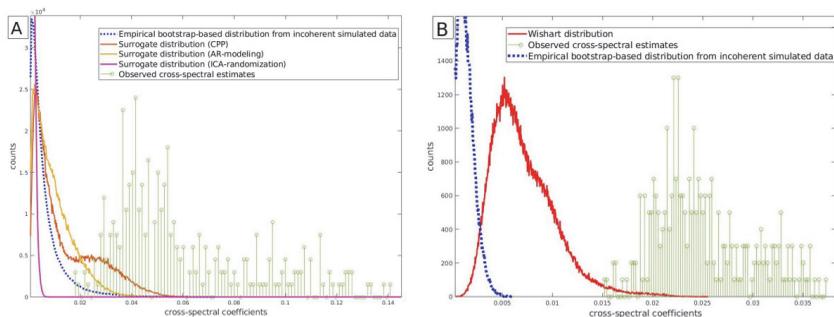


Fig. 1. Comparison of distributions in the region of modeled networks showing that Wishart distribution forms a more conservative criterion of testing. (A) Surrogate distributions and (B) Wishart distribution compared to observed cross-spectral estimates and empirical 'baseline' distribution computed from the data with random phase jitter large enough to destroy phase coupling

For surrogate testing we have chosen randomization of independent components in time do-main (Shahbazi et al., 2010), AR-modeling and cyclic phase permutations of the source activity (CPP). To obtain a random samples from Wishart distribution we used Bartlett decomposition and constructed sensor-space Wishart-distributed cross-spectral matrices with preserved mean sensor powers and non-zero spatial covariances computed on the basis of forward matrix. The degrees of freedom of Wishart distribution were adjusted in such a way,

that the Wishart distribution of power values matched the empirically observed bootstrap-based power distribution. Each Wishart-distributed sample was projected onto normalized interacting topography vectors.

As resulted from realistic simulations of MEG data, parametric approach outperformed surrogate testing. Using ICA-based distribution in statistical testing reached sensitivity (true positive rate)  $TPR = 1$  at the specificity level of 0.67, which is unsatisfactory due to the small number of modeled true coupled sources. Statistical testing based on AR modeling performed better: for sensitivity  $TPR = 1$  the maximal level of specificity of AR-based test was 0.97, while for CPP surrogates the maximal sensitivity  $TPR = 1$  was gained at much lower specificity 0.76. Finally, testing on the basis of Wishart distribution was characterized by the highest level of specificity equal to 0.98.

With a high degree of certainty we can conclude that the proposed parametric approaches based on Wishart distribution form a viable basis for a statistical testing, which expands the capabilities and accuracy of PSIICOS technique in estimating genuinely low phase-lag coupled sources.

#### *References*

1. Nolte, G., Bai, O., Wheaton, L., Mari, Z., Vorbach, S., Hallett, M. 2004. Identifying true brain interaction from EEG data using the imaginary part of coherency. *Clinical neurophysiology*, 115(10), 2292-2307.
2. Ossadchi, A., Altukhov, D., Jerbi, K. (2018). Phase shift invariant imaging of coherent sources (PSIICOS) from MEG data. *NeuroImage*, 183, 950-971.
3. Rajagovindan, R., Ding, M. 2008. Decomposing neural synchrony: toward an explanation for near-zero phase-lag in cortical oscillatory networks. *Plos one*, 3(11).
4. Shahbazi, F., Ewald, A., Ziehe, A., Nolte, G. 2010. Constructing surrogate data to control for artifacts of volume conduction for functional connectivity measures. In 17th International Conference on Biomagnetism Advances in Biomagnetism–Biomag2010 (p. 207-210). Springer, Berlin, Heidelberg.

## Угроза подтверждения стереотипа в условии переключения между задачами<sup>1</sup>

*М.В. Аллахвердов*  
*Санкт-Петербургский государственный университет,*  
*Санкт-Петербург, Россия*  
*m.allakhverdov@spbu.ru*

Ключевые слова: *самоэффективность, имплицитные теории, угроза стереотипа, контроль.*

Доминирующей парадигмой для объяснения возникновения ошибок и снижения скорости выполнения какого-то действия в условиях переключения между задачами является ресурсная модель человека. Она предполагает, что у человека есть какое-то ограниченное количество ресурса, и при одновременном решении двух задач нехватка этого ресурса и приводит к уменьшению эффективности. Несмотря на подавляющее большинство работ в этом направлении, у некоторых исследователей такой подход вызывает вопросы. Например, О. Нойманн (O. Neumann, 1987), В. Аллахвердов (2000), S. Franconeri (2013), М. Фаликман (2018) обнаруживают методологические и логические недостатки ресурсного подхода. Так, S. Franconeri замечает, что активно используемые сейчас слова «когнитивный ресурс», «когнитивная нагрузка», «ограничения» лишь называют наблюдаемый эффект, но никаким образом его не объясняют. Сложность в использовании данного подхода заключается еще в том, что наиболее часто наличие ресурса доказывают наличием ограничений, в то время как возникновение ограничений приписывают недостатку ресурса. Такой замкнутый круг указывает на необходимость переосмысления ресурсной модели и поиска логического объяснения возникновения ограничений, накладываемых на работу когнитивной системы.

Мы предполагаем, что данные ограничения носят функциональный характер, то есть формируется самой когнитивной системы для выполнения ключевой функции – сохранение непротиворечивых представлений о самом себе. Одной из наиболее важных установок о самом себе является оценка самоэффективности в той или иной деятельности. Данная установка позволяет человеку выбирать определенные задачи для решения, отказываться от других и т.д. Следствие из такого подхода: изменение такой субъективной оценки может приводить и к изменению эффективности, то есть

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке Гранта Президента РФ МК-1382.2020.6.

увеличение ожидания успеха в конкретной когнитивной задаче будет приводить к увеличению реальной эффективности выполнения этой задачи.

А. Бандура (1977) выделил несколько манипуляций, которые влияют на ожидания о собственной эффективности. В экспериментальных условиях наиболее часто используемый способ временного изменения оценки самооффективности – вербальная инструкция, которая эксплицитно (внушение, информация о сложности задачи и т.д.) или имплицитно снижает или увеличивает оценку самооффективности. Например, исследования в области стереотипной угрозы (stereotype threat) демонстрируют, что актуализация негативного социального стереотипа о референциальной для испытуемых группе приводят к снижению успешности решения задач. Был также показан обратный эффект: если актуализируется позитивный социальный стереотип, то это приводит к увеличению эффективности (stereotype boost). Интересно, что один и тот же человек может по-разному решать задачи в зависимости от того, на какие убеждение было обращено внимание инструкцией. В исследования М. Shih с коллегами (1999) в качестве испытуемых выбрали женщин, представителей азиатской расы. Интерес к этой группе у исследователей вызван тем, что с одной стороны, относительно нее есть негативный гендерный стереотип (что женщины хуже решают математические задачи, чем мужчины), а с другой – положительный расовый стереотип (что азиаты имеют высокие математические способности). Результаты исследования показали, что если инструкция акцентировала внимание на том, что испытуемые – женщины, их результаты снижались, а если на том, что испытуемые – представители азиатской расы, то их успешность возрастала.

Предложенные варианты рассматривают случай, когда актуализируются реальные стереотипные представления о той или иной группе. В нашем пилотажном исследовании мы решили проверить влияние стереотипной угрозы, на основе социальной установки, которую мы искусственно создаем у испытуемых. Так, в нашем исследовании испытуемые (84 человека, из которых 51 женщина) были разделены на 3 группы, таким образом, чтобы в каждой группе было равное соотношение представителей обоих полов. Во всех группах участники выполняли обычный тест на переключение между задачами. Они должны были реагировать либо на букву (определить гласная или согласная), либо на цифру (определить четная или нечетная) в зависимости от предъявляемого стимула. При этом в первой группе всем участникам сообщалось, что предыдущие исследования показали, что с такой задачей мужчины справляются лучше женщин, а во второй группе, наоборот, что женщины эффективнее мужчин. Третья группа получала информацию о предыдущем исследовании, нейтральную по отношению к гендерному стереотипу. Мы предполагали, что среди женщин наиболее эффективными будут представители второй группы, а наименее

эффективными – первой группы, в то время как для мужчин результат будет обратным. Полученные нами результаты лишь частично подтвердили нашу гипотезу. Мы обнаружили, что влияние стереотипа по-разному проявляется у мужчин, и у женщин. Так, для мужчин мы обнаружили разницу во времени реакции на стимулы ( $F(1,29) = 6.077, p = 0.019$ ). При этом, данный эффект проявился в пользу позитивного стереотипа, то есть мужчины первой группы выполнили задание быстрее, чем двух других групп, между которыми разница не наблюдалась. Однако у женщин такой эффект не был обнаружен. Наоборот, в случае с представителями женского пола они показали значимые отличия в точности решения задач ( $F(1,47) = 5.647, p = 0.021$ ), в то время как эффект у мужчин в точности не был обнаружен. Таким образом, можно предположить, что создание внешней социальной установки об успешности в той или иной задаче приводит к изменению эффективности человека. В нашем исследовании мы получили улучшение результатов только в группах, в которых актуализировался положительный стереотип, поэтому нам представляется, что требуются дальнейшие исследования в этом направлении. Такие исследования позволяют более точно изучить влияние искусственно создаваемой социальной установки на успешность выполнения когнитивной задачи.

#### *Список литературы*

1. Neumann O. 1987. Beyond Capacity: A functional view of attention. In: H. Heuer, A.F Sanders (eds.) Perspectives on perception and action. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 361-394.
2. Аллаhverдов В.М. 2000. Сознание как парадокс. Изд-во ДНК.
3. Franconeri SL, Alvarez GA, Cavanagh P. 2013 Flexible cognitive resources: competitive content maps for attention and memory. Trends in Cognitive Science. 17(3). 134-141.
4. Фаликман М.В. 2018. Парадоксы зрительного внимания: эффекты перцептивных задач. М.: Издательский дом ЯСК.
5. Bandura A. 1977. Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. Psychological Review. 84(2). 191-215.
6. Shih, M., Pittinsky, T. L., Ambady, N. 1999 Stereotype Susceptibility: Identity Salience and Shifts in Quantitative Performance. Psychological Science. 10(1). 80-83.

## **Полный комплекс Нота как сенсорно-проприоцептивная мозговая модель «звучания» музыкального звука**

*В.Л. Пляшкевич  
Новосибирск, Россия  
vlp231247@yandex.ru*

*Ключевые слова: Звукоформа, Образ-Алгоритм, Комплекс Звукоформа Нота, Полный Комплекс Нота, Комплекс Звукоформа Нота.*

В литературе отсутствуют исследования, в которых «звучание» Звука или Звукоформа представлены мозговым объектом, в котором запечатлены все аспекты Звукоформы. В работе Теплов 1947 автор пишет: «Пытаясь вообразить пьесу из своего репертуара, музыкант видит нотный текст, чувствует движения пальцев и слышит музыку». Композитор Р. Шуман в работе Шуман 1959 пишет: «Нужно запомнить пьесу не только пальцами. Вы должны уметь проигрывать её и в голове». А также «Высший пилотаж – это мысленное представление произведения в виде его партитуры». Авторы явно предполагают, что «звук» существует в голове музыканта в виде целого конструкта, выражающегося в разных слуховых, зрительных и моторных проявлениях.

В данной работе сделана попытка показать, как с помощью принципа Образа-Алгоритма формируется мозговой объект-носитель Звукоформы. В работах Пляшкевич 2017, 2018 было показано представление об Образе-Алгоритме (О-А). Образ-Алгоритм как Образ восприятия формируется в мозговой сфере субъекта при сенсорном (зрение, слух) и проприоцептивном восприятии сигналов руки или голосового аппарата при выполнении действия руки или произнесения слова речи. Возьмём в качестве модельной ситуации обучение игре на фортепиано и рассмотрим, как происходит формирование объекта, которым Звук представлен в мозговой сфере.

1. Сначала, при познании Звука, учитель демонстрирует ученику первый звук звукоряда «ДО», показывая соответствующую клавишу и нажимая на неё. Ученик слышит Звукоформу «ДО» и повторяет манипуляцию учителя своей рукой. Система Восприятия ученика воспринимает зрительно и проприоцептивно «картину» приближения своей руки, надавливания пальцем на клавишу «ДО» и формирует О-А Действия «Приблизить руку к клавише». Так по сенсорно-проприоцептивному правилу происходит формирование О-А ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗВУКОФОРМЫ «ДО». В ОБРАЗЕ О-А зрительно запечатлено приближение пальца к клавише, в АЛГОРИТМЕ – мышечное правило приближения пальца к клавише.

После того как О-А воспроизведения Звукоформы сформирован, воспроизведение Звукоформы при игре на фортепиано происходит автоматически (стереотипно) с помощью одного Действия руки в отношении предмета – клавиши. Одновременно с нажатием на клавишу «ДО» ученик слышит звук, т. е. его Система Восприятия воспринимает «звучание» Звука «ДО» воспроизведённый его рукой и формирует в его сфере восприятия ОБРАЗ ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКОФОРМЫ «ДО» (ОВ Звукоформы). В этот момент происходит объединение (сцепление) ОВ Звукоформы с вызвавшим его О-А воспроизведения Звукоформы. В мозге появляется новый объект, который можно назвать КОМПЛЕКС ЗВУКОФОРМА НОТЫ (рис. 1, I).

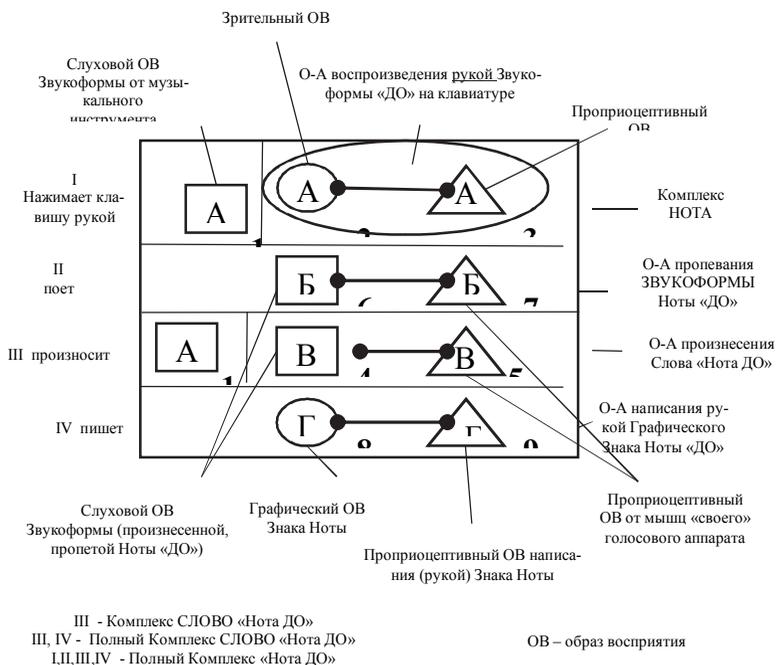


Рис. 1. Формирование Полного Комплекса НОТА (фортепиано, Нота «ДО»)

Комплекс ЗВУКОФОРМА НОТА представлен единым «блоком», поскольку Действие руки, производящее Звукоформу, и вызванная им Звукоформа, неразделимы (Действие руки и обусловленное им звучание неразделимы). Комплекс НОТА (ЗВУКОФОРМА) это целый объект, которым в мозге

ученика представлено «звучание» Звука Ноты «ДО» воспроизведенное рукой на музыкальном инструменте. Так в мозге субъекта формируется механизм воспроизведения Ноты на музыкальном инструменте с помощью руки при аудиальном обучении. Комплекс НОТА в мозговой сфере становится носителем Звучания Ноты, аналогично тому, как было показано в работе Незайкинский, 1972 об элементе музыкальной речи.

2. При нажатии на клавишу Ноты «ДО» ученик повторяет её звучание голосом, пропевая Ноту с помощью своего голосового аппарата. При этом его Система Восприятия по сенсорно-проприоцептивному правилу воспринимает Звучание его собственной, пропетой Звукоформы «ДО» и формирует её ОВ. Он становится ОБРАЗОМ формирующегося О-А. Одновременно Система Восприятия воспринимает проприоцептивные ощущения от мышц «своего» голосового аппарата, так формируется АЛГОРИТМ. Вместе, оба – ОБРАЗ и АЛГОРИТМ образуют О-А ПРОПЕВАНИЯ НОТЫ «ДО» (рис. 1, II).

3. При нажатии на клавишу ноты «ДО» ученик слышит Звучание ноты «ДО». При этом он, повторяя высказанное учителем Слово – название Ноты «ДО», повторяет-произносит его с помощью своего голосового аппарата. В этот момент по принципу О-А происходит формирование О-А ПРОИЗНЕСЕНИЯ СЛОВА «НОТА «ДО» (рис. 1, III). Далее ОВ Звукоформы Ноты «ДО» (при нажатии на клавишу) сцепляется с О-А произнесения Слова «Нота «ДО». Так формируется КОМПЛЕКС СЛОВО «НОТА «ДО». В его составе ОВ Звукоформы Нота «ДО» становится Семантическим содержанием (значением) СЛОВА Комплекса СЛОВА «НОТА «ДО».

4. При обучении нотной грамоте учитель для единичной Звукоформы Ноты показывает ученику соответствующее ей графическое изображение ЗНАКА Звукоформы как Ноты на определённом месте нотного стана. Ученик обучается умению графически изобразить (написать) каждую Ноту с помощью своей руки в соответствующем месте нотного стана. Когда ученик впервые повторяет своей рукой – записывает знак Ноты, в его мозговой сфере происходит формирование О-А Действия руки – О-А НАПИСАНИЯ ЗНАКА ЗВУКОФОРМЫ НОТЫ (рис. 2, IV). ОБРАЗОМ в нём становится зрительный ОВ изображения Знака Звукоформы Ноты, АЛГОРИТМОМ – проприоцептивный ОВ мышечных напряжений руки в процессе написания Знака Звукоформы на бумаге. В мозговой сфере ученика О-А написания Знака Звукоформы Ноты становится механизмом написания рукой Знака Звукоформы на бумаге, доске и т. д.

При написании Знака Ноты рукой на бумаге ученик слышит внутренним слухом звучание Ноты «ДО». Поскольку Комплекс ЗВУКОФОРМА уже имеет в своём составе слуховой ОВ Звукоформы «ДО», то О-А написания Знака Ноты сцепляется с Комплексом НОТА. При этом формируется завершающий объединённый объект ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКС НОТА. В нём О-А

воспроизведения Звукоформы Нота с помощью руки становится «ядром», с которым связываются (сцепляются) все формы Звукоформы (рис. 2 (II, III, IV)). При появлении у субъекта потребности в музыкальном высказывании, Полные Комплексы НОТА произвольным усилием субъекта привлекаются для построения мелодии. Полный Комплекс НОТА, благодаря сложной структуре сильных внутренних связей, сохраняется неизменным в течение жизни субъекта. В Полном Комплексе Ноты происходит выбор актуальной формы переходов Ноты, например, Видеть  $\rightarrow$  Пропеть 8  $\rightarrow$  (: = 7); Слышать  $\rightarrow$  Написать 1  $\rightarrow$  (8 + 9) и т. д.

Полный Комплекс Нота обеспечивает способность человека одновременно в одном акте читать Ноту на нотном листе, проигрывать её на музыкальном инструменте (фортепиано), назвать Ноту и пропеть её с помощью своего голосового аппарата. Для Слова и для Ноты во всех случаях осуществления переходов каждый переход завершается активацией семантических содержаний Полного Комплекса СЛОВО и Полного Комплекса НОТА. В момент активации семантического содержания субъект понимает значение СЛОВА и значение НОТЫ.

#### *Список литературы*

1. Теплов Б.М. Психология музыкальных способностей. М.-Л.: Изд. Акад. пед. наук, 1947.
2. Шуман Р. Жизненные правила для музыкантов. М.: Музгиз, 1959.
3. Пляшкевич В.Л. Базисные действия человека. Новосибирск: РИЦ «Новосибирск», 2017.
4. Пляшкевич В.Л. Когнитивное значение Образа-Алгоритма как механизма действия руки предметом. Труды Шестого Международного форума по когнитивному моделированию. Тель-Авив, Израиль / Под ред. С.И. Масалова, В.Н. Поляков, В.Д. Соловьев. С. 319-325. Ростов н/Д: Фонд науки и образования, 2018.
5. Назайкинский Е.В. О психологии музыкального восприятия. М.: Музыка, 1972.

# In vivo two-photon imaging of calcium dynamics in astrocytic network in mouse cortex<sup>1</sup>

A. Fedotova<sup>1,3</sup>, T. Kopcsányi<sup>2</sup>, M. Tybeykina<sup>2</sup>, E. Pryazhnikov<sup>2</sup>, A. Brazhe<sup>1,3</sup>,  
L. Khiroug<sup>2</sup> & A. Semyanov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia

<sup>2</sup>University of Helsinki, Neuroscience Center NC-HiLIFE, Helsinki, Finland

<sup>3</sup>Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Laboratory of Extrasynaptic Signalling, Moscow, Russia  
fedotova.brain@gmail.com

Keywords: *astrocyte, calcium imaging, neuron-glia interaction, behavior.*

The mechanisms of brain functions are based on the interplay between neurons and astrocytes. Astrocytes demonstrate a complex repertoire of intracellular calcium signaling necessary for the optimal functioning of the nervous system. Two-photon imaging of astrocytes *in vivo* provides a direct approach to measure calcium activity that reveals the physiological role of these cells. We investigated the relationship between animal behavior and spatiotemporal characteristics of calcium dynamics in astrocytes *in vivo*.

Male C57BL/6 mice were anesthetized with ketamine/xylazine for implantation of a cranial window. A round-shaped window over the primary somatosensory cortex (d = 4 mm) was covered with a cover glass that contained a small hole (d = 0.5 mm) filled with silicone. A metal headplate was placed over the cover glass and fixed with dental cement to the skull. 4-5 weeks after implantation, mice were injected through the hole in the cover glass with adeno-associated viral vector for expression of genetically encoded calcium indicator (GCaMP6f) under astrocyte-specific promoter. One month later, mice with transparent cranial windows were selected for the imaging study. The mice were placed into a carbon fiber cage for calcium imaging sessions. Awake animals were head-fixed under multiphoton microscope (Femtonix, Hungary) using Mobile HomeCage device (Neurotar, Finland) which is a flat-floored air-lifted platform allowing animals to move the cage with their paws (Kislin et al., 2014). Three subsequent imaging sessions for 10 minutes with up to 10-minute rest periods between sets were performed in each mouse. The calcium dynamics in astrocytes was characterized and analyzed with algorithms developed in our laboratory.

The motor activity of the animal was accompanied by increased calcium activity in astrocytes. In the absence of motor activity, scattered localized calcium activity at the subcellular level was observed. Individual episodes of the animal

---

<sup>1</sup> The Russian Science Foundation Grant (17-74-20089).

motor activity were accompanied by massive activation of all astrocytes in the field of view, while the end of the motion episode was followed by a gradual desynchronization and a general decline in astrocytic calcium activity.

Thus, two-photon imaging of astrocytic calcium activity in the somatosensory cortex and recording of animal navigation in the Mobile HomeCage device were performed simultaneously. This approach overcomes the limitations caused by the anesthesia known to affect the physiology of astrocytes (Thrane et al., 2012). We observed that locomotion of the animal was associated with rapid and global activation of astrocytic calcium signaling.

### *References*

1. Kislin, M., Mugantseva E., Molotkov D., Kuleskaya N., Khirug S., Kirilkin I., Pryazhnikov E., Kolikova J., Toptunov D., Yuryev M., Giniatullin R., Voikar V, Rivera C., Rauvala H., Khiroug L. 2014. Flat-floored air-lifted platform: a new method for combining behavior with microscopy or electrophysiology on awake freely moving rodents. *Journal of visualized experiments* 88, e51869.

2. Thrane A.S., Rangroo Thrane V., Zeppenfeld D., Lou N., Xu Q., Nagelhus E.A., Nedergaard M. 2012. General anesthesia selectively disrupts astrocyte calcium signaling in the awake mouse cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 18974-18979.

## **Когнитивно-семантические классификации и определение тематики научно-технических документов**

*И.Н. Сухоручкина*

*Всероссийский институт научной и технической информации  
Российской Академии Наук, Москва, Российская Федерация  
insukhoruchkina@mail.ru*

*Ключевые слова: когнитивная классификация, семантическая кластеризация, определение тематики, тематическое индексирование, экспертный анализ, терминосистема, ключевые слова, электронный документ, База данных ВИНТИ.*

Когнитивно-семантические классификации понимаются как классификации текстов документов на основе семантической близости связанных групп терминов по областям знания. Базы данных центров и институтов научно-технической информации в России и других странах развиваются на основе когнитивно-семантических технологий обработки научно-технических документов. Информационно-технологическая система комплектования, определения тематики, обработки, классификации и каталогизации

документов, формирования реферативной БД и Реферативного журнала по естественным наукам Всероссийского института научной и технической информации РАН функционирует на основе применения принципов гносеологии и технологий искусственного интеллекта при формировании баз знаний. БД и Реферативные журналы ВИНТИ ежегодно пополняются в среднем на один миллион документов: 1990 г. – 1,3 млн, 2019 г. – 700 тыс. документов [1]. БД ВИНТИ с 1981 г. содержит 36 млн документов. Задачи ВИНТИ РАН: 1) отражение **русскоязычной части мирового потока научной литературы**, слабо представленной в зарубежных реферативных БД; 2) **системы взаимосвязанных классификаций** с ядром – Государственным рубрикаторм научно-технической информации (ГРНТИ) России для определения лексикографических и понятийно-терминологических связей между классификациями и лингвистического обеспечения формирования, систематизации и структуризации единого информационного пространства знания. Проведен ретроспективный анализ статистики и факторов определения тематики научно-технических документов с 1952 г.

При автоматизированном определении тематики документов на русском, английском, других европейских и восточных (японском, китайском) языках эксперты ВИНТИ ориентируются на ключевые слова, термины, содержание, семантику и значимость текстов с учетом экспертиз и мнения специалистов тематических отделов научной информации и классификационных систем. Учитываются **классификаторы**: 1) ГРНТИ; 2) Рубрикаторм отраслей знаний ВИНТИ, 3) УДК; 4) Библиотечно-библиографическая классификация (ББК, 2000 г.); 5) Паспорта научных специальностей Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ; 6) Международная патентная классификация; 7) Классификатор Российского фонда фундаментальных исследований для конкурсов в соответствии с перечнями приоритетных направлений науки и критических технологий в РФ; 8) Классификатор Российского научного фонда; 9) Классификация новшеств и инноваций Организации экономического сотрудничества и развития (OECD); 10) Математическая предметная классификация (MSC) обзорных математических БД и реферативных журналов Mathematical Reviews (MathSciNet DB) и Zentralblatt MATH (Springer, Zentralblatt MATH DB); 11) Классификация БД научных изданий Scopus – ASJC Classification Codes; 12) Индексирование цитирований Институтом научной информации ISI Web of Knowledge (Science Citation Index; Social Sciences Citation Index; Arts and Humanities Citation Index); 13) БД научных публикаций Web of Science (ISI Web of Science / Scopus); 14) Рубрикаторм портала eLibrary.ru (с 1998 г., Научной электронной библиотеки); 15) Российский индекс научного цитирования (с 2005 г.); 16) Индексы цитирования библиографической БД Google Scholar (Google Scholar Citations, с 2004 г.).

**Когнитивно-семантические классификации** (УДК, ББК, классификаторы), системы терминов и ключевых слов, названия документов, рефераты, оглавления, списки использованной литературы, библиография, международные и государственные стандарты по информации, библиотечному и издательскому делу, интернет-источники позволяют экспертам определять тематику документов для БД и РЖ ВИНТИ. Программисты ВИНТИ совершенствуют автоматическую, и эксперты используют автоматизированную ИТ-систему для определения тематики документов, тематической классификации и поиска аналогов НИОКР, проектов и идей в каталогах документов на основе семантических сетей, сочетающих преимущества **методов**: машинное обучение, автоматическая классификация документов, автоматические ссылки, семантический анализ, семантическое объединение и сопоставление, семантические графы, списки регуляторов языка, теории прототипов и описаний, управление знаниями, системы памяти, абстрактные интерпретации, тематическая индексация, алгоритмы извлечения контекстно-зависимой семантики, семантических контекстов и ассоциаций из текстов, деревья решений, метод опорных векторов, выравнивание онтологий, извлечение терминов, терминологии, ключевых слов и понятий из текстов, поиск связи понятий и объектов, выделение семантической и оценочной информации из текстов. Программисты ВИНТИ учитывают терминосистемы, тематический контекстный и когнитивный анализ предметных областей знаний, тематических научных и толковых комбинаторных словарей. При использовании автоматических и автоматизированных алгоритмов и программ для определения тематики документов на основе программ анализа больших данных программисты ВИНТИ и эксперты проводят тематический сетевой и когнитивный анализ сетей, анализ семантической иерархии и учитывают мнения экспертов.

Тематику статьи в **печатном журнале** эксперт определяет в соответствии с: 1) тематикой отделов научной информации по 16 направлениям; 2) указателями на библиографической карточке о тематическом профиле и полноте разметки журнала; 3) Рубрикатором ВИНТИ, 4) ГРНТИ; 5) УДК, классификаторами; 6) названием статьи; 7) тематикой и профилем журнала; 8) тематикой и содержанием раздела журнала, книги, материалов конференции; 9) ключевыми словами перед текстом статьи; 10) полноценностью документа как статьи; 11) содержанием реферата; 12) анализом списка литературы; 13) тематикой источников списка литературы; 14) особенностями библиографического оформления сведений о конференции, докладов конференции, интервью, рекламных материалов и новостей в научно-технических журналах. При определении тематики печатных документов эксперты ВИНТИ анализируют **ключевые слова** и сочетания терминов отраслей знаний в **шести** разделах научных журналов, книг и статей: 1) в названиях журналов; 2) в заголовках статей; 3) в списках ключевых

слов перед текстами статей; 4) в текстах статей; 5) в рефератах; 6) в списках литературы и названиях источников.

Тематику статьи в **электронном журнале** эксперт определяет в соответствии с: 1) тематикой отделов научной информации; 2) перечнем указателей тематики на библиографической карточке; 3) указателями тематики статей, проставленных сотрудниками отделов на предварительно распечатанном содержании электронного журнала; 4) Рубрикатором ВИНТИ, 5) ГРНТИ; 6) УДК, классификаторами; 7) потребностями отделов ВИНТИ. При определении тематики электронных документов эксперты анализируют ключевые слова и **сочетания терминов в четырех** частях документов: 1) в названиях журналов; 2) в заголовках статей; 3) в группе ключевых слов; 4) в рефератах.

Определение тематики документов с учетом когнитивно-семантических классификаций и факторов является частью систем анализа научной информации, отражающих эффективность сервис-ориентированной архитектуры для наукометрических систем, библиометрического анализа, принятия решений в НИИ, министерствах, учебных заведениях в РФ и других странах.

#### *Список литературы*

1. База данных ВИНТИ РАН URL: <http://www.viniti.ru/products/viniti-database> (дата обращения: 01.11.2020).

## **Performance analysis of a source-space low-density EEG-based motor imagery BCI**

*G.A. Soghoyan, gsogoyan98@gmail.com, HSE (Russia, Moscow)*

*N.M. Smetanin, n.m.smetanin@gmail.com, HSE (Russia, Moscow)*

*M.A. Lebedev, mikhail.a.lebedev@gmail.com, HSE (Russia, Moscow)*

*A.E. Ossadtchi, ossadtchi@gmail.com\*, HSE (Russia, Moscow)*

*\* the corresponding author*

**Keywords:** *BCI, motor imagery, source-space low-density EEG.*

Brain-computer interface is a developing interdisciplinary field of science and technology which is expanding the capabilities of human-computer interaction. Transformation of brain activity into the commands issued into the external environment results from a specific computational pipeline (Lebedev and Nicolescu 2017). The proposed blocks include a range of statistical approaches, machine learning techniques and digital signal processing methods. EEG-based motor BCIs

exploit desynchronization of sensorimotor rhythms in the two sets of frequency bands – alpha (7-13 Hz) and beta (13-30) (Salenius et al. 1997) as quantitative features. It has been also shown that is possible to use the inverse problem solution as an additional computational step that when performed correctly implicitly adds more information to the decoding process and improves the decoding accuracy (Edelman et al. 2019). This is because such a transition from the space of sensor signals to the space of neuronal sources allows us to partly counteract the volume conduction that smears the activity of individual sources into the EEG sensor timeseries. Here, we for the first time implement an inverse modeling-based motor BCI based on the low-density EEG and perform a detailed performance analysis of our solution to pinpoint the key aspects that influence it.

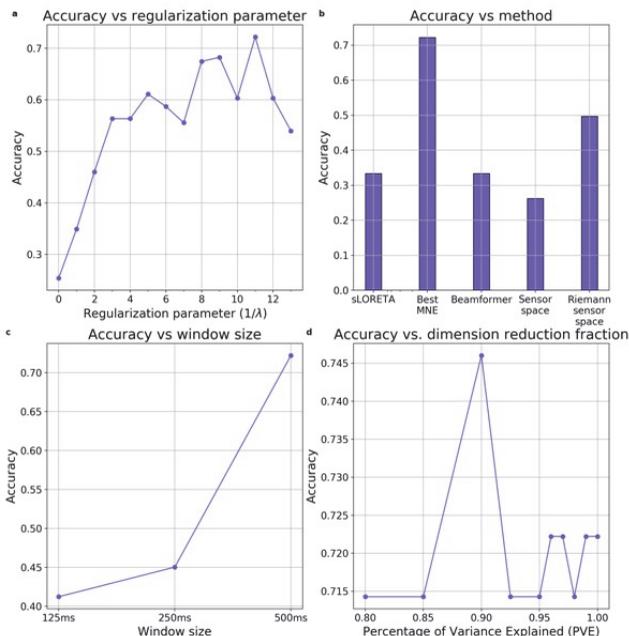
The 32 channel EEG data were recorded from a subject executing motor movement by four limbs: left leg, right leg, left hand, right hand. The data were then filtered in the 1-40 Hz range with eye-movement components rejected via ICA-based spatial filtering. Also, the dataset included an MRI scan of the participant's brain used to construct the EEG forward model. Recorded EEG data were split into 2-second-long overlapping segments with 0.2s step, so that each such segment referred to one motor state. The segments extracted from the first contiguous part of the recorded data was used for training and the rest was used for testing.

We calculated EEG forward model using the 3-shell overlapping spheres model for the source dipoles located in the nodes of the cortical mesh extracted from the individual MRI using the FreeSurfer software. Based on this forward model we produced three inverse operators: MNE, sLORETA, Linearly constrained minimum variance adaptive beamformer (LCMV). The MNE inverse operator was constructed for a grid of the regularization parameter values. Only source- space corresponding to the sensory-motor regions was used. The selected region of interest (ROI) comprised 20 zones picked up using Desikan-Killiany atlas. The resulting ROI appeared to have 6765 voxels. We then used a K-means clustering procedure applied to the topographies (columns of the forward model matrix) of all ROI sources. The number of clusters was determined automatically using the «elbow» approach with within-cluster sum of squares (WSS) metrics.

The final feature vector was created by computing mean band power values in alpha (8-12 Hz), beta (15-25 Hz), and theta (3-7Hz) ranges using the average time-series of 40 resultant clusters which resulted into 120 features per time unit. The final dataset contained 724 class -balanced samples that corresponds roughly to a 2-minute long record. We trained the SVM classifier with radial basis function kernels using the first 600 samples without shuffling. The SVM classifier significantly outperformed Decision Tree, Linear regression and Random forest classifiers as compared using a 4-fold cross-validation procedure over the first 600 training samples. The SVM hyperparameters were also picked as identified using this validation. Analysis of performance was done in several steps. Firstly, we have selected

MNE regularization parameter  $\lambda = 1/2000$  that yielded the best accuracy (Sokolova et al. 2006) of 0.73 on the balanced dataset with four classes, see Figure 1.a. Then we compared the accuracy achieved by the BCI based on the MNE inverse solver to the BCI using sLORETA and adaptive beamformer based inverse solutions. As evident from Figure 1.b the source-space MNE based BCI significantly outperformed the two other possible implementations whose performance was just slightly above chance. In the case of adaptive beamformer based inverse this observation can be due to the imprecision of the forward model which is vital for the beamformer approach.

Figure 1. BCI performance analysis



Nevertheless, all inverse solver-based approaches outperformed the traditional sensor space methodology, including that based on the use of Riemann geometry approaches (Congedo, M et al. 2017) and exploiting sensor-space covariance matrices  $s$  features. To implement this approach, we used simple MDM-based decision rule with a Riemann distance as a metric of the distance between covariance matrices. This approach yielded a significant increase in classification accuracy, around 0.5 accuracy in our 4-state BCI as compared to the traditional FBCSP sensor-based approach. These results are summarized in Fig. 1.b.

Next we explored the dependence of the classification accuracy on the length of time-window used for classification. As shown in Figure 1.c the best accuracy was achieved using the longest (> 500 ms) data window. One of the steps in our source-space MI BCI implementation is that of dimension reduction. In Fig. 1.d we explored the accuracy as a percentage of explained variance when attempting to reduce the feature space dimension. As our experiments demonstrated this step does not significantly affect the classification accuracy in our BCI.

The obtained results emphasize the benefits of inverse solver in the EEG and MEG based BCIs.

Given that the forward model accuracy is likely to affect the BCI performance we expect even greater benefits when dealing with MEG data. The Riemannian approach remains the best option of one does not want to explicitly inverse model the data.

### *References*

1. Chaudhary, U., Birbaumer, N., & Ramos-Murguialday, A. 2016. Brain-computer interfaces in the completely locked-in state and chronic stroke. In *Progress in brain research*. Elsevier. (Vol. 228, pp. 131-161).
2. Edelman, B.J., Meng, J., Suma, D., Zurn, C., Nagarajan, E., Baxter, B.S., & He, B. 2019 Noninvasive neuroimaging enhances continuous neural tracking for robotic device control. *Science robotics*, 4(31).
3. Lebedev, M.A., & Nicolelis, M.A. 2017. Brain-machine interfaces: From basic science to neuroprostheses and neurorehabilitation. *Physiological reviews*, 97(2), 767-837.
4. Salenius, S., Schnitzler, A., Salmelin, R., Jousmäki, V., & Hari, R. 1997. Modulation of human cortical rolandic rhythms during natural sensorimotor tasks. *Neuroimage*, 5(3), 221-228.
5. Congedo, M., Barachant, A., & Bhatia, R. 2017. Riemannian geometry for EEG-based brain-computer interfaces; a primer and a review. *Brain-Computer Interfaces*, 4(3), 155-174.
6. Sokolova, M., Japkowicz, N., & Szpakowicz, S. 2006, Beyond accuracy, F-score and ROC: a family of discriminant measures for performance evaluation. In *Australasian joint conference on artificial intelligence*. Springer 1015-1021.

## Перенос атрибутов и туннельный переход в когнитивной системе

*Е.Д. Казиминова*  
*Лаборатория Касперского, Москва, Россия*  
*Ekaterina.Kazimirova@kaspersky.com*

Ключевые слова: *когнитивная архитектура, образ, символ, мышление, креативность.*

Современные искусственные нейросети успешно решают широкий круг задач – распознавание образов, их кластеризацию, предсказание и поиск аномалий во временных рядах [1, 2]. Наряду с этим развиваются теоретические представления, авторы которых стремятся выявить основные закономерности устройства и работы интеллекта [3, 4]. К важным вопросам, которые предстоит решить на пути к пониманию мозга и интеллекта, относится вопрос о том, что такое мысль и как она организована и возникает в когнитивной системе. Первый шаг на пути к решению этого вопроса – разработка моделей, иллюстрирующих различные мыслительные акты. Разумеется, построение таких моделей должно предваряться некоторыми гипотетическими представлениями и начальными условиями.

В работе описывается такая попытка и обобщаются представления, изложенные в предыдущей работе автора [5].

Мы опираемся на представление о символично-образной когнитивной системе [3]. Она выбрана по следующим соображениям: понятия «символ» и «образ» отсылают к процессам мышления, что важно в контексте поставленной задачи исследования и моделирования мышления. Причем, в первую очередь, – к образному мышлению, то есть к разнообразным формам творчества или, иными словами, процессам генерации новой информации. Кроме того, они описывают процесс компрессии информации в когнитивной системе. В то же время эта архитектура предполагает и определенную топологию нейронов, каждый из которых несет определенную смысловую, информационную, нагрузку, что позволяет в дальнейшем искать параллели с живыми нейронными системами и мыслительными актами.

Наша цель – а) типологизировать комбинации элементов такой когнитивной системы и сопоставить им разные мыслительные акты, б) проанализировать возможные пути реконфигурации элементов когнитивной архитектуры такого типа – при этом мы исходим из предположения, что именно реконфигурация и игра в разные сочетания элементов уже репрезентированного знания в живой когнитивной системе и есть, по своей сути, мысль.

Оговоримся, что мы не исследуем некий тип искусственной нейросети, а строим модель, которую более удобно описывать как граф.

Начальные посылки: мы предполагаем, что один и тот же атрибут (например, красный цвет) кодируется в системе одним нейроном один раз; соответственно, нейронные ансамбли, кодирующие образы, обладающие общими атрибутами, будут через них связаны (рис. 1).

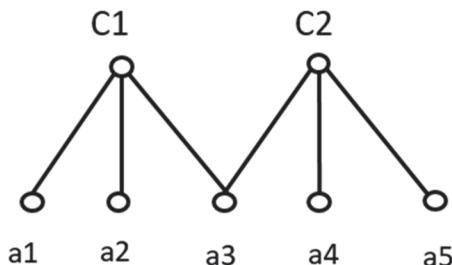


Рис. 1. Два нейронных ансамбля с общим атрибутом;  
C1 и C2 – символы образов; a1, a2, a3 – атрибуты символа 1;  
a3, a4, a5 – атрибуты символа 2

Заметим, что, в самом деле, записывать каждый раз атрибут «красный» с помощью нового нейрона – было бы слишком ресурсоемко.

Основные положения: 1. При определенных условиях в одном или более ансамблях, связанных общим атрибутом может возникать ситуация одновременной активации этих ансамблей. 2. При одновременной активации нескольких ансамблей веса в них перераспределяются и возможен перенос атрибутов от одного нейрона-символа к другому. Такой перенос атрибутов можно сопоставить с процессом генерации метафоры. 3. Возможно образование связей между семантически удаленными образами (вершинами графа, принадлежащими не связанному между собой ансамблям), этот процесс мы обозначаем как «подбарьерный переход» в когнитивной системе. 4. Мы вводим «коэффициент плавкости» когнитивной системы, отражающий ее способность к возникновению ассоциаций. 5. На основе представления о коэффициенте плавкости можно выделить три когнитивных стиля системы: аналитический, творческий и хаос (болезнь).

В качестве примеров разбираются: метафора «спор – это война» [6], где происходит перенос атрибутов «атака», «защита» от концепта «война» к концепту «спор», стихотворение О. Мандельштама «Московский дождик», которое иллюстрирует возникновение связей между семантически отдаленными понятиями (капля, виноград, муравейник, чайники). Проводятся

некоторые параллели между предлагаемой моделью и архитектурой головного мозга человека – например, постулируется, что нейроны-символы, играющие конституирующую роль, по сути должны быть важными элементами памяти; это косвенно подтверждается тем, что т.н. «нейроны бабушки» или гностические нейроны – верхнеуровневые нейроны-символы концептов – зачастую обнаруживаются именно в структурах, прямым образом связанных с памятью, а именно – в гиппокампе.

В качестве выводов предлагаются следующие утверждения: символично-образная когнитивная архитектура обладает потенциалом реконфигурации связей; перестройку связей в когнитивной системе можно уподобить процессу мышления; творческий потенциал такой системы – то есть ее способность к образованию неочевидных связей между семантически далекими образами – можно регулировать за счет «коэффициента плавкости» системы.

#### *Список литературы*

1. Shalyga D., Filonov P., Lavrentyev A. Anomaly Detection for Water Treatment System based on Neural Network with Automatic Architecture Optimization. ICML 2018, DISE1 Workshop, Stockholm, Sweden, 2018 <https://arxiv.org/abs/1807.07282> (дата обращения 30.06.2020).

2. Lavrentyev A.B. Using Neural Networks to Protect ICS from Cyber and Physical Attacks, презентация на конференции OpenTalks.AI (2018) <https://ict.moscow/static/a7922b85-1eec-5ace-8338-01a914a9fb0c.pdf> (дата обращения 30.06.2020).

3. Чернавская О.Д. Чернавский Д.С., Карп В.П., Никитин А.П. Роли понятий «образ» и «символ» в моделировании процесса мышления средствами нейрокомпьютинга // Известия вузов. ПНД. 2011. Т. 19, вып. 6. С. 5-20. DOI: <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2011-19-6-5-20>, <https://andjournal.sgu.ru/ru/articles/o-rol-i-ponyatiy-obraz-i-simvol-v-modelirovani-i-processa-myshleniya-sredstvami> (дата обращения 30.06.2020).

4. Анохин К.В. «Когнитом – гиперсетевая модель мозга», аннотация доклада и презентация в pdf <http://spkurdyumov.ru/networks/kognitom-gipersetevaya-model-mozga/> (дата обращения 30.06.2020).

5. Kazimirova E.D. Image Transformations in a Cognitive System. Tunnel transition and combining ensembles. // COGNITIVE 2018, The Tenth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications [https://www.researchgate.net/publication/323756612\\_Image\\_Transformations\\_in\\_a\\_Cognitive\\_System\\_Tunnel\\_transition\\_and\\_combining\\_ensembles](https://www.researchgate.net/publication/323756612_Image_Transformations_in_a_Cognitive_System_Tunnel_transition_and_combining_ensembles).

6. Лакофф Дж., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем, Москва, УРСС, 2004. – С. 26-27.

7. Roy A. An extension of the localist representation theory: grandmother cells are also widely used in the brain // *Frontiers in Psychology* 2013; 4: doi: 10.3389/fpsyg.2013.00300 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3662881/> (дата обращения 30.06.2020).

# The unity of different: complementarity of various cells in the neuronal assembly<sup>1</sup>

Yu.I. Alexandrov<sup>a,c,d</sup>, A.A. Sozinov<sup>a,b</sup>, M. Zubtsova<sup>b</sup>

<sup>a</sup> V.B. Shvyrkov Lab. Neural Bases of Mind, Institute of Psychology, RAS, Moscow, Russia

<sup>b</sup> State Academic University of Humanities, Moscow, Russia

<sup>c</sup> National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

<sup>d</sup> Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia  
yuraalexandrov@yandex.ru

Keywords: *learning, single neuron, rabbit, functional system, complementarity.*

Learning research has been long challenged by the issue of whether the cells in the neuronal assemblies that are formed during learning have similar morphological properties (Najafi et al., 2020). Whether a new functional component relies on a group of cells of similar or different types, is important for research on pharmacological interventions and neuronal bases of behavior in general. However, the results of experiments in this field depend on the definition of function.

When the function is considered as a computation or information coding, then the functional and physiological properties would be expected to correspond (e.g. Trainito et al., 2019; Zaitsev and Lewis, 2013). From the functional systems view (Anokhin, 1974), the function is achievement of a result by a system of divergent elements in brain and body, that conform their *different* degrees of freedom within a system. Developing this view, we propose that the functional neuronal assemblies consist of *various* (and *complementary* in the sense of mutual cooperation in achieving the adaptive result; see Aleksandrov and Aleksandrova, 2007; Alexandrov, 2015) cell types. Experiments with neuronal activity recording where animals consumed alcohol showed that a group of neurons of one specialization can be heterogeneous: only part of them change their task-related activity during alcohol intake (Alexandrov et al., 1993). Importantly, the data on the correspondence between functional properties of a neuron and its putative cell type is often based on electrophysiological measures (Pinto and Dan, 2015; Trainito et al., 2019; etc.). The goal of this study was to characterize the systems organization of behavior by assessing the correspondence between the specialization of neurons and their putative cell type.

Within the systems-evolutionary theory, developed in our laboratory (e.g., Shvyrkov, 1986) on the basis of the functional systems theory, neurons are spe-

---

<sup>1</sup> The study had been supported by the State assignment of Ministry of Science and Higher Education of Russia (#0159-2020-0001, Institute of Psychology, RAS).

cialized in relation to a new system of behavioral act during learning. Accordingly, we analyzed the activity of rabbits' cingulate cortex neurons during the performance of new forms of behavior and classified the neurons in accordance with their specialization (see Sozinov et al. in this volume; Alexandrov et al., 2018 for more details). We defined their putative cell types by clustering (hierarchical and K-means) the neurons using their average firing rate, two measures of spike width, and depth inside the cortex. The neuronal activity was recorded during performance of a cyclic instrumental food-acquisition behavior: pressing a pedal on two alternated sides of a chamber. A neuron was considered specialized with respect to the system of a behavioral act if the probability of its activation was 100 % (a neuron has activation every time the act is performed, or is termed «unidentified»). The specializations were grouped with respect to the following acts: turning from a feeder (or feeders), approaching a pedal (or pedals), pressing and leaving the pedal(s), approaching the feeder(s).

The analysis involved a sample of 113 neurons that had no missing values of the electrophysiological measures. No correspondence between the specializations and clusters have been revealed (chi-squared;  $p > 0,35$ ). Moreover, each of two clusters, mainly defined by spike width (in agreement with literature above) contained all of the specializations as well as unidentified neurons. Pairwise comparisons of the electrophysiological measures between clusters and specializations (corrected) have also not revealed significant differences (Mann-Whitney U,  $p > 0,1$ ). If any, feeder-approaching neurons were found in deeper layers of posterior cingulate cortex, than the neurons specialized in relation to a preceding act of leaving the pedal (Kruskal-Wallis  $H = 10,21$ ;  $p = 0,016$ ), but the corresponding pair-wise differences are not significant.

Thus, at this sample of neurons with two spike-width-based clusters, no relationship was found between the specialization of neurons and their putative cell-type. The results obtained are consistent with the assumption of heterogeneity of a group of neurons specialized in the same acts of behavior. We consider the functional assembly of neurons to be derived from complementarity of their divergent properties.

### *References*

1. Najafi F., Elsayed G.F., Cao R., Pnevmatikakis E., Latham P.E., Cunningham J.P., Churchland A.K. 2020. Excitatory and inhibitory subnetworks are equally selective during decision-making and emerge simultaneously during learning. *Neuron*, 105(1), 165-179.
2. Trainito C., von Nicolai C., Miller E.K., Siegel M. 2019. Extracellular spike waveform dissociates four functionally distinct cell classes in primate cortex. *Current Biology*, 29(18), 2973-2982.
3. Zaitsev A.V., Lewis D.A. 2013. Functional properties and short-term dynamics of unidirectional and reciprocal synaptic connections between layer 2/3 pyramidal cells

and fast-spiking interneurons in juvenile rat prefrontal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 38(7), 2988-2998.

4. Anokhin P.K. 1974. *Biology and Neurophysiology of the Conditioned Reflex and Its Role in Adaptive Behavior*. Pergamon Press.

5. Alexandrov, Y.I., Alexandrova, N.L. 2007. Subjective experience and culture: Structure and dynamics. *Social Sciences. A Quarterly Journal of the Russian Academy of Sciences*, 38, 109–124.

6. Alexandrov Y.I., Gorkin A.G., Sozinov A.A., Svarnik O.E., Kuzina E.A., Gavrilov V.V. 2015. Consolidation and reconsolidation of memory: A psychophysiological analysis. *Voprosy Psikhologii*, 3, 133–144.

7. Alexandrov Y.I., Grinchenko Y.V., Shevchenko D.G., Averkin R.G., Matz V.N., Laukka S., Sams M. 2013. The Effect of Ethanol on the Neuronal Subserving of Behavior in the Hippocampus. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 03(01), 107–130. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2013.31011>.

8. Pinto L., Dan Y. 2015. Cell-Type-Specific Activity in Prefrontal Cortex during Goal-Directed Behavior. *Neuron*, 87(2), 437–450. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.06.021>.

9. Shvyrkov V.B. 1986. Behavioral specialization of neurons and the system-selection hypothesis of learning. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities* (pp. 599–611). North-Holland: Elsevier.

10. Alexandrov Y.I., Sozinov A.A., Svarnik O.E., Gorkin A.G., Kuzina E.A., Gavrilov V.V. 2018. Neuronal bases of systemic organization of behavior. In *Advances in Neurobiology* (Vol. 21, p. 1–33). Springer New York LLC. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94593-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94593-4_1).

## **Роль серотонина и дофамина в эффектах интенсивной локомоции на поведение прудовика в ситуации выбора<sup>1</sup>**

*М.И. Межеричкий, Д.Д. Воронцов, В.Е. Дьяконова  
ИБР РАН, Москва, Россия  
dyakonova.varvara@gmail.com*

Ключевые слова: *интенсивная локомоция, ситуация выбора, серотонин, дофамин.*

В настоящей работе нами были исследованы эффекты интенсивной локомоции на поведение в новой среде и их нейрохимическая основа у моллюска *Lymnaea stagnalis*. Особое внимание уделено серотонинергическим и дофаминергическим механизмам, обеспечивающим данные эффекты.

---

<sup>1</sup> RFBR grant 19-04-00628.

За последнее десятилетие появилось большое количество данных, свидетельствующих о положительных эффектах двигательной активности таких как бег, плавание или силовые нагрузки на когнитивную и эмоционально-мотивационную сферу млекопитающих. Только недавно начали публиковаться работы, показывающие присутствие похожих эффектов двигательной активности у беспозвоночных. Так было продемонстрировано, что предварительная двигательная нагрузка увеличивает общую локомоторную активность и облегчает совершение выбора («принятие решения») у улитки *Lymnaea stagnalis* (Korshunova et al. 2016; Dyakonova et al. 2019). Однако нейрохимический базис данных эффектов до недавнего времени оставался неисследованным.

Предпосылкой для изучения эффектов серотонинергической системы на данной модели стали результаты, показавшие, что предварительная интенсивная локомоция сопровождается повышением синтеза серотонина и активности серотонинергических нейронов моллюсков (Kabotyanski et al., 1992; Aonuma et al. 2020). Также многократно показано участие серотонина в модуляции локомоторной активности и когнитивных функций как у позвоночных (Viala et al. 1974; Švob et al. 2016), так и у беспозвоночных животных (Nikitin et al. 2018; Pavlova et al. 2019). Таким образом, мы задались вопросом о роли серотонина в эффектах интенсивной локомоции на поведение прудовика в условиях выбора и неопределенности.

Для исследования поведения улитки под действием фармакологических препаратов использовались ранее описанные экспериментальные условия, где животное помещалось на сухую стеклянную арену в градиенте освещения, что вынуждало его сделать выбор направления, в котором будет совершено последующее движение. Поведение прудовика на сухой поверхности характеризуется двумя последовательными фазами. В первой фазе прудовик совершает вращательные движения, выбирая направление, в котором будет совершаться последующее движение – вторая фаза. Оценка поведения производилась по четырем параметрам: а) время от посадки до начала движения б) повороты в первой фазе движения до принятия решения в) скорость движения в выбранном направлении г) время достижения границы арены.

Результатом действия серотонина (0,1 мМ) и его метаболитического предшественника 5-гидрокситриптофана (0,1 мМ) оказалось уменьшение времени от посадки на арену до начала движения, увеличение скорости передвижения и снижение времени достижения границы арены. Однако активация серотониновой системы не повлияла на количество поворотов до принятия решения. Другими словами, серотонин повысил общую моторную активность, не затронув когнитивной составляющей поведения. Анта-

гонист серотониновых рецепторов второго типа кетанзерин (0,1 мМ) вызвал общее угнетение поведения на арене, проявившееся в задержке активности, снижении как скорости перемещения, так и определенности выбора.

Стало ясно, что снижение количества поворотов перед принятием решения, вероятно, опосредуется другими сигнальными молекулами. Уже имелись основания считать главным претендентом на эту роль дофамин, так как на изолированной нервной системе прудовика было показано его активное участие в нейрофизиологических эффектах интенсивной локомоции. Так дофаминергический нейрон RpeD1 оказался деполяризован после интенсивной локомоции (Султанахметов Г. 2018), дофамин тормозил серотонинергические нейроны, а антагонист дофаминовых рецепторов сульпирид деполяризовал серотонинергические нейроны через два часа после интенсивной локомоции (Dyakonova et al. 2019).

Действительно, после введения дофамина (0,1 мМ) прудовики показали достоверно меньшее количество совершенных поворотов в первой фазе поведения перед движением в выбранном направлении. При этом дофамин не оказал значимого влияния на другие параметры поведения. Сходное влияние на длительность ориентировочной фазы вызвал метаболический предшественник дофамина, L-DOPA (0,1 мМ). Эти результаты согласовались с предположением о том, дофамин облегчает совершение выбора.

Таким образом, серотонин вовлечен в общее ускорение поведения в новых условиях, тогда как дофамин может отвечать за облегчение принятия решения, выражающееся в уменьшении поворотов перед выбором направления движения. Полученные результаты говорят в пользу того, что как серотонин, так и дофамин по отдельности воспроизводят лишь часть эффектов интенсивной локомоции, тогда как их скоординированная совместная работа опосредует описанное поведение прудовика после физической нагрузки в ситуации выбора.

#### *Список литературы*

1. Султанахметов Г.С. 2018. Электрическая активность нейронов моллюска при изменении поведения. Магистерская диссертация.
2. Aonuma H., Mezheritskiy M., Boldyshev B., Totani Y., Vorontsov D., Zakharov I., Ito E and Varvara Dyakonova V (2020). The Role of Serotonin in the Influence of Intense Locomotion on the Behavior Under Uncertainty in the Mollusk *Lymnaea stagnalis*. *Front. Physiol.*, 17 March 2020 | <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00221>.
3. Dyakonova, T.L., Sultanakhmetov, G.S., Mezheritskiy, M.I., Sakharov, D.A., and Dyakonova, V.E. (2019). Storage and erasure of behavioural experiences at the single neuron level. *Sci Rep.* 9:14733. doi: 10.1038/s41598-019-51331-5
4. Kabotyanski, E.A., Milosevich, I., and Sakharov, D.A. (1990). Neuronal correlates of 5-hydroxytryptophan-induced sustained swimming in *Aplysia fasciata*. *Comp. Biochem. Physiol.* 95, 39–44.

5. Korshunova, T.A., Vorontsov, D.D., and Dyakonova, V.E. (2016). Previous motor activity affects transition from uncertainty to decision-making in snails. *J. Exp. Biol.* 219, 3635–3641.

6. Pavlova, G.A. (2019). The similarity of crawling mechanisms in aquatic and terrestrial gastropods. *J. Comp. Physiol. A* 205, 1–11. doi: 10.1007/s00359-018-1294-9.

7. Viala D, Buser P. Effects of a decarboxylase inhibitor on the Dopa and 5-HTP induced changes in the locomotor-like discharge pattern of rabbit hind limb nerves. *Psychopharmacologia.* 1974;40(3):225-233. doi:10.1007/BF00429416.

8. Švob Štrac D, Pivac N, Mück-Šeler D. The serotonergic system and cognitive function. *Transl Neurosci.* 2016;7(1):35-49. Published 2016 May 9. doi:10.1515/tnsci-2016-0007.

9. Nikitin, V.P., Solntseva, S.V., Kozyrev, S.A, Nikitin, P.V., and Shevelkin, A.V. (2018). NMDA or 5-HT receptor antagonists impair memory reconsolidation and induce various types of amnesia. *Behav. Brain Res.* 345,72–82. doi: 10.1016/j.bbr.2018.02.036.

## **Взаимосвязь кардиорезервов студентов-иностранцев с психологическим комфортом в новых социально-климатических условиях**

*А.Б. Кирьянов<sup>1</sup>, Л.В. Соколова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) Федеральный университет  
им. М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБНУ «ИВФ РАО», г. Москва, Россия  
kiryanovf@mail.ru*

Ключевые слова: *тревожность, качество жизни, иностранцы, адаптация.*

**Актуальность.** В последние годы нарастает интерес к оценке качества жизни (КЖ) человека и состояния его здоровья. Все чаще в литературе употребляется термин «качество жизни, связанное со здоровьем», для чего используются десятки опросников, созданных для оценки состояния здоровых людей и больных онкологическими, ревматоидными и многими другими заболеваниями (Л.В. Сизова, 2003). С другой стороны исследования взаимосвязи КЖ и состояния организма в процессе адаптации к новым социальным и климатическим условиям достаточно редки. Следует отметить, что исследователи часто используют лишь отдельные показатели или функциональные системы, такие как сердечно-сосудистая или дыхательная система (Л.А. Мелькова, 2005, Л.А. Товмасын, П.Л. Севрюкова, 2019: 406-408), либо процесс адаптации не к климату, а к процессу обучения в другой стране (В.В. Самаров, 2014). Поэтому, комплексный подход к оценке психического комфорта и резервов организма, как местного, так и пришлого

населения, является важным этапом изучения особенностей жизни в северных широтах. С целью безнагрузочной оценки функционального состояния организма используется система интегрального мониторинга «Симона-111», которая рассчитывает три интегральных показателя, используемых для определения резервов обследуемого (А.А. Антонов, 2013).

**Цель исследования.** Выявление взаимосвязей интегральных параметров сердечно-сосудистой системы студентов-иностранцев с психологическим комфортом в период адаптации к новым социально-климатическим условиям.

**Материал и методы.** На базе института медико-биологических исследований и кафедры биологии человека и биотехнических систем Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова было проведено пилотное исследование с участием 24 студентов обоих полов из двух разных географических регионов – Юго-Восточная Азия (Индия, Япония) и европейский север России (г. Архангельск). Контрольную группу составили юноши и девушки – студенты САФУ. Возраст участников исследования составил 20–25 лет. Обследование проводилось с соблюдением требований Хельсинской декларации. Оценка КЖ проводилась с помощью опросника WHOQOL-100; уровня реактивной (РТ) и личностной (ЛТ) тревожности – с применением теста Спилбергера. Обследование сердечно-сосудистой системы проводилось с использованием аппаратно-программного комплекса «Симона-111» по методике А.А. Антонова. Анализировались показатели сердечно-сосудистой системы: интегральный баланс (ИБ), кардиальный резерв (КР), адаптационный резерв (АР) (А.А. Антонов, 2013). Обработка результатов производилась с помощью программного обеспечения SPSS, для статистического анализа использовался критерий У Манна-Уитни, поиск корреляций проводился по методу Спирмана, критерий значимости  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и выводы исследования.** Анализ восприятия КЖ обследуемых студентов выявил значимо более высокие показатели в группе иностранцев ( $p \leq 0,05$ ), что также подтверждается наличием прямой корреляции между родным регионом проживания и КЖ ( $p \leq 0,05$ ) по Спирману. Выявленные нами показатели реактивной тревожности значимо ниже в группе местных студентов по сравнению с иностранцами ( $p \leq 0,05$ ). Корреляционный анализ выявил отрицательные связи между РТ и показателями сердечно-сосудистой системы: АР, ИБ, КР, ( $p \leq 0,05$ ). Таким образом, по результатам пилотного тестирования выявлено, что в первые месяцы проживания в новых климатических условиях Севера студенты-иностранцы воспринимают свое качество жизни выше, чем местные, в то же время у них отмечается повышенный уровень реактивной тревожности. Параметры кардиорезервов в группе иностранцев свидетельствуют о повышенном

напряжении сердечно-сосудистой системы на остром этапе адаптации: зарегистрированные показатели в данной группе находятся ниже значений нормы, тогда как у местной группы – в пределах нормы и выше. Выявленные взаимосвязи исследуемых показателей могут свидетельствовать о снижении сердечно-сосудистых ресурсов организма при повышении реактивной тревожности студентов-иностранцев. Ввиду наличия значимых корреляций между параметрами психического комфорта и показателями резервов сердечно-сосудистой системы на малой выборке, целесообразным выглядит расширение исследуемых групп и повторное обследование предыдущих участников для сравнения параметров в динамике.

#### *Список литературы*

1. Сизова Л.В. Оценка качества жизни в современной медицине // Научно-практическая ревматология. 2003. № 2.
2. Мелькова Л.А. Динамика кровообращения у жителей Африки на начальном этапе адаптации при обучении в северном вузе: автореф. дис. канд. биол. наук. Архангельск, 2005. 18 с.
3. Товмасын Л.А., Севрюкова П.Л. Характеристика функций кардиореспираторной системы у российских и иностранных студентов, обучающихся в вузах субрегионов Северо-Западного Прикаспия / Материалы международной научной конференции «Биосфера и человек». 2019. С. 406–408.
4. Самаров В.В. Особенности адаптации учащихся подготовительного отделения из стран юго-восточной Азии и Африки к процессу обучения в высшей школе: диссертация ... кандидата биологических наук. Астрахань, 2014. 144 с.
5. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов // Поликлиника. 2013. № 1. С. 37–41.

## **Роль когнитивных технологий в повышение адаптационных возможностей человека в современном мире**

*В.К. Сарьян<sup>1</sup>, Е.В. Саломатина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГУП «Научно-исследовательский институт радио», Москва, РФ*

*<sup>2</sup>ГБОУ ВО «Приднестровский государственный университет»,*

*Тирасполь, Приднестровье*

*sarian@niir.ru*

*Ключевые слова: индивидуализированная услуга по управлению спасением людей – абонентов, парадигма «ненулевого риска ЧС», управление в реальном масштабе времени.*

Кажется, что только сейчас, впервые в новейшей истории в условиях пандемии COVID-19 человечество осознало глобальную свою уязвимость от ЧС и заставило обратить серьезное внимание государственных деятелей всех стран на необходимость предварительной междисциплинарной подготовки к развитию событий при ЧС глобального масштаба и необходимости прислушиваться к разработкам ученых. Еще один урок из COVID19 – необходимость обеспечить во время ЧС тотальное управление в реальном масштабе времени поведением каждого человека в зоне ЧС для уменьшения риска человеческих потерь.

Но пандемия коронавируса покажется незначительным событием по сравнению, не дай БОГ, с мощным землетрясением в современном мегаполисе с числом жителей не менее 20 миллионов людей или взрыва на одной из АЭС. А если эти ЧС совпадут по времени?

В то же время ученые на всех возможных площадках какой уже год твердят, что уровень риска возможных человеческих и материальных потерь в любой стране в ближайшем будущем достигнет недопустимо больших значений и может внести серьезные коррективы в экономическое развитие. Вызвано это тем обстоятельством, что человек почти полностью утратил адаптационные возможности при взаимодействии с окружающей средой.

Повысить адаптационные возможности современного человека можно с помощью использования конвергенции инфокоммуникационных технологий и результатов научных исследований в разных предметных областях. Решает эту задачу российская разработка – индивидуализированная услуга по управлению спасением людей – абонентов (в дальнейшем – абонент) сетей массового обслуживания, которую они могут получить на свой терминал в любое время и в любом месте при возникновении любого вида ЧС природного и техногенного происхождения. ИУСА (Sarian V., Nazarenko A. 2019, Назаренко и др. 2019: 39–54) является примером успешного такого

междисциплинарного взаимодействия ученых ФГУП НИИР, ГЕОХИ РАН, ИФЗ РАН, ИПУ РАН и др. Для реализации этой услуги сегодня имеются все технологические и экспертные системы.

Концепция ИУСА в том, чтобы фиксировать текущее состояние (параметры) непосредственно окружающей данного абонента среды (на основе этих данных встроенная экспертная система определяет один из возможных и рассмотренных экспертами тип ЧС), строить сценарий прогнозирования территориального и временного развития ЧС в данном объекте от момента начала до начала катастрофической фазы. На ее основе и на основе фиксации текущего положения на объекте по навигатору и текущего состояния здоровья абонента по системе e-health и его статуса на объекте (резидент или нерезидент) формируется на экране терминала индивидуализированное управляющее сообщение по его действиям в данный момент (например, для резидента выключить какой-нибудь агрегат, чтобы не возникла сопутствующая возникшему ЧС ( $ЧС_1$ ) сопутствующие  $ЧС_2, \dots, ЧС_n$  и указывается индивидуальный маршрут самоэвакуации из данного места до зоны безопасности на этом объекте или вблизи его с учетом времени до начала катастрофической фазы. ИУСА является комплексной услугой, которую технологически должны обеспечивать системы ИКТ, навигационного обеспечения, картографии, разработок МЧС, умной окружающей среды, достижений биогеохимии, геофизики, систем управления и др.

Поэтому сегодня ИУСА может быть организована только на объектах и в будущих умных городах, что тоже имеет громадное значение, так как до 75 % населения Земли по прогнозам ООН к 2040 году будут жить в мегаполисах. Для этого, например, достаточно даже технологий 4G и 5G.

Но, учитывая планы перспективного развития до 2030 года всех составляющих эту услугу технологий, мы вправе ставить задачу как реализуемую о возможности предоставления в любом месте и в любое время массовому потребителю (пользователю) глобальной услуги по индивидуализированному управлению спасением людей при возникновении ЧС техногенного и природного происхождения, то есть трансформации ИУСА из объектовой в региональную и глобальную, то есть распространить на всю среду обитания человека.

Эти исследования и разработки (рис. 1) образуют объектные, региональные и глобальные мониторинговые и экспертные системы для различных типов чрезвычайных ситуаций. Более того, что хотя это число рассматриваемых ЧС должно быть ограничено, сюда могут быть включены даже чрезвычайные ситуации с малой долей вероятности возникновения.

Однако повышая адаптивные способности человека, предоставляя ему ИУСА, мы заметили, что эффективность исполнения этих указаний зависит от когнитивных способностей человека, кому представляется эта услуга.

Это наше наблюдение подтвердило сообщение Обозного А.А. и Бессоновой Ю.В. сделанное на предыдущей 8-ой конференции, в котором говорилось о важности формирования личной культуры безопасности у людей попавших в ЧС и чтобы ее повысить необходимо учесть все национальные и профессиональные особенности отношения человека к безопасности, сформировать «на индивидуальном уровне осознанного активно-упреждающего отношении, основанного на инициативном прогнозировании возможных угроз безопасности, осуществлении упреждающих действий по предотвращению чрезвычайных событий» [Обознов А,А. и др. 2018: 778–780] и тем самым достичь еще большей эффективности при его спасении.



Рис. 1. Блок-схема формирования индивидуальной экспертной системы

Поэтому мы предполагаем, что если к ИУСА (рис.1) будет подключена и, назовем ее, когнитивная для выделенных типов ЧС экспертная система, то это будет способствовать формированию более эффективного управления самозащитой людей в ближайшую безопасную для данного вида (видов) ЧС зону. Такая конвергенция ИУСА и когнитивных технологий требует координированных совместных усилий ученых и специалистов стран и может служить площадкой и целью для создания межгосударственной и междисциплинарной коллаборации. Немаловажно также, что эти решения имеет российский приоритет и может быть статьей экспорта.

### *Список литературы*

1. Sarian V., Nazarenko A. 2019. Mass service of individualized control for the population rescue in the event of all kinds of emergency situation, ITU Regional Workshop on Network 2030 jointly with ITU Forum on Future Applications and Services. Perspective 2030, Saint Petersburg, Russia, 21–23 May 2019. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/201905/Pages/programme.aspx>, свободный (дата обращения: 17.05.2020).
2. Назаренко А.П., Сарьян В.К., Ермаков В.В., Любушин А.А., Мещеряков Р.В. 2019. Междисциплинарные исследования и международное сотрудничество в период с 2014 по 2019 г. по формированию массовой услуги по индивидуализированному управлению спасением людей при возникновении ЧС природного и техногенного происхождения // Труды НИИР 1, 39-54.
3. Обознов А.А., Бессонова Ю.В. 2018. Профессиональный менталитет и культура безопасности// Восьмая международная конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов. Ответственные редакторы: Крылов А.К., Соловьев В.Д. Издательство: Институт психологии РАН 778-780.

## **Восприятие женщинами текстов с депрессивным содержанием**

*Н.Е. Лысенко<sup>1</sup>, Д.М. Давыдов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «НМИЦПН им. В.П. Сербского» Минздрава РФ, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>НИИ Общей патологии и патофизиологии РАН, Москва, Россия  
nllisenko@yandex.ru*

*Ключевые слова: моделирование стрессогенных ситуаций, психотизм, кардиоваскулярная реактивность.*

Моделирование стрессогенных ситуаций, в которых человек сталкивается с необходимостью оценить происходящее и выработать адекватную стратегию поведения, является перспективной задачей судебной психологии. Предполагается, что сочетание некоторых индивидуально-психологических особенностей (например, социально-ориентированных, как психотизм) с содержательными особенностями конфликтной стрессогенной ситуации может нарушать способность к правильному пониманию и правильной оценки содержания такой ситуации, тем самым, препятствуя эффективной (адаптивной или резильентой) регуляции поведения. Подтверждение данной гипотезы было целью настоящего исследования. В данном исследовании стрессогенная ситуация создавалась текстом с эмоционально-насыщенным содержанием, где агрессивно-насильственное действие, совершаемое героем, является единственно возможным решением моральной дилеммы.

**Методика.** Исследование носило разведочный характер, и было направлено на уточнение механизмов принятия решения в стрессогенной ситуации у женщин с разным психотипом. В исследовании участвовало 30 женщин со средним возрастом (станд. откл.) 25,42 (3,28) лет. Все обследуемые были психически здоровы, не судимы, имели среднее или высшее образование.

На начальном этапе обследуемые заполняли психологические опросники Айзенка, Бека, Торонтскую шкалу и шкалу личностной тревожности Спилбергера. Затем каждой участнице предъявлялись тексты, стандартизированные по эмоциональному содержанию. Все тексты, перед использованием в качестве стимульного материала, проходили предварительную экспертную оценку и были поделены на преимущественно депрессивные, агрессивные и тревожные. Так в одном из текстов было описано совершение главным героем убийства своей сестры ради спасения страны (Маклин 2001). По результатам экспертной оценки данный текст получил наиболее высокий балл по депрессивной составляющей, умеренно высокий балл по агрессивной составляющей и низкий балл по тревожной составляющей содержания (Лысенко, Давыдов 2011). До и после процедуры прослушивания каждого из текстов производилось измерение сердечного ритма (СР) в покое, а также при инспираторной и экспираторной пробах Вальсальва. Оценивалась динамика изменения вегетативных показателей, происходящая за период прослушивания каждого текста. В заключительной части исследования обследуемые должны были оценить по 100-балльной шкале, насколько им был понятен содержание каждого прослушанного текста (шкала «непонятный – понятный»).

**Результаты.** Было установлено, что у женщин с низким психотизмом среднее значение по шкале «непонятный – понятный» для депрессивного текста было достоверно выше, чем у женщин с высоким психотизмом ( $F = 11,57$   $p = 0,00$ ; среднее значение [ст.откл.] в группе женщин с низким психотизмом составило 94,71 [5,98] баллов; среднее значение [ст. откл.] в группе женщин с высоким психотизмом составило 66,44 [29,93] баллов). Данные по шкале «непонятный - понятный» обнаруживали отрицательную корреляцию с показателями динамики СР при инспираторной пробе Вальсальва ( $r = -0,38$   $p = 0,04$ ).

Между группами женщин с высоким и низким психотизмом было также обнаружено достоверное различие в СР при инспираторной пробе Вальсальва ( $F = 4,50$   $p = 0,04$ ; среднее значение [ст. откл.] в группе женщин с низким психотизмом составило 0,86 [9,04]; среднее значение [ст. откл.] в группе женщин с высоким психотизмом составило 7,25 [7,48]). При проведении исследования с прослушиванием других текстов, аналогичных результатов не было выявлено. Не отмечено различий в показателях оценки информативности текста по шкале «непонятный – понятный» в зависимости от выраженности других индивидуально-психологических особенностей испытуемых. Полученные результаты не зависели также от дня цикла обследуемых женщин.

**Выводы.** Таким образом, при прослушивании текста, описывающего убийство сестры главного героя, содержание которого имело высокий балл по уровню депрессии, у женщин с высоким уровнем психотизма отмечалось замедление СР, как реакции на инспираторную пробу Вальсальва и одновременно нарушение понимания содержания текста. В предыдущих исследованиях было показано, что в стрессовой ситуации происходит изменение реактивности сердечно-сосудистой системы, фиксируемое пробой Вальсальва, в том числе связанное с барорефлексом (Looga 2005), а также, что во время систолической фазы снижается уровень осознания входящих стимулов (Al et al. 2020). Результаты исследования позволяют предположить, что содержание текста являлось значимым для женщин с высоким уровнем психотизма. Вероятно, что в символически (семантически) похожей реальной ситуации, на фоне испытываемого ими стресса, женщины с высоким психотизмом будут хуже понимать (воспринимать) детали такой ситуации. Происходит ли это вследствие отвлечения внимания от ситуации, как защитного механизма (Davydov 2017) или из-за психофизиологической ‘bottom-up’ регуляции центральных механизмов восприятия и переработки информации со стороны сердечно-сосудистой системы (Davydov in press), покажут будущие исследования. Замедление сердечного ритма на пробу Вальсальва в рассматриваемых условиях может быть обусловлено как компенсаторным механизмом, направленным на увеличение ресурсов понимания (осознания) стрессогенной ситуации, так и причинным механизмом, способствующим отвлечению внимания на внутренние процессы.

Результаты исследования можно применить к судебно-психиатрической экспертизе. Предположительно, у женщин с высоким психотизмом, обладающих пониженной способностью к эмпатическому взаимодействию с собеседником, в быстро развивающихся стрессогенных ситуациях, трактуемых ими как символическое «уничтожение», будет снижаться осознание таких ситуаций. Вследствие этого их способность к адекватной интеллектуальной и волевой регуляции своего поведения будет нарушаться.

#### *Список литературы*

1. Маклин Ч. 2001. Страж. М.: Независимая газета.
2. Лысенко Н.Е., Давыдов Д.М. 2011. Оценка текстовых описаний сцен насилия в зависимости от психотизма и половых различий // Психологический журнал Т.32 N3, 114-127.
3. Davydov D.M. 2017. Alexithymia as a health risk and resilience factor. Journal of Psychosomatic Research 101, 66–67.
4. Davydov D. M. (in press). Linking the heart and pain: physiological and psychophysiological mechanisms. In V.R. Preedy (Ed.) - The Neuroscience of Pain: Features and Assessments of Pain, Anesthesia, and Analgesia, Chapter II. The syndromes of pain. London, Academic Press – Elsevier.

5. Looga R. 2005. The Valsalva manoeuvre – cardiovascular effects and performance technique: a critical review // *Resp. Physiol. Neurobiol* 147, 39.

6. Al E., Iliopoulou F., Forschacka N. et al. 2020. Heart–brain interactions shape somatosensory perception and evoked potentials // *Proceedings of the National Academy of Sciences Apr* 2020, 201915629; DOI: 10.1073/pnas.1915629117.

## Усиление конфликтности мнений в социуме социальными сетями интернета: модельное исследование<sup>1</sup>

*А.К. Крылов*

*Институт психологии РАН, Москва, Россия*

*neuru@mail.ru*

Ключевые слова: *конфликтность мнений, социальные сети, Интернет.*

Активное использование социальных интернет-сетей (ВКонтакте, Facebook, Youtube) увеличивает влияние информации, получаемой из соцсетей, по сравнению с информацией, получаемой из других источников (живое общение, книги, телевидение). Содержание получаемой из соцсети информации зависит от поведения человека и «алгоритма ранжирования» постов и видео: пометка «лайк» пользователем приводит к тому, что ему далее будет более вероятно предлагаться информация от того же автора и информация, которая была положительно оценена теми людьми, которые тоже поставили «лайк» на эту – происходит канализация подачи информации. Это означает, что человек, положительно оценивший некоторую информацию, с большей вероятностью будет получать информацию с аналогичным содержанием, и не будет получать противоположную информацию по этой теме. Такой алгоритм работы соцсети может способствовать усугублению мнения человека, снижая шансы на изменение мнения. Для проверки этой гипотезы была использована модель формирования мнений и изменения связей в соцсети, аналогичная модели Дюркгейма (Mas et al., 2010):

$$\Delta Opi_n = a * \left( \frac{\sum_{k=1}^N W_{n,k} * Opi_k}{\sum_{k=1, k \neq n}^N W_{n,k}} - Opi_n \right), \quad (1)$$

$$\Delta W_{n,k} = w * \left( e^{\frac{|Opi_n - Opi_k|}{0.1}} - W_{n,k} \right). \quad (2)$$

Здесь  $Opi$  – мнение человека по данной теме (от 0 – «против», до 1 – «за»). Рассматривался социум из 100 человек ( $N=100$ ). Формула (1) означает, что мнение человека постепенно приближается к мнению тех, с кем он связан в

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-29-22045).

соцсети, и скорость изменения мнения определяется параметром  $a$  ( $a = 0.1$ ). Связи определяют, чью информацию человек получает ( $W_{nk}$ ). Изменение этих связей реализуется алгоритмом соцсети на основе поведения пользователя. В модели Дюркгейма предполагается, что человек более позитивно оценивает информацию, которая ближе к его мнению (2). Начальное распределение мнений случайное (рис. 1А). Расчет модели проводился усреднением по 50 итерациям, в каждой по 100 тактов обмена мнениями. Модель Дюркгейма показывает, что для любых значений  $a$  и  $w$  социум усредняет свои стартовые расхождения во мнениях, приходя к единому среднему консенсусу (рис. 1Б). В такой модели учитывается абсолютная близость мнений (2) – например, кто «немного за» ( $op_i = 0.6$ ) больше усилит связь с тем, кто «немного против» ( $op_k = 0.4$ ; разница 0.2), чем с тем, кто четко «за» ( $op_k = 1$ ; разница 0.4), что представляется неправдоподобным.

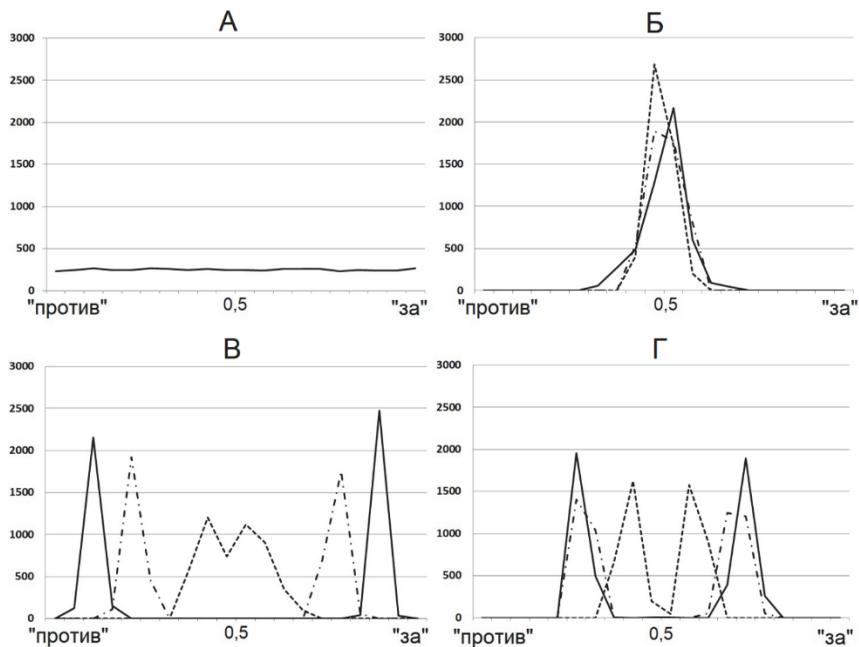


Рис. 1. Гистограммы мнений. По вертикали – количество человек, имеющих данную позицию. А: стартовое распределение. Б: результат по модели Дюркгейма. В: результат по стратегии 2. Г: результат по стратегии 3. Сплошная линия:  $w = 0.9$ , штрихпунктирная:  $w = 0.5$ , пунктирная:  $w = 0.1$ . Видно, что с ростом  $w$  увеличивается поляризация мнений

Рассмотрим иное поведение (стратегия 2) – имея определенную интенцию «за» ( $ori_n > 0.5$ ) или «против» ( $ori_n < 0.5$ ) человек предпочитает ставить «лайки» на информацию усиливающую его позицию ( $ori_k > ori_n$  или  $ori_k < ori_n$  соответственно) (3) и ослаблять связь с теми, кто не усиливает его мнение ( $ori_k < ori_n$  или  $ori_k > ori_n$  соответственно) (4):

$$\Delta W_{n,k} = w * (1 - W_{n,k}), \quad (3)$$

$$\Delta W_{n,k} = w * (0 - W_{n,k}), \quad (4)$$

В этом случае происходит поляризация мнений (рис. 1В) и она тем сильнее выражена, чем больше параметр  $w$ , который отражает влияние алгоритма соцсети.

Можно рассмотреть и более мягкую стратегию 3: имея определенную интенцию «за» ( $ori_n > 0.5$ ) или «против» ( $ori_n < 0.5$ ) человек предпочитает ставить «лайки» на информацию которая находится в этом же русле ( $ori_k > 0.5$  или  $ori_k < 0.5$  соответственно) (3) и снижает связь с источниками противоположных взглядов (4). В этом случае также происходит разделение социума на два лагеря, но менее сильное (рис. 1Г).

Полученные результаты показывают, что алгоритмы соцсетей могут усиливать поляризацию мнений в обществе, поскольку жестко ( $w \gg 0.1$ ) канализируют получаемую человеком информацию на основе его текущего мнения. Такая поляризация будет рассмотрена в контексте онтогенетического формирования оппозиции «свой-чужой» и конфликтного поведения (Sozinova et al., 2017; Созинова и др., 2018).

#### *Список литературы*

1. Mas M., Flache A., Helbing D. 2010. Individualization as Driving Force of Clustering Phenomena in Humans. PLoS Comput Biol 6(10), e1000959.
2. Созинова И.М., Пескова П.А., Александров Ю.И. 2018. Решение моральных дилемм «свой» – «чужой» детьми при отсутствии видимого внешнего контроля. Вопросы психологии. №2, 53-64.
3. Sozinova I.M., Sozinov A.A., Laukka S.J., Alexandrov Yu.I. 2017. The prerequisites of prosocial behavior in human ontogeny. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, V. 5, № 1, 57-63.

# Зеркальные нейроны в интерпретации действий и намерений<sup>1</sup>

Ю.В. Бушов<sup>1</sup>, В.Л. Ушаков<sup>3,4,5</sup>, М.В. Светлик<sup>1</sup>,

С.И. Карташов<sup>2</sup>, В.А. Орлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>НИЦ Курчатовский институт, Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт перспективных исследований мозга МГУ

им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>4</sup>НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

<sup>5</sup>ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева

Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

E.mail: bushov@bio.tsu.ru

**Ключевые слова:** *зеркальные нейроны, мю-ритм, корковые взаимодействия, наблюдение и репродукция ритма.*

Изучение функций зеркальных нейронов является актуальной научно-практической проблемой, имеющей важное значение для понимания социального поведения человека. Согласно популярной в настоящее время гипотезе (Skoyles, 2000), зеркальные нейроны могут служить нейрональной основой для интерпретации действий, подражательного обучения и имитации поведения других людей. По мнению исследователей (Schippers, 2010), это достигается путем копирования мозгом наблюдателя действий другого человека посредством актуализации соответствующих двигательных программ. Однако неясно, почему зеркальные нейроны активируются не только при наблюдении, но и при выполнении и мысленном воспроизведении одного и того же действия.

Целью настоящего исследования явилось изучение активности зеркальных нейронов у человека при наблюдении и репродукции ритма. В качестве модели когнитивной деятельности испытуемым предлагали деятельность, связанную с наблюдением и репродукцией пятисекундного ритма путем нажатия на клавишу компьютера. В исследовании участвовали добровольцы, практически здоровые мужчины (31) и женщины (34), студенты в возрасте от 18 до 23 лет. Перед выполнением когнитивной деятельности и в процессе ее выполнения регистрировали ЭЭГ в лобных, центральных, височных, теменных и затылочных отведениях по системе 10-20 %. При обработке ЭЭГ-данных подсчитывали максимальные значения кросскорреляционных функций и оценки спектральной мощности на коротких (1,5 с),

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00758 и гранта Министерства науки и высшего образования РФ (грант № 075-015-2020-801).

лишенных артефактов, отрезках записи ЭЭГ за 3 с («Фон») и 1,5 с («Подготовка действия») до нажатия на клавишу компьютера и сразу после указанного события («Выполнение действия»). В части опытов при наблюдении и репродукции ритма исследовали активность мозга методом фМРТ.

Проведенные исследования показали, что наблюдение и репродукция ритма сопровождаются депрессией мю-ритма на отдельных частотах и, чаще всего, усилением корковых связей на частоте мю-ритма между центральными и другими зонами коры. Характер этих изменений зависит от частоты мю-ритма, вида и этапа выполняемой деятельности, пола и латеральной организации мозга. В частности, в серии «Наблюдение за репродукцией ритма» на этапе «Выполнение действия» по сравнению с фоном у мужчин наблюдается статистически значимое снижение спектральной мощности ЭЭГ в отведении С3 на частоте 9 Гц на 10.1 % ( $p < 0.005$ ), а на частоте 10 Гц на 9.4 % ( $p < 0.05$ ). В то же время на этапе «Подготовка» по сравнению с фоном статистически значимые изменения спектральной мощности ЭЭГ на частотах мю-ритма отсутствовали. У женщин при репродукции пятисекундного ритма правой рукой на этапе «Выполнение действия» по сравнению с фоном наблюдается статистически значимое ( $p < 0.01$ ) повышение спектральной мощности ЭЭГ в отведении С4 на частоте 8 Гц, а на частоте 9 Гц в том же отведении – снижение на 10.8 % ( $p < 0.02$ ). Вероятно, обнаруженное на отдельных частотах снижение спектральной мощности мю-ритма на этапах «Подготовка» и «Выполнение действия» отражает активацию «двигательных» зеркальных нейронов (Риццоллатти, Синегалья, 2012). Отчетливая зависимость корковых взаимодействий от вида и этапа выполняемой деятельности проявилась, в частности, у женщин при репродукции ритма левой рукой. На этапе «Подготовка» у них наблюдается статистически значимое ( $p = 0.01 \div 0.02$ ) по сравнению с фоном усиление уровней корковых связей между центральными и височными, центральными и затылочными отведениями ЭЭГ. Так, если в фоне коэффициент корреляции между отведениями С3 и Т5 у них составляет  $r = 0.634$ , то на этапе «Подготовка» он статистически значимо ( $p = 0.02$ ) возрастает до  $r = 0.649$ . Если в фоне коэффициент корреляции между отведениями С3 и О1 составляет  $r = 0.598$ , то на этапе «Подготовка» он статистически значимо ( $p = 0.01$ ) возрастает до  $r = 0.617$ .

Сравнение результатов фМРТ-сканирования мозга при наблюдении за рукой оператора, который воспроизводит пятисекундный ритм, с просмотром видеоролика с изображением неподвижной руки оператора позволило обнаружить у мужчин и женщин активацию не только областей мозга, где расположены двигательные зеркальные нейроны (Риццоллатти, Синегалья, 2012), но и других зон коры и, в частности, надкраевой извилины, справа и слева, угловой извилины, справа и слева, латеральной затылочной коры, справа и слева, ви-

сочной площадки, справа, фронтального полюса, справа и слева, а также базальных ганглиев и некоторых зон мозжечка, которые считаются местом хранения двигательных программ. Вероятно, указанные структуры образуют функциональную систему, которая обеспечивает интерпретацию действий и намерений других людей. Сравнение результатов фМРТ-сканирования мозга при репродукции пятисекундного ритма с состоянием покоя позволило обнаружить у мужчин и женщин частично активацию тех же областей коры, что и при наблюдении за репродукцией ритма, а также предклинья, затылочного полюса и некоторых других зон коры. Однако при репродукции ритма активность этих областей мозга выражена значительно сильнее. Так, если у мужчин при репродукции ритма в области латеральной затылочной коры, справа и слева, число активированных вокселей составляет соответственно 878 и 1007 вокселей, то при наблюдении за репродукцией ритма - соответственно 28 и 60 вокселей. Гендерные различия проявились, в частности, в том, что у женщин области мозга, участвующие в обеспечении предлагаемой деятельности, активируются сильнее, чем у мужчин. Так, если число активированных вокселей в области правой прецентральной извилины у мужчин составляет 179 вокселей, то у женщин – 509 вокселей.

Обнаруженное в наших исследованиях участие одних и тех же мозговых структур в обеспечении деятельности, связанной с наблюдением и репродукцией ритма, подтверждает гипотезу (Schippers, 2010) о том, что понимание действий и намерений достигается путем копирования мозгом наблюдателя действий другого человека посредством актуализации соответствующих двигательных программ.

Проведенные исследования и некоторые литературные данные (Kosonogov, 2012) убеждают в том, что сами по себе зеркальные нейроны не обеспечивают интерпретацию действий и намерений, хотя и участвуют в этих процессах. Вероятно, эти нейроны обеспечивают взаимодействие между префронтальной, сенсорными и двигательными зонами коры, а также местами хранения в мозге двигательных программ. Результатом взаимодействия этих структур и является понимание действий и намерений других людей.

#### *Список литературы*

1. Skoyles J. R. 2000. Gesture Language Origins and Right Handedness. *Psychology*. 11, 24 -29.
2. Schippers M. B., Roebroeck A., Renken R., Nanetti L., Keysers C. 2010. Mapping the information flow from one brain to another during gestural communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107 (20), 9388-9393.
3. Риццолатти Д., Синигалья К. 2012. Зеркала в мозге: О механизмах совместного действия и сопереживания. М.: Языки славянских культур.
4. Kosonogov V. 2012. Why the mirror neurons cannot support action understanding. *Neurophysiology*. 44 (6), 499-502.

## **Игровые технологии в работе над зрительными агнозиями у пациентов с ОНМК**

*Л.В. Козуб<sup>1</sup>, Д.М. Туйсина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Областная клиническая больница, г. Оренбург, Россия*

*<sup>2</sup>Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия  
logoped76@mail.ru; Tuysinad@yandex.ru*

*Ключевые слова: зрительный, гнозис, инсульт, нейроинфекция, предметная агнозия, симультанный гнозис, буквенный гнозис, цветовой гнозис, оптико-пространственный.*

В данной статье обобщены исследования в области логопедии, нейропсихологии, медицины и дизайна. Посвященные изучению высших гностических функций коры головного мозга; аномалии их функционирования, а также новаторских педагогических и дизайнерских технологий восстановления утраченных возможностей у пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК). С представлением клинических случаев.

Научная новизна заключается в разработки и реализации на практике системной игровой технологии для восстановления утраченной функции.

При поражении затылочных отделов головного мозга, произошедших вследствие инсультов, ЧМТ, нейроинфекций при сохранном первичном зрении, могут возникать зрительные агнозии.

*Зрительные агнозии – нарушение зрительного узнавания объектов при достаточно остром зрении.*

Работа зрительного гнозиса обеспечивается вторичными отделами зрительного анализатора и их взаимосвязями с теменными структурами. Отвечают вторичные поля зрительной системы (18-е и 19-е) и прилегающих к ним третичных полей коры больших полушарий. Расположенные как на наружной конвексимальной, так и на внутренней медиальной поверхностях больших полушарий.

Поражение зрительного восприятия может встречаться нескольких видов:

*агнозия предметная – пациент не узнает предмет, либо нарушено его целостное восприятие. Может также различаться по степени выраженности от абсолютного неузнавания до минимальных дефектов восприятия.*

При поражении затылочной доли левого полушария пациент в большей или меньшей степени вычленяет отдельные детали предмета, не объединяя их в целое. Не может одним словом назвать предложенный объект. Но называет его схожими предметами, осуществляет поиск образа. Например, картинка «дом»:

– «Это треугольник, квадрат и т.д.» – указывая на крышу, основу здания, трубу.

При поражении затылочной доли правого полушария пациент перечисляет значимые характеристики объекта:

– «Жить в нем можно, теплый, низкий», также не соотносит языковую единицу с обозначаемым объектом (не называет его).

Прозонагнозии – не узнавание лиц. Пациент внимательно всматривается в лица людей, при этом не видит знакомое лицо; эмоционально не реагирует на родного человека. Он воспринимает лицо как предмет, не вычленяя основных черт. Сличение знакомых образов не происходит, значимые для узнавания якоря не активизируются.

Клинический пример: пациентка Екатерина М. 68 лет не реагирует на родную внучку. Екатерина следит за проходящими в палату людьми безучастно. Ей все равно, входит в палату медсестра, другие посетители или родные люди. Безэмоционально и спокойно переводит взгляд от внучки к окну, вошедшей медсестре. Но когда слышит знакомые голоса эмоционально реагирует, встревожена, всматривается в проходящих. Беспомощно ловит взглядом движущиеся объекты.

Следующий возможный вид при затылочном поражении головного мозга цветовая агнозия – которая в зависимости от тяжести очага поражения может быть:

– полное неузнавание цветов до возможности различать только основные цвета: «красный, желтый, синий», и не различать дополнительные, и тем более оттенки.

Клинический пример: Валентина Т. 64 лет. Ишемический инсульт в левой задней мозговой артерии. При работе с цветными картинками называет «помидор». Характеризует его как овощ, красного цвета. В случае же с картинкой «морковь» (без контуров изображение) отмечает, что на картинке ничего нет, или это пятно неясной формы. Желтый лимон опознается, пациентка дает верную характеристику объекту.

Пациентка не может назвать цвет пижамы медицинской сестры.

В данном случае мы видим нарушение цветового гнозиса.

В практике также встречается симультанная агнозия – особенности данного нарушения в том, что пациент видит предложенное сюжетное изображение как картинку с разбросанными объектами, которые он не объединяет в сюжет.

Клинический пример: Владимир П. 46 лет. Ишемический инсульт в правой задней мозговой артерии. Синдром поражения теменно-затылочных отделов справа. На занятии ему была предложена картинка с сюжетом «Украшение новогодней елки».

С помощью наводящих вопросов Владимир называет отдельные объекты: елка, девочка, игрушка... ноги... стол...кошка... На вопрос «Что

главное на этой картинке? Как озаглавить сюжет? Какое событие происходит?» – так и не находит ответа. Но продолжает перечислять мелкие мало-важные детали.

Нарушение симультанного гнозиса часто характерно для правополушарных больных. Его суть в том, что пациент не может воспринять сразу весь образ в целом, его глаза «цепляются» за части целого изображения. Зрительное восприятие как бы «зацикливается» на деталях, возвращаясь к ним снова и снова.

Примером целостности могут служить пазлы, нам не всегда нужны некоторые детали, чтобы узнать большое полотно, назвать его, и повествовать о сюжетной линии.

При поражении затылочных долей также может возникнуть оптико-пространственная агнозия – нарушение восприятия себя в пространстве. Нарушаются топографические ориентировки, теряется ощущение пространства, расположение в нем объектов; их удаленность в соотношении. Агнозия обусловлена асинхронностью всех репрезентативных систем, дающих целостную, понятную картину окружающего, и главное, выделение себя в месте и времени.

Клинический пример: Иван Е. 56 лет. После того как встает с кровати уверенно двигается на поиски туалетной комнаты, в реальности бесцельно бродит по коридору, заходит в чужие палаты. Может занять чужую койку, пользоваться чужой тумбочкой. Неоднократно медперсонал находил его на другом этаже.

Особенности данной патологии в том, что пациент не вычленяет себя как стабильную единицу в предложенном пространстве, и не закрепляет знаковые объекты как знакомые для опоры в поиске нужной ему территории. В комплексе, также невозможность понимания и сложно запоминания «право-лево», «верх-низ». И другие характерные для данного восприятия показатели.

Таким образом, при поражении затылочных отделов мы наблюдаем четкий диссонанс психологической деятельности, и как следствие не полноценного восприятия картины окружающего мира, что порождает и непродуктивную деятельность индивида.

Для эффективного коррекционного процесса в преодолении агнозий необходимо учитывать конкретный период возникшей патологии, многозадачность реабилитации, а также создания оптимальных психолого-педагогических условий восстановления утраченной функции с опорой на сохранные звенья и обходные пути.

Все это может быть успешно реализовано в разработанных нами игровых технологиях с учетом возрастных особенностей и коррекционных задач. Игровой процесс позволяет пациенту быть вовлеченным в представ-

ленную ситуацию с помощью коммуникации с игровыми элементами. Анализируя существующие игровые технологии, направленные на этапы реабилитации пациентов, стоит отметить, что дидактических материалов для пациентов со зрительными агнозиями мало представлено на существующем рынке.

Игротерапия как средство реабилитации изучается специалистами разных областей, однако стоит отметить, что многие из них приходят к общему мнению, что в процессе игры происходит формирование социальной установки с помощью коммуникативной функции игровых технологий. Познавательный процесс в ходе общения пациента с логопедом и игровыми элементами направлен на формирование зрительных навыков. При этом актуальность темы обусловлена тем, что вопросы социализации пациента после больницы лежит не только на плечах специалистов, но и родных и близких.

Таким образом, главной проектной задачей стояло разработать наглядный дидактический комплекс игр, направленный на корректировку зрительных функций пациента. В ходе данного исследования затрагивается лишь одна грань глобальной проблемы корректировки нарушенных зрительных функций пациента – агнозия предметная.

В рамках работы над этим проектом была разработана концепция игровых элементов. Представленная игра включает в себя ряд карточек с прорезанными силуэтами предметов, которые собираются в единую конструкцию по смысловой нагрузке. Динамика игрового сценария направлена на концентрацию зрительных функций и узнавание силуэта представленного предмета. Если рассматривать категории подобных игр, то стоит отметить, что игровой процесс расположен в допустимых рамках зрительного восприятия человеком. Игротерапевтические и коррекционные функции позволяют использовать теорию игры для формирования процесса реабилитации. Игра в данной ситуации используется для возможности передачи самой простой информации пациенту в игровой манере. При этом сценарий игры позволяет варьировать уровень и степень сложности коммуникации между пациентом и логопедом с помощью включения дополнительных карточек. Состав игровых карточек включает простые знакомые образы предметов для преодоления дефицита эмоционального общения.

Сложность эскизирования графической части определяется рядом факторов:

- при нарушении зрительных функций наблюдается быстрая утомляемость восприятия, что влияет на способ графического оформления;
- необходимо учитывать однозначное прочтение силуэтного решения представленного предмета;
- цветовое соотношение фона и предмета продиктовано тональными парами.

В процессе эскизирования были предложены несколько вариантов оформления игровой карты: от flat-дизайна до тонального решения предмета в графике. Однако в процессе оценки эффективности графического оформления было принято решение остановиться на решении предметов в силуэте. Силуэтное решение в итоге исполняется с помощью сквозной прорези по силуэту предмета. Внутренняя падающая тень внутри карточки позволяет воспринимать и ощущать предмет с видимым объемом. Другое преимущество подобного решения силуэтов предметов – это возможность тактильно воспринимать силуэт трогая края вырезанного предмета на карточке. Пример поиска графического оформления и эргономически удобного размера карточки представлена на рис. 1.



Рис. 1. Поиск графической концепции оформления карточки (прорезь или выпуклая форма) и соотношение с антропометрическими показателями (эргономические характеристики). Методическая разработка концепции нейропсихолог Козуб Л.В. Выполнила студентка Николаева Диана под руководством доцента кафедры дизайна ОГУ Туйсиной Д.М.

Представленная концепция графического оформления (рис. 2) базируется на пропорциональных соотношениях масс: каждый последующий элемент на карточке меньше предыдущего изображения. Однако в данной концепции на этой стадии не рассматривались цветовые соотношения карточек между собой. Цветовое и тональное решение графической подачи ак-

тивно влияет на визуальное восприятие представленной информации, поэтому на основе данной концепции будут предложены разные варианты цвета (тона) игровых карточек.



Рис. 2. Концепция графического оформления игровых элементов на основе силуэтных прорезей. Методическая разработка концепции нейропсихолог Козуб Л.В. Выполнила студентка Николаева Диана под руководством доцента кафедры дизайна ОГУ Туйсиной Д.М.

Данный способ подачи графического оформления позволяет рассматривать сомасштабность предметов между собой и выявлять смысловую связь между предметами на карточках. Так как основная задача игровых технологий состояла в том, чтобы выработать узнавание силуэтов предметов, внимание и точность восприятия пациентом предложенных образов, то важным фактором, на наш взгляд, считаем возможность поэтапного ознакомления с графической информацией. А также вариативность позволит обогатить дидактический материал новыми ситуативными решениями. В предложенной концепции предлагаем следующий состав игровых карточек:

1. Чайник, чашка, ложка
2. Кастрюля, тарелка, половник
3. Яблоко, груша, вишня
4. Куртка, кофта, футболка
5. Дом, окно, ключ

## 6. Ванна, шампунь, зубная щетка и паста

Каждый состав карточек связаны по смысловой и графической частями, а также для усложнения степени игрового процесса входят дополнительные карты: 1. Сахарница 2. Сковородка 3. Банан 4. Шапка 5. Дверь 6. Бритва. В процессе игры пациент может увидеть результат своих действий, когда соберет карточки по выбранной тематике. При этом возможно усложнить игровой процесс дополнительными картами, тем самым усложняется смысловая цепочка предметов. Используя активный опыт взаимодействия с игровыми элементами пациент проецирует его на реальные объекты обихода. В дальнейшем – обороты карточек можно использовать как дополнительное задание с названием (шрифтовое сопровождение). Данный момент находится на этапе проектной разработки. Возможно стоит включить чек-лист, на котором будут фиксироваться результаты игры, тем самым позволяя специалистам наблюдать изменения по итогам игры. Подобная методика позволит оценить уровень коммуникации игровых технологий.

Игровые технологии обеспечивают условия для психологического восприятия визуальной информации.

На основании этапов работы над игровым процессом, стоит отметить, что принципы дизайн-проектирования игровых технологий сводятся к следующему:

1. Игровые технологии предлагают пациенту коммуникацию с абстрактными игровыми элементами, которые в реальности имеют прототипы (нарисованные силуэты бытовых предметов), что позволяет в дальнейшем развивать графическую часть по мере усложнения степени игры.

2. Игра несет в себе функцию познавательного компонента, что накладывает на графическое составляющее особые рамки для восприятия пациентом – явное узнавание силуэта предмета. Цветовое и тональное решение графики должно быть максимально контрастным для визуального восприятия.

3. Совместная коммуникация логопеда с пациентом позволяет регламентировать уровень сложности применения игровых карт.

4. Взаимосвязь игровой деятельности с мыслительным процессом и визуальным восприятием позволяют использовать развивающие и познавательные функции игровых элементов в коррекционных задачах.

В данном контексте игровые технологии рассматриваем не только как способ передачи информации, но и возможность активизировать интерес и держать концентрацию внимания пациента на поставленной задаче.

Разработанные игровые элементы мы апробировали для выявления принципов реализации игровых моментов и поиск возможных новых решений.

Для тестирования нашей методики мы провели исследования на базе неврологического отделения. Избрав группу пациентов с поражением задней мозговой артерии и с предметной агнозией в анамнезе. Так, методика была применена к 25 пациентам, занятия проводились по 15 минут каждый день в течении 15 дней. Игровая методика дополняла основную структуру занятия.

**Заключение.** В заключение мы пришли к выводам, что игровая технология сочетает в себе метод визуализации, тактильной составляющей, различных цветовых решений. Именно сочетание этих аспектов, способствовало тому, что у 10 пациентов предметная агнозия разрешилась полностью. У 4 человек отмечилось восстановление зрительного узнавания определенной группы предложенных предметов. У 5 пациентов выявлена динамика в различении, и только название карточек набора каждой категории, но не могут собрать комплект. У 2 пациентов восстановилось узнавание на 40% картинок одной группы. 4 пациента научились объединять картинки по одному цвету группы и называть 2 картинки по обведению пальцем контура изображения.

Таким образом, мы отмечаем эффективность применения данной игровой технологии в работе над зрительными предметными агнозиями.

Целью дальнейшей работы в этом направлении считаем расширение игрового комплекса, и внедрение в коррекционный процесс. А также создание комплексов для работы по преодолению и других видов агнозий.

#### *Список литературы*

1. Визель Т.Г. Основы нейропсихологии: учеб. для студентов вузов / Т.Г. Визель. М.: АСТАстрель Транзиткнига, 2005. - 384,(16) с. - Высшая школа.
2. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во Московского университета, 1973.
3. Нейропсихологический анализ индивидуальных особенностей переработки лексической информации / Т.В. Ахутина, Е.В. Каширская // Вопросы психологии. 2000. № 3. С. 93-101.
4. HARVEY, P.D. Neuropsychological Differential Diagnosis 2002 - American Journal of Psychiatry In-text: (HARVEY, 2002) Your Bibliography: HARVEY, P., 2002. Neuropsychological Differential Diagnosis. American Journal of Psychiatry, 159(3). P. 501-502.

# **Использование квантовых технологий в организации банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях перехода к цифровой экономике<sup>1</sup>**

*Н.Н. Корсунова*

*Ростовский государственный экономический университет(РИНХ),  
г.Ростов-на-Дону, Россия  
nadegdacorsunova2@gmail.com*

Ключевые слова: *банк, корпоративные клиенты, квантовые технологии, квантовый компьютер.*

Исследование квантовых технологий находит свое отражение в работах отечественных и зарубежных авторов [Актаева А.У., Илипбаева Л.Б., 2014], [Прескилл Дж., 2008], [Нильсен М., Чанг И., 2006], [Шемякина М.А., 2019].

Преимущества использования квантовых технологий в организации банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях перехода к цифровой экономике заключается в повышении мощности банковских вычислительных систем, защите информации, мгновенной передаче необходимой информации, возможности быстрой работы с большими массивами данных.

По нашему мнению, основой развития квантовых технологий может стать модернизация квантовых компьютеров. Применение банками квантовых компьютеров сможет обеспечить высокое качество и удобство банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях цифровой экономики.

«Квантовые компьютеры и симуляторы – это вычислительные системы, использующие для решения задач квантовые явления» [5, с. 5].

Разработка квантового компьютера может обойтись в 23,7 млрд. руб. Более половины этих денежных средств (13,3 млрд. руб.) будут внебюджетными, инвестиции ожидается привлечь со стороны десятков ведущих отечественных компаний, среди которых Сбербанк и «Сбербанк-Технологии», Газпромбанк, «Газпромнефть», СИБУР[6].

Автором предлагается технология по совершенствованию квантового компьютера на фотонах на основе алгоритма Шора для организации работы коммерческих банков РФ в области организации банковского обслужива-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-310-90036 «Трансформация банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях перехода к цифровой экономике».

ния корпоративных клиентов. Алгоритм Шора позволяет разложить составное число на простые множители. Данный процесс называется факторизацией. Алгоритм Шора позволит обеспечить поиск периода и его факторизацию. Алгоритм Шора позволяет получить экспоненциальное ускорение по сравнению с классическим компьютером. Предлагается определить границы квантовых вычислений с использованием алгоритма Гровера для вращения текущего вектора квантового компьютера по направлению к целевому состоянию.

Код коррекции ошибок Шора основан на трехкубитном коде и способен исправлять инверсию битов, инверсию знака или то и другое одновременно. Платформа ProjectQ с открытым исходным кодом будет служить для квантовых вычислений, которая реализует алгоритм Шора при помощи схемы, предложенной С. Борегаром, в которой используются  $2n + 3$  кубитов. [7, с. 234].

Квантовый компьютер будет содержать красный лазер, линейный поляризатор, 2 светоделительных кубика, 2 обычных металлических зеркала, 2 полуволновые пластины красного цвета, интерферометр Маха-Цендера. Следует обратить внимание, что красный лазер излучает фотоны длиной 650 нм. Линейный поляризатор пропускает интерферометр фотоны с нужной поляризацией. Светоделительные кубики должны быть неполяризационные. Зеркала должны быть полностью металлические без стеклянного покрытия. Стеклянное покрытие является дополнительной поверхностью. Результатом измерения будет служить вид интерференционной картины, полученной на экране при выходе лучей из интерферометра. Для одного фотона до момента его измерения мы имеем суперпозицию двух состояний фотон в левом и в правом плечах интерферометра. На обоих путях стоят зеркала, отражающие фотон на второй кубик. В верхний выход попадает левый фотон, прошедший второй кубик насквозь и правый фотон, отразившийся от него. Фотоны, поляризованные вдоль ортогональной оси, тоже проходят, но замедляются кристаллом. Вертикальная составляющая луча проходит без изменений, а горизонтальный домножается на -1. Происходит отражение направления поляризации относительно оптической оси полуволновой пластины. Предлагается построить математическую модель квантового компьютера на фотонах, которая позволит оперировать квантовыми данными и квантовыми алгоритмами с использованием информационной системы «кубит». Предлагается изучить построение квантовых алгоритмов. Рассмотреть модель фотонов и применить модель Ф.М. Канарева, на основе которой фотон состоит из шести петель, соединенных по круговому контуру и удерживающиеся в едином образовании замкнутыми друг с другом магнитными полями. В качестве языка программирования будет вы-

ступать QCL. В данном случае квантовая система будет служить «оракулом», который отвечает на вопросы, заданные в формате, подходящем для вычислений кубитов.

#### *Список литературы*

1. Актаева А.У., Илипбаева Л.Б. Инновационные технологии в системе информационной безопасности: квантовые технологии // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2014. №10. С. 320-326.
2. Прескилл Дж. Квантовая информация и квантовые вычисления. М.: РХД, 2008.
3. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация: Пер. с англ. М: Мир, 2006 г. 824 с, ил.
4. Шемякина М.А. Использование квантовых технологий в информационной безопасности // Modern Science. 2019. № 11-4. С. 281-284.
5. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «квантовые технологии». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rvc.ru/upload/doc/selection\\_road\\_quant.pdf](https://www.rvc.ru/upload/doc/selection_road_quant.pdf) (дата обращения 01.10.2020).
6. На пороге квантового будущего. Как квантовые технологии могут изменить будущий облик всего мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4292000>(дата обращения 01.10.2020).
7. Силва В. Разработка с использованием квантовых компьютеров. СПб.: Питер, 2020. 352 с.: ил.

## Вегетативная и гормональная реактивность мальчиков-подростков при выполнении информационной нагрузки

*О.Н. Адамовская, И.В. Ермакова  
ФГБНУ «ИВФ РАО», Москва, Россия  
krysyuk-19@yandex.ru*

Ключевые слова: *подростки, информационная нагрузка, вариабельность сердечного ритма, кортизол.*

**Резюме.** Межсистемное взаимодействие вегетативной нервной и эндокринной систем определяет тип адаптивного реагирования организма на факторы окружающей среды. Изучали вегетативную и гормональную реактивность на информационную нагрузку у мальчиков-подростков. Оценка изменений осуществлялась по динамике показателей вариабельности сердечного ритма и уровню кортизола. Выявлено два типа реактивности с определением приоритета того или иного отдела вегетативной нервной системы (ВНС) и динамики гормона.

Вегетативная нервная и эндокринная системы выполняют интегративную роль по обеспечению процесса адаптации (Берестнева и др. 2013:3). Эти системы связаны между собой на уровне гипоталамуса. Индикаторами активности вегетативной нервной системы является вариабельность сердечного ритма, а гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси – уровень кортизола (Aimie-Salleh et al. 2019, Rotenberg and McGrath 2016). Несмотря на широкое признание согласованной реактивности ВНС и ГГНС, мало работ посвящено изучению такого межсистемного взаимодействия у детей и подростков при когнитивной деятельности.

**Цель исследования:** изучить специфику вегетативной и гормональной реактивности на информационную нагрузку у мальчиков-подростков.

**Организация и методы исследования:** в экспериментальном исследовании принимали участие мальчики-подростки ( $n = 37$ ) в возрасте 14-15 лет.

С целью анализа вариабельности сердечного ритма (СР) проводилась регистрация ЭКГ во II стандартном отведении с помощью прибора Поли-Спектр-12 (Иваново, 2002). Уровень кортизола определяли иммуноферментным методом на анализаторе «Stat Fax 2100» (США), используя стандартные наборы фирмы «DRG International, Inc» и выражали в нг/мл.

В качестве информационной нагрузки (ИН) использовали компьютеризированный вариант корректурной буквенной пробы – таблицы В.Я. Анфилова, применяемой для оценки умственной работоспособности и внимания (Агеева и др. 2018:31301-1).

Запись ЭКГ осуществлялись в положении исследуемого сидя в покое (фон) и во время выполнения 5-минутного тестового задания (нагрузка). Слюну собирали в пластиковые пробирки до и после теста.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета «SPSS 23».

**Результаты исследования.** Индивидуальный анализ изменений показателей LF/HF и концентрации кортизола (Корт) во время выполнения ИН (LF/HF2) и после теста (Корт2) относительно их значений в покое (LF/HF1 и Корт1) позволил выделить два типа реактивности вегетативной нервной и эндокринной систем.

Первый тип реакции – ВНС-специфическая реактивность (59,5 % подростков) – характеризуется смещением симпато-парасимпатического баланса в сторону усиления симпатических влияний на СР ( $\Delta\text{LF}/\text{HF}$  (%) =  $29,28 \pm 15,23$ ), при отсутствии изменения концентрации кортизола после ИН. В исходном состоянии у подростков I типа реакции по сравнению со II типом реакции отмечены более высокие значения показателя HF% ( $36,63 \pm 3,25$  против  $27,71 \pm 2,96$ ,  $p < 0,05$ ), указывающие на высокую активность парасимпатического отдела ВНС. Данный тип реактивности свидетельствует о хорошем межсистемном балансе и адаптивности. Известно, что к 14-15 годам отрицательные отклонения функционального состояния физиологических систем и организма в целом сменяется тенденцией к формированию дефинитивного типа реагирования на нагрузку.

Второй тип реакции – межсистемная реактивность ВНС и ГГНС (40,5 % подростков). Характеризуется смещением симпато-парасимпатического баланса в сторону усиления парасимпатических влияний на СР ( $\Delta\text{LF}/\text{HF}$  (%) =  $-18,62 \pm 8,51$ ) и увеличением концентрации кортизола ( $\Delta\text{КЗ}$  (%) =  $104,14 \pm 9,85$ ). Выявленное повышение парасимпатических влияний на СР, увеличение уровня кортизола в ответ на ИН у подростков данной группы имеет определенный биологический смысл и способствует мобилизации функциональных резервов организма в стрессорных условиях для достижения цели.

Показано, что у подростков с разным типом реактивности ЧСС в состоянии покоя статистически значимо не различалась ( $80,29 \pm 2,68$  против  $85,60 \pm 2,30$ ,  $p = 0,06$ ). В ответ на ИН ЧСС значимо увеличивалась как в целом по выборке, так и в группах с различными типами реактивности ( $p < 0,001-0,000$ ). Относительный прирост ЧСС в ответ на ИН в зависимости от типа реактивности колебался от  $4,65 \pm 1,22$  % (1 группа) до  $5,25 \pm 1,23$  % (2 группа).

Предполагается, что повышение ЧСС при ИН связано с увеличением кровотока в миокарде и активацией  $\beta 1$ -адренергических рецепторов симпатической нервной системы (Gordan et al. 2015). В нашем исследовании в первом типе реакции на ИН отмечалось усиление симпатических влияний на СР, однако у мальчиков со II типом реактивности на ИН увеличение ЧСС отмечено на фоне усиления парасимпатической активности. Известно, что адаптация организма осуществляется не только за счёт активации симпатического отдела ВНС. Существует возможность адаптивного увеличения ЧСС за счёт активизации парасимпатического звена, при этом оба отдела регуляции СР функционируют на основе «акцентированного антагонизма», дополняя активность друг друга (Удельнов 1975).

Таким образом, наши результаты указывают на сложное межсистемное взаимодействие вегетативной и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем подростков, которое играет большую роль как в исходном уровне функционального состояния, так и в адаптивном реагировании на ИН.

#### *Список литературы*

1. Агеева А.В., Скороходова А.А., Семенов Ю.Н. 2018. Оценка умственной работоспособности при помощи таблицы Анфимова // Россия молодая: Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 24-27 апреля 2018 г., Кемерово: ФГБОУ «Кузбас. гос. техн. ун-т им Т.Ф. Горбачева», 31301-4. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35371562>.
2. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шаропин К.А. 2013. Применение информационно-энтропийного подхода для исследования особенностей адаптации студентов к обучению в вузе // Интернет-журнал «Науковедение» 16, 51. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20194709>.
3. Удельнов М.Г. 1975. Физиология сердца. М.: МГУ, 303.
4. Aimie-Salleh N., Malarvili M.B., Whittaker A.C. 2019. Fusion of heart rate variability and salivary cortisol for stress response identification based on adverse childhood experience // Medical & Biological Engineering & Computing 57, 1229-1245.
5. Gordan R., Gwathmey J.K., Xie L.H. 2015. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function // World Journal of Cardiology 7, 204-214.
6. Rotenberg S., McGrath J.J. 2016. Inter-relation between autonomic and HPA axis activity in children and adolescents // Biological Psychology 117, 16-25.

# **Влияние билингвизма на восприятие перцептивного компонента семантики имен существительных (на основе психолингвистической базы данных RuWordPerception)<sup>1</sup>**

*З.И. Резанова, А.А. Степаненко  
Национальный исследовательский Томский государственный  
университет, Томск, Россия  
rezanovazi@mail.ru*

Ключевые слова: *модальности восприятия, билингвизм, существительное, тюркско-русский билингвизм, база данных.*

В статье представлены результаты исследования смещающего влияния родного языка тюркско-русского билингва на восприятие перцептивного компонента семантики русских имен существительных. Задача решается на основе материалов создаваемой в проекте «Языковое и этнокультурное разнообразие Южной Сибири в синхронии и диахронии: взаимодействие языков и культур» психолингвистической базы данных (ПБД) оценок вклада пяти модальностей восприятия в семантику 200 существительных, 200 прилагательных и 200 глаголов русского языка, даваемых носителями русского языка как родного и тюркско-русскими билингвами (татарско-русская, хакасско-русская, шорско-русская языковые пары) – RuWordPerception (Резанова и др. 2020).

ПБД включает в свой состав две соотнесенные ПБД с идентичным набором единиц и признаков маркирования, но различающихся репрезентируемым языковым опытом билингва: метаданные об информантах включают наряду с данными о возрасте, поле, образовании и его направленности, данные соотношения первого и второго языка билингва и их активности в настоящее время. Созданная психолингвистическая база данных включает информацию по 600 переменным: 5 модальностей восприятия, для существительных 8 переменным – семантическим, формально-семантическим и функциональным характеристикам слова, 46 переменным – характеристикам информантов, носителей билингвизма.

В статье представлены результаты анализа, основывающиеся на выборке оценок по 5 модальностям восприятия 200 существительных русского языка, данными 46 респондентами, носителями тюркско-русского билингвизма (L1-T) и 67 носителями русского языка как родного (L1-R).

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках проекта, поддержанного грантом Правительства РФ, проект № 14.Y26.31.0014.

Полученные результаты вполне соотносимы с аналогичными данными о соотношении модальностей восприятия, их типовых распределениях относительно слов разных частей речи, полученными на материале русского языка и на материале других языков (Witten et al. 2005, Ernst et al. 2002, Lynott et al. 2009 и др.): существительные характеризуются как единицы по преимуществу полимодальные, о большей информативности визуальной модальности. В ПБД RuWordPerception средние оценки вклада зрительной модальности в группе носителей русского языка как родного составляют 3,773, в группе тюркско-русских билингвов 3,112. Вкусовые и обонятельные ощущения также представлены в базе данных как наименее связанными с именами существительными (ср.: Miklashevsky 2018).

Результаты анализа свидетельствуют о значительной общности в исследуемом отношении оценок носителей русского языка как родного и билингвов. Отмечаются общие тенденции – смещенность системы оценок в направлении «меньше средней величины»: средние величины только оценок модальности зрительного восприятия у носителей русского языка незначительно превышают среднюю величину, больше 3,5 (3,773). Приближаются к средним величинам значения связи со зрительным (3,112) и тактильным (3,112) восприятием у билингвов. Таким образом, респонденты скорее склонны оценивать связь существительных с большинством модальностей восприятия как ниже средней. Описательные статистики позволяют видеть зоны наибольшего различия средних оценок по модальностям восприятия у носителей русского языка как родного и билингвов: в выборке носителей русского языка связь со вкусом оценивается как наименьшая по сравнению с другими (2,211), а у билингвов в данной позиции находится связь со слухом (1,25).

Также видно, что тюркско-русские билингвы в целом склонны давать более низкие оценки связи существительных со всеми модальностями восприятия по сравнению с носителями русского языка, за исключением связи с осязанием (L1-R – 2,799; L1-T – 3,112).

Результаты кластерного анализа, представленные на рис. 1 и 2, свидетельствуют о других аспектах сходств и различий в оценках вклада модальностей восприятия у двух групп респондентов. В группе оценок носителей русского языка как родного оценки вклада визуальной модальности объединяются с тактильной, у тюркско-русских билингвов визуальная модальность выделяется в отдельный класс, а тактильная объединяется в один класс с аудиальной.

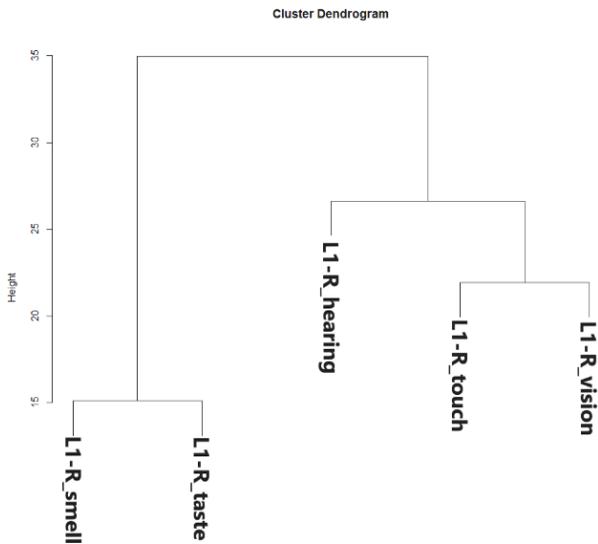


Рис. 1. Кластерный анализ оценок связей модальностей восприятия с существительными (L1-R)

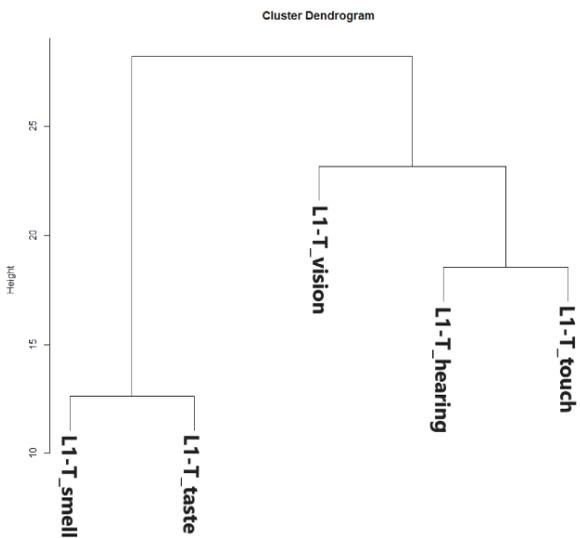


Рис. 2. Кластерный анализ оценок связей модальностей восприятия с существительными (L1-T)

Таким образом, данные RuWordPerception подтверждают ряд выявленных на материале других языков закономерностей в участии перцептуального опыта человека в формировании семантики. Данные закономерности объединили системы оценок, данных носителями русского языка как родного и тюркско-русскими билингвами при оценке связи семантики существительных русского языка. Однако было выявлено также и своеобразие системы оценок билингов, касающаяся соотношения визуальной и аудиальной модальностей с тактильной перцепцией.

#### *Список литературы*

1. Резанова З. И., Машанло Т.Е., Степаненко А.А. 2020. Перцептивный компонент семантики существительных, прилагательных, глаголов русского языка в билингвальной перспективе (психолингвистическая база данных ruwordperception) // Вестн. Том. гос. ун-та., 450, 49–57.
2. Witten, I.B., Knudsen, E.I. 2005. Why seeing is believing: merging auditory and visual worlds. *Neuron*, Vol. 48, 3, 489–496.
3. Ernst, M.O., Banks, M.S. 2002. Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*. 415, 429.
4. Lynott D., Connell, L. 2009. Modality exclusivity norms for 423 object properties. *Behavior Research Methods*. 41, 558–564.
5. Miklashevsky A. 2018. Perceptual Experience Norms for 506 Russian Nouns: Modality Rating, Spatial Localization, Manipulability, Imageability and Other Variables. *Journal of psycholinguistic research*. 47, 641–661.

## **ЭЭГ и фМРТ корреляты инсайта в тесте отдаленных ассоциаций Медника<sup>1</sup>**

*В.Л. Ушаков<sup>1,2,3</sup>, Г.Г. Князев<sup>4</sup>, В.А. Орлов<sup>5</sup>,  
Д.Г. Малахов<sup>5</sup>, С.И. Карташов<sup>5</sup>,  
А.Н. Савостьянов<sup>4</sup>, А.В. Бочаров<sup>4</sup>, Б.М. Величковский<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>*Институт перспективных исследований мозга МГУ  
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*НИЯУ МИФИ, Москва, Россия*

<sup>3</sup>*ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева  
Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия*

<sup>4</sup>*Научно-исследовательский институт  
физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия*

<sup>5</sup>*НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия  
t1uq@yandex.ru*

Ключевые слова: *инсайт, тест Медника, нейросети, ЭЭГ, фМРТ.*

Инсайт описывают как внезапное решение проблемы и контрастируют с аналитическим, пошаговым подходом. Традиционно считается, что инсайт связан с активностью правого полушария, тогда как аналитические решения считаются связанными с активностью левого полушария. Однако эмпирические данные о локализации мозговой активности, связанной с инсайтом, неоднозначны и неубедительны. Некоторые исследования подтверждают традиционную точку зрения, а другие нет. Более того, результаты ЭЭГ и фМРТ исследований часто противоречат друг другу. В нашем исследовании ЭЭГ и фМРТ данные были записаны в процессе выполнения испытуемыми теста отдаленных ассоциаций Медника, и для каждой решенной проблемы было предложено сообщить, было ли решение достигнуто аналитически или с помощью инсайта. Мы использовали русскую версию RAT (Mednick, Mednick, 1959, 1962; Валуева, Белова, 2011). Задача представляет собой тройку слов, к которой нужно найти четвертое слово, образуя устойчивую фразу с каждым из трех слов. В ЭЭГ исследовании приняли участие 63 студента и аспиранта, а также штатных сотрудников (31 женщина, средний возраст 26,3 года, SD 10,3, все правши). Все участники получили денежное вознаграждение за участие. Решение проблемы было разделено на 3 этапа - подготовительный (первая попытка), инкубационный и

---

<sup>1</sup> Работа частично выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18-00-00939 и № 18-00-00569, гранта Министерства науки и высшего образования РФ (грант № 075-015-2020-801).

постинкубационный (вторая попытка). В качестве инкубационного задания использовалась пятиминутная аудиозапись отрывка из русского перевода книги С. Лема «Магелланово облако». На первом этапе после инструктажа была проведена обучающая серия из трех заданий, после чего 8 заданий предъявлялись в случайном порядке (30 секунд на задание или до ответа). Испытуемых просили нажать клавишу пробела, как только они посчитают, что нашли правильное решение. Кроме того, чтобы выявить различия между решениями, которые приходят в форме озарения или достигаются с помощью аналитического подхода, испытуемым была дана соответствующая инструкция.

ЭЭГ регистрировали с помощью 127 электродов, установленных в Quik-Cap128 NSL по расширенной системе International 10-5 и усилителям Brain Products (Германия) с аналоговым полосовым фильтром 0,1–100 Гц. Электроулограмма записывалась одновременно. Частота дискретизации была установлена на уровне 1000 Гц. Лобно-центральный электрод был использован в качестве основного и Cz в качестве референта. Данные ЭЭГ были пересчитаны до среднего эталонного значения в автономном режиме и артефакты исправлены с использованием независимого компонентного анализа с помощью инструментария EEGLab (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>). Для выявления различий в активности мозга, сопровождающих решения, принимаемые в форме инсайтов и достигаемые с помощью аналитического подхода, были использованы все доступные записи ЭЭГ, включая тренировочный, до- и постинкубационный периоды. Анализ проводился с использованием внутрисубъектного подхода, который требовал идентификации группы испытуемых, у которых в ходе эксперимента было не менее двух проницательных и двух аналитических решений. Мы использовали шестнадцатисекундный фрагмент ЭЭГ, предшествующий нажатию клавиши пробела, который был разделен на 8 двухсекундных эпох и подвергнут локализации источника с помощью eLORETA в пяти стандартных частотных диапазонах (дельта 1-4 Гц, тета 4-8 Гц, альфа 8-12 Гц, бета 12-30 Гц и гамма 30-45 Гц). Инсайт-аналитическое сравнение проводилось для каждой из восьми эпох с использованием непараметрического аналога t-критериев для парных выборок с уровнем достоверности  $p < 0,05$ . Показатели коннективности усреднялись по пяти частотным диапазонам. В качестве зон интереса (ROI) были выбраны центры сети режима по умолчанию (DMN) и центры семи кластеров, в которых анализ данных выявил существенные различия в плотности источника тока при сравнении инсайта и аналитических решений.

Данные фМРТ были получены на 10 здоровых субъектов (6 мужчин и 4 женщины, средний возраст 29, SD 2, все правши без неврологических симптомов) с использованием томографа 3 Tesla SIEMENS Magnetom Verio MR. Функциональные данные МРТ были получены в виде сверхбыстрых T2 \* –

взвешенных эхопланарных изображений (EPI) с использованием 32-канальной катушки МРТ для головы (протокол сверхбыстрой фМРТ был получен в Центре магнитно-резонансных исследований, отделение радиологии, Университет Миннесоты). Кроме того, режим сканирования МРТ GFM (`gre_field_map`) использовался для учета неоднородности магнитного поля томографа и исправления связанных с этим артефактов. Данные фМРТ и анатомической МРТ были предварительно обработаны с использованием статистического параметрического картирования (SPM12; Wellcome Trust Center for Neuroimaging, Лондон, Великобритания; доступно бесплатно по адресу <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>) на основе Matlab 2016a. Модуль MELODIC ICA программы FSL использовался для ручной классификации компонентов шума fMRI ICA и удаления физиологических и моторных артефактов (Griffanti, Ludovica et al., 2016). Анализ второго уровня проводился с использованием одновыборочного t-критерия и установки порога высоты на  $p < 0,001$  и размера кластера  $> 10$  вокселей.

По ЭЭГ данным инсайтные решения, по сравнению с аналитическими, сопровождалась низкочастотной синхронизацией в речевых зонах коры левого полушария. Активность мозга во время инсайта значительно отличалась от таковой в безуспешных испытаниях и испытаниях, в которых использовалась аналитическая стратегия. На ранних стадиях различия в основном обнаруживаются в диапазоне дельта-частот в областях коры, связанных с DMN и управляющей сетью. Активность мозга, предположительно связанная с возникновением инсайта, была обнаружена в бета- и гамма-диапазонах в областях коры левого полушария, которые участвуют в семантической и эмоциональной обработке. В целом выявленные эффекты демонстрируют четкие различия в динамике активности мозга при инсайтах и решении аналитических задач.

Однако по фМРТ данным инсайтные решения сопровождалась повышенной активностью в лобной и височной областях и непосредственно перед ответом в области правого полушария. Исследование динамики состояния инсайта с помощью фМРТ показало, что кинетика состояний нейронных сетей головного мозга начинается за 3 или более секунд до ответа испытуемого. Активность нейронной сети имеет разные индивидуальные кинетические профили; в большинстве случаев наблюдается снижение активности дорсально-медиальной префронтальной коры (DLPFC) с увеличением или сохранением активности в височной и теменно-затылочной областях. DMPFC связаны с целевым направлением и выборочным извлечением памяти, а также двусторонняя IFG и островковая кора, нижние теменные доли (IPL), предклинье являются элементами сети семантической памяти (Tik et al., 2018).

Полученные результаты показывают, что различные когнитивные процессы, участвующие в инсайтном решении проблем, могут по-разному отражаться в ЭЭГ и фМРТ данных.

# Теологический дискурс исследований сознания<sup>1</sup>

К.В. Копейкин

Санкт-Петербургский государственный университет,

Санкт-Петербургская духовная академия, Россия

*kirill.kopeykin@mail.ru*

Ключевые слова: *теология, субъективность, интенциональность, мозг, сознание, архетипы, содержательная интерпретация.*

Изучение сознания и, шире, психической реальности, рядом исследователей считается одной из главных научных задач XXI века. Основная сложность, на которую наталкиваются попытки нейронаук объяснить природу человеческого сознания – это проблема субъективности и интенциональности психики. Действительно, в отличие от объективно существующих физических тел психика субъективна, мы её *переживаем*. Кроме того, психическое, в отличие от физического, всегда на что-то направлено, *интенционально*. Но если мозг и нейроны – это такие же физические *тела*, как и все остальные объекты материального мира, то совершенно непонятно, как они могут порождать свойственные человеческой психике субъективность и интенциональность?

Один из влиятельнейших современных американских философов Джон Сёрл убеждён, что основное направление философии сознания последних трёх четвертей века является, без сомнения, ложным. Он утверждает, что как картезианский дуализм, так и материалистический монизм не соответствуют действительности. Дуализм, уверен Сёрл, не согласуется с современной научной картиной мира (прежде всего – в силу каузальной замкнутости физической модели вселенной). Материалистический же монизм, несмотря на свою очевидную неспособность решить проблему сознания, является наиболее распространённым воззрением по причинам, скорее, психологического характера. С точки зрения Сёрла настойчивые попытки решить проблему сознания, оставаясь в рамках материалистической парадигмы, обусловлены не научными, но прежде всего идеологическими причинами – страхом перед возможностью допущения реальности *психического*, от чего один шаг до приятия реальности *духовного*. Действительно, если только допустить, что психика не порождается мозгом, а может существовать самостоятельно, то сразу же возникает вопрос: не означает ли это, что существование психики возможно и *без* тела? Но тогда правомерно задать вопрос и о возможности посмертного существования души,

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 18–011–00917.

и о правомочности отпевания и молитв за усопших, и о существовании ангелов как бестелесных душ. Поскольку же это всё априорно считается обскурантизмом, то размышлять в этом направлении просто запрещено (Searle 1992: 2–4).

Сегодня на исследования мозга и сознания направляются колоссальные ресурсы. И до сих пор поиск идёт в направлении поиска «материального субстрата» сознания, а значит, по мнению Сёрла, которого называют «живым классиком философии сознания», – в ложном направлении. Но цена ошибки чрезвычайно велика: стоимость современных проектов исследований мозга составляет миллиарды долларов и выбор ложного пути обойдётся очень дорого. Начиная с середины XX века адепты искусственного интеллекта постоянно обещали, что он будет создан «в ближайшее десятилетие». Хронические неудачи всех этих попыток свидетельствуют о том, что наши представления об устройстве и способе функционирования мозга являются не вполне адекватными.

Постепенно академическое сообщество подходит к осознанию того факта, что для разрешения проблемы сознания желателен учёт, в том числе, теологического дискурса, предполагающего наличие личностного взгляда на психическую реальность «изнутри», «от первого лица». В сентябре 2017 г. в Италии в Пизанском университете прошёл симпозиум *The Mindscience of Reality*, на который был приглашён Далай-лама. Принявшие в нём участие исследователи высказали убеждение в том, что целостное изучение *разума* и *сознания* должно объединить «внешний» объективный подход, характерный для западноевропейской науки, и субъективный «внутренний» подход, свойственный традиции восточной. В том же году состоялись встречи с Далай-ламой ведущих российских исследователей мозга и сознания. Был запущен исследовательский проект, промежуточные результаты которого были представлены в октябре 2020 г. на Первом национальном конгрессе по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике в Москве.

То, что исследователи обратили свой взор в первую очередь к мистической традиции Востока, понятно: безличный буддийский подход, как кажется, может быть без больших проблем объединён с объективизмом европейской науки. Однако именно безличность буддийской традиции может стать препятствием на пути постижения личностной природы человеческой психики.

Как хорошо известно, современное новоевропейское естествознание возникло в контексте авраамической библейской традиции. И именно в контексте этой традиции сформировалась концепция человеческой личности. Сложившийся в результате многовековой практики духовной работы библейский символический язык как нельзя лучше подходит для описания динамики внутреннего мира человека: библейские сказания, принимаемые за

космологические теории или мифологические истории – это, по существу, динамические проекции глубинных архетипических структур психики. Физика же, возникшая как способ изучения второй Книги Творца – Книги Природы, взаимодополнительной по отношению к первой – к Библии, занимается исследованием фундаментальных структур мироздания, по сути – синтаксиса Книги Мира. Для построения целостной картины мира синтаксические структуры нуждаются в семантической интерпретации. Если удастся наполнить обнаруживаемые естественными науками фундаментальные структуры мироздания органичным для них экзистенциально переживаемым «библейским» содержанием, то возникнет новый понятийный «двумерный» язык, позволяющий описать как объективность внешнего физического, так и субъективность внутреннего психического миров (Kopeikin 2019). Исследования такого рода поддерживаются, в частности, *Templeton World Charity Foundation*, являющимся самым крупным и наиболее авторитетным фондом, финансирующим исследования в пограничной области соприкосновения науки и теологии (достаточно сказать, что размер ежегодно вручаемой Темплтоновской премии по статуту, дабы подчеркнуть её значимость, превышает размер Нобелевской, а сама церемония награждения производится герцогом Эдинбургским в Букингемском дворце). В 2017 г. был запущен проект *Science & Orthodoxy around the World*, в рамках которого было выделено несколько приоритетных исследовательских направлений, в частности – *Matter & Consciousness* (а исследования сознания – одна из приоритетных тем для Темплтоновского фонда). Проект продлится до 2023 г. Большинство участников рабочей группы «Материя и сознание» – исследователи из России. На наш взгляд это глубоко символично: Россия традиционно считала себя наследницей православной Византии и стремилась продолжить византийскую миссию посредничества между Западом и Востоком, а идея их духовного единения (Афины и Иерусалим) была и остаётся одной из главных тем русской философии. Эта идея чрезвычайно близка одной из стержневых тем европейской интеллектуальной истории – вопросу о взаимодействии духа и материи, ключевому для проблемы сознания.

#### *Список литературы*

1. Kopeikin K. 2019. The Orthodox Tradition and a Personal View on the Universe 'from Within'. In: V. N. Makrides & G. E. Woloschak (eds.) *Orthodox Christianity and Modern Science: Tensions, Ambiguities, Potential*. Turnhout: Brepols Publishers, 237–246.
2. Searle J. 1992. *The Rediscovery of the Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.

## Декодирование поведения по данным нейронной активности клеток места

Н.А. Поспелов<sup>1</sup>, В.П. Сотсков<sup>1</sup>, К.В. Анохин<sup>1</sup>, С.К. Нечаев<sup>2</sup>, А.С. Горский<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт перспективных исследований мозга (Москва, Россия)

<sup>2</sup>CNRS-Universite Paris Sud, (Орсе, Франция)

<sup>3</sup>Институт проблем передачи информации РАН (Москва, Россия)

*nik-pos@yandex.ru*

Ключевые слова: *понижение размерности, клетки места, лапласиан.*

В последнее время во многих исследованиях активности нейронных ансамблей происходит смещение фокуса от одиночных нейронов к анализу на популяционном уровне. Главной целью такого анализа является выделение «популяционных» переменных, из набора которых и складывается активность сети. При этом для выделения таких переменных используют понижение размерности входных данных. Редукция размерности проводится с целью извлечения новых признаков, которые позволяют более емко описать данные и вложить их в наиболее полезное и информативное подпространство.

В последние годы появляется все больше работ, использующих концепцию т.н. «нейронных мод» (Gallego et al. 2018). Активность многих нейронов может быть описана в терминах  $N$ -мерного нейронного «пространства состояний», где каждая координата (как правило) отвечает за активность отдельной клетки. Можно ожидать, что число степеней свободы для системы нейронов равно числу клеток в ней. Однако в экспериментах было показано, что реальная активность популяции нейронов занимает лишь малую часть такого «пространства состояний» (Gallego et al. 2017, Sadtler et al. 2014, Yu et al. 2009).

Слабо исследованным для нейроданных остается вопрос о том, какой именно смысл несут координаты нового низкоразмерного пространства, полученного в результате понижения размерности. Можно ожидать, что они будут кодировать «интегральные» характеристики, отражающие активность популяции в целом. Например, было показано, что процедура понижения размерности данных аминокислотных последовательностей приводит к разделению данных в редуцированном пространстве по таким комплексным признакам как наличие/отсутствие натриевого канала в результирующей третичной структуре (Granata and Carnevale 2016).

В качестве объекта исследования были выбраны нейроны места мыши, которые отвечают за кодирование ее пространственного местоположения.

В ходе эксперимента мышь свободно перемещалась по среде, ее координаты и поведение фиксировались с помощью видеотрекинга. Эксперимент проводился для сред двух типов:

- 1) простой кольцевой трек;
- 2) круглая арена с 3 запрещенными зонами.

Целью данной работы было получить информацию о поведении исследуемого организма только из структуры активности нейронов места. Для этого использовались нелинейные методы понижения размерности данных, в частности, метод laplacian eigenmaps (Belkin and Niyogi 2003).

Для расчета внутренней размерности данных был применен метод распределения длин геодезических в графе близости точек исходного пространства, описанный в Granata and Carnevale 2016.

Было показано, что внутренняя размерность нейроданных составляет от 4 до 8, в зависимости от параметров построения графа.

Основным результатом редукции размерности стало то, что в новом пространстве первые две координаты получили смысл  $x$ - и  $y$ -координат мыши в физической среде, которую она исследовала (с точностью до поворота на фиксированный угол). Важно отметить, что при этом алгоритм не получал на вход никакой информации о реальном положении мыши. Таким образом, совпадение первых двух координат нового пространства с настоящим положением животного объясняется сходством векторов нейронной активности, считываемой в разное время, но в одном и том же месте.

В настоящий момент мы работаем над выяснением смысла остальных нескольких координат низкоразмерного представления.

Данная работа важна для понимания принципов внутреннего кодирования информации в гиппокампе. Исследование пространства нейронных состояний важно для восстановления «внутренней репрезентации» мозгом внешних стимулов.

#### *Список литературы*

1. Gallego, J.A., Perich, M.G., Naufel, S.N. et al. Cortical population activity within a preserved neural manifold underlies multiple motor behaviors. *Nat Commun* 9, 4233 (2018).
2. Gallego, J.A., Perich, M.G., Miller, L.E. & Solla, S.A. Neural manifolds for the control of movement. *Neuron* 94, 978–984 (2017).
3. Sadtler, P.T. et al. Neural constraints on learning. *Nature* 512, 423–426 (2014).
4. Yu, B. M. et al. Gaussian-process factor analysis for low-dimensional single-trial analysis of neural population activity. *J. Neurophysiol.* 102, 614–635 (2009).
5. Granata, D., Carnevale, V. Accurate Estimation of the Intrinsic Dimension Using Graph Distances: Unraveling the Geometric Complexity of Datasets. *Sci Rep* 6, 31377 (2016).
6. M. Belkin and P. Niyogi, “Laplacian eigenmaps for dimensionality reduction and data representation,” *Neural computation*, vol. 15, no. 6, p. 1373–1396, 2003.

## Динамика избирательного сенсорного и моторного внимания и активного подавления моторной реакции

*М.А. Павловская*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия*

*mpavlovskaya@mail.ru*

Ключевые слова: *внимание, восприятие, связанный с событием потенциал.*

Проблема избирательности и фильтрации сенсорной информации, а также избирательного подавления моторного ответа нейронными структурами мозга, их локализация и основные процессы в настоящее время представляют достаточно большой интерес в нейронауке. Большой вклад в исследование проблемы внимания внесли работы исследователей (Мачинская, 2003; Суворов, Таиров, 1985; Corbetta, Shulman, 2002; Laberge, 2000; Mesulam, 1990; Posner, 1999), а двигательного акта (Бернштейн, 1966; Klein, 2016). Концепция «ингибирования» получила большой интерес в когнитивной нейробиологии (Klein, 2016).

Остаются не до конца выясненными функции и значения процессов возбуждения и торможения, происходящих в коре головного мозга и подкорковых структурах в ходе запуска и ингибирования когнитивных процессов.

На сегодняшний день вопрос о том, как происходит моторное торможение во время двигательного ответа, и какие мозговые сети лежат в основе такого торможения, остается открытым. Потенциально скрытые или подавленные моторные ответы требуют изучения нейрофизиологических механизмов.

В рамках моторного торможения (Angelini, 2016; Ficarella, 2018) описывают две различные операционные стратегии: «проактивное» и «реактивное» управление. В ситуации реактивного торможения моторное действие активируется после обнаружения ингибирующего сигнала, в схемах ингибирования проактивной модальности могут быть задействованы предиктивные сигналы при подготовке к предстоящему ингибированию, что создает «проактивный тормозной контроль» через различные кортикальные схемы, позволяя быстрее запускать торможение при представлении ингибирующих сигналов. Реактивные формы ингибирующего контроля задействованы при предъявлении стоп-сигналов или стимулов NoGo. Проактивное торможение будет оказывать «импульсный контроль» для предотвращения ложных тревог.

Парадигма Go/NoGo модулирует интенсивность проактивного механизма подавления. Показано, что механизмы когнитивного и моторного

торможения во время выполнения сенсомоторных реакций, предотвращают выполнение скрытых действий, позволяя им оставаться «потенциальными». Механизм когнитивного контроля вызывает осторожное поведение, приводящее к двум потенциальным когнитивным стратегиям: медленная негативность для того, чтобы избежать ошибок (реакция на NoGo) или проявление активного моторного подавления.

Психофизиологической парадигмой для исследования направленного сенсорного внимания в нашем исследовании выбрана CNV, для направленного и запрещающего моторного поведения – Go/NoGo. Во время двигательной задачи управление двигательным торможением было интегрировано в процесс принятия перцептивных решений. Следовательно, целью работы было изучить влияние одномодальной подсказки в задаче активного проявления или подавления моторного ответа.

Регистрация времени реакции (ВР) и режим стимуляции осуществлялись с помощью компьютерного энцефалографа «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). Было протестировано 18 студентов и сотрудников ЮФУ без выраженных патологий зрения и слуха. В качестве дифференцировочных целевых стимулов использовались тоны частотой 1,0 и 1,2 кГц, интенсивностью 80 дБ, длительностью 30 мс. Подсказкой были тоны длительностью 30 мс и частотой 1,1 кГц, 90 дБ. Интервалы между стимулом и подсказкой составляли 1 и 0,5 с.

Анализ экспериментальных результатов, полученных в условиях одномодальной подсказки в задаче активного проявления или подавления моторного ответа, показал, что реализация одноканальной подсказки проявлялась в раннем формировании моторного ответа сразу после стимула-подсказки, что отражено в виде фокусов принятия сенсорного и моторного решения на заднем фронте компонента N1 ССП. Это приводит к ускорению моторного ответа. Нами подтвержден «парадоксальный интервал предупреждения» 300 мс. В случае правильной подсказки проактивное торможение не активируется. Предупреждающие эффекты были очевидны как для поведенческих (время реакции и частоты ошибок), так и для электрофизиологических показателей (ССП).

В случае избирательного подавления моторного ответа в задаче NoGo отмечена реакция пассивного восприятия стимула. Увеличение периода между стимулом-подсказкой и целевым стимулом приводит к формированию увеличенного периода ожидания, который, возможно, связан с активацией ресурсов памяти, что приводит к удержанию ранее принятого решения. Полученные результаты противоречат гипотезе, которая поддерживает проактивное торможение в качестве механизма по умолчанию.

## Список литературы

1. Бернштейн Н.А. 1966. Очерки по физиологии движения и физиологии активности. М.: Медицина, 349 с.
2. Мачинская Р.И. 2003. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания (аналитический обзор). Журн. высш. нервн. деят., 53(2): 133-150.
3. Суворов Н.Ф., Таиров О.П. 1985. Психофизиологические механизмы направленного внимания. Л.: Наука, 287 с.
4. Angelini M. et al. 2016. Proactive control strategies for overt and covert go/nogo tasks: an electrical neuroimaging study. PloS one. Т. 11. №. 3.
5. Corbetta M., Shulman G.L. 2002. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain, Nat. Rev. Neurosci. 3 201–215.
6. Ficarella S.C., Battelli L. 2018. Proactive inhibition activation depends on motor preparation: a single pulse TMS study. Frontiers in psychology. Т. 9. P. 1891.
7. Klein P.A. et al. 2016. Comparison of the two cerebral hemispheres in inhibitory processes operative during movement preparation. Neuroimage. Т. 125. С. 220-232.
8. Laberge D. 2000. Networks of attention. The New Cognitive Neurosciences. Ed. Gazzaniga M.S. Bradford Book Cambridge, Massachusetts, London. The MIT Press.: 711-724.
9. Mesulam M.M. 1990. Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. Ann Neurol; 28:597±613.
10. Posner M.I., Pothbart M.K., Digirolamo G.J. 1999. Development of brain networks for orienting to novelty. Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova;49:715-22.

## Когнитивные составляющие модели компетенций (краткий исторический обзор)

*А.С. Машкова<sup>1</sup>, В.В. Вильчес-Ногерол<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ООО «Анваро Групп», Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ИИП РАН, Москва, Россия*

*anna.mashkova@knowknow.ru, belikveronika@gmail.com*

*Ключевые слова: когнитивные способности, компетенции, личностно-ориентированный и деятельностный подходы к формированию компетенций.*

Использовать компетенции в качестве мер оценки и развития персонала начали с середины 1990-х годов. Естественно, до этого сотрудников также оценивали и отбирали. В отечественной практике использовались понятия **элемент квалификации** и **профессионально важное качество** (ПВК). Это были единицы, с помощью которых оценивалась способность человека выполнять определенную работу. Результатом такой оценки было определение уровня квалификации, степени профессионального соответствия, компетентности.

Для того чтобы с ПВК было удобно работать, их нужно объединять в группы, при этом группировать можно по разным признакам (кластеры). Например, выделяются: физические характеристики человека (рост, вес), медицинские (состояние систем организма – нервной, сердечно-сосудистой и т. д.), физиологические (скорость реакции, особенности внимания и т. п.). Эти группы профессиональных качеств активно исследовались в 1950–70-е годы в ответ на запрос со стороны таких отраслей как космонавтика, авиация, атомная энергетика, эксплуатация сложных военных систем и пр. В то время появилось значительное количество рабочих мест, связанных с повышенным риском аварий и катастроф, поэтому к работникам стали предъявляться особые требования. Были разработаны многочисленные стандартизированные методики оценки, например, такие как Гарвардский степ-тест, позволяющий проверить готовность сердечно-сосудистой системы человека к физическим нагрузкам. В этот период активно использовался термин «ПВК», при этом всем специалистам было понятно, что речь идет только об отдельно взятых качествах человека, критически важных для деятельности.

В конце 1970-х годов возросла потребность в оценке работников, занимающихся умственным трудом, в первую очередь – менеджеров. В диагностике акцент сместился на знания, умения и навыки (ЗУН), в связи с чем стал использоваться термин **элемент квалификации**. Длительный период оценивания сотрудников по ЗУН выявил недостаточную прогностичность таких оценок. Поэтому в 1990-е годы начали активнее исследовать такие аспекты, как мотивация, эмоциональный интеллект (EQ), личностные качества типа корпоративной лояльности, ориентации на результат и т. д. С расширением спектра оцениваемых ПВК и особенностей личности возникла необходимость в максимально широком понятии, позволяющем определить «готовность человека к эффективному выполнению определенной работы». Было предложено понятие «компетенция» [Derous, E., & De Witte, K., 2001; Mirabile R. J., 1997].

Важное методологическое значение для исследования профессиональной деятельности и компетенций менеджеров имеют концептуальные идеи разработанного в нашей стране личностно-ориентированного подхода в обучении, базирующегося на положениях о развитии и становлении личности как «субъекта познания», ее самопознании и самовоспитании. Особенности реализации этого подхода представлены в работах Абульхановой-Славской К. А., 1980; Ананьева Б. Г., 2000; Бодров В.А., 2001; Журавлев А.Л., 1983; Леонтьева А. Н., 1975, 1981; Толочек В. А., 2000 и др. Сторонники деятельностного подхода к формированию специалиста, например, анализируют проблемы внедрения новых технологий обучения при развитии компетенций.

Данные концепции логически дополняются представлениями о компетентностном подходе ряда зарубежных авторов МакКлеlland Д.К., 1973; Спенсер Л.М. и Спенсер С.М., 2003; Уиддет С. И Холлифорд Д., 2003 и др.

Одним из условий профессионального развития и становления специалиста является научное обоснование применяемой модели компетенций, наше внимание сосредоточено на изучении эффективности моделей компетенций, применяющихся в современной практике управления персоналом в России.

В литературных источниках мы нашли практическое обоснование модели компетенций, предложенной зарубежными авторами Спенсер Л.М. и Спенсер С.М. [Спенсер Л.М., Спенсер М.С., 2003].

В настоящее время становится актуальной оценка персонала при помощи компетенций. Корпоративным моделям компетенций сегодня отводится важная роль в системе управления персоналом.

Последнее время в управлении персоналом стало уделяться значительное внимание оценке и подбору кандидатов на руководящие должности посредством использования компетенций. Однако, целесообразность и практическая обоснованность применяемых моделей компетенций и входящих в них когнитивных способностей в российской практике освещена недостаточно и требует дальнейших исследований и обоснований.

#### *Список литературы*

1. Derous, E., & De Witte, K. (2001). Looking at selection from a social process perspective: Towards a social process model on personnel selection. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, № 10. 2001. P. 319-342.
2. Mirabile R. J. Everything you wanted to know about competency modeling. *Training and development*. 1997, August. P. 73–77.
3. Абульханова-Славская, К.А. Деятельность и психология личности / К.А. Абульханова-Славская. – М.: Наука, 1980. – 334 с.
4. Ананьев, Б.Г. Человек как предмет познания / Б.Г. Ананьев. – М.: Институт психологии, 2000. – 340 с.
5. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. М.: ПЕР СЭ. 2001. – 511 с.
6. Журавлев А.Л. Коммуникативные качества личности руководителя и эффективность руководства коллективом // *Психол. Журн.* – 1983. – Т. 4, №1. – С. 57–67.
7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
8. Толочек В.А. Стили профессиональной деятельности. М.: Смысл, 2000. – 199 с.
9. McClelland, D.C. Testing for competence rather than for intelligence, *American Psychologist*, 28. 1973. P. 1-14.
10. Спенсер Л.М., Спенсер М.С. Компетенции на работе. – М.: НИРО, 2003. – С. 9.
11. Уиддет С., Холлифорд С. Руководство по компетенциям. – М. НИРО, 2003. – 224 с.

## **Применение машинного обучения к разработке методов диагностики нарушений сознания: возможности и проблемы<sup>1</sup>**

*Д.О. Синицын\**, *Д.В. Сергеев*, *А.Н. Сергеева*, *А.Г. Пойдашева*,  
*И.С. Бакулин*, *Л.А. Легостаева*, *Е.Г. Язева*, *Е.И. Кремнева*, *С.Н. Морозова*,  
*К.А. Ильина*, *Ю.В. Рябинкина*, *Н.А. Супонева*, *М.А. Пирадов*  
*ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия*  
*\*E-mail: d\_sinitsyn@mail.ru*

Ключевые слова: *машинное обучение, нарушение сознания, фМРТ, состояние покоя.*

**Проблемы и подходы к диагностике нарушений сознания.** Нарушения сознания являются одними из наиболее тяжелых неврологических состояний. Помимо чрезвычайно сложной задачи улучшения состояния пациентов имеются существенные трудности диагностики. Различают вегетативное состояние (ВС, называемое также синдромом ареактивного бодрствования), при котором происходит бодрствование без осознания, и состояние минимального сознания (СМС), в котором имеются минимальные, но воспроизводимые признаки осознания себя и окружающей действительности. Поведенческие тесты, используемые для определения этих состояний, могут недооценивать уровень сознания из-за нарушений сенсорной, двигательной и исполнительной функций. Поэтому актуальна и активно исследуется задача поиска объективных методов оценки уровня сознания, основанных на инструментальных методиках, таких как структурная, диффузионная и функциональная магнитно-резонансная томография (МРТ) мозга, электроэнцефалография (ЭЭГ), а также запись вызванных потенциалов, в том числе ЭЭГ-ответов на транскраниальную магнитную стимуляцию. Множественность используемых модальностей и многомерность данных, получаемых в каждой из них, делают актуальным поиск закономерностей и комбинированных признаков, полезных для диагностики, с помощью методов машинного обучения. При этом на нынешнем, начальном этапе развития таких подходов клиническая оценка используется в роли истинной классификации для тренировки и тестирования алгоритмов. Оценка их способности выйти за рамки ограничений поведенческих тестов и более точно, чем клиническая шкала, оценить состояние сознания в условиях сенсорных дисфункций является задачей будущего. В отдельных работах корректность результатов инструментальных исследований, расходящихся с

---

<sup>1</sup> Работа поддержана РФФ, грант 16-15-00274.

клинической оценкой, косвенно оценивается в среднем по дальнейшей динамике заболевания в этих случаях.

**Результаты применения методов машинного обучения к диагностике нарушений сознания.** В работе (Sitt et al. 2014) анализировались 181 запись ЭЭГ с 256 каналами от 167 пациентов (75 ВС, 68 СМС, 24 с повреждением мозга, но в сознании), а также 14 здоровых добровольцев. Исследование длилось 30 мин и включало звуковую стимуляцию с моделированием локальной и глобальной регулярности (протокол Local- Global). Рассчитаны характеристики вызванных потенциалов (в том числе поздние пики P300 и негативность рассогласования) и фоновой ЭЭГ активности (в частности, мощность в спектральных полосах, энтропия и алгоритмическая сложность, а также спектральные и информационные меры коннективности). Параметры были усреднены по априорным зонам интереса, и полученные 92 характеристики сравнены между ВС и СМС. Размер эффекта описан площадью под ROC-кривой (AUC), значения выше 50 % соответствуют параметрам, которые выше в СМС, чем в ВС. Наиболее информативными оказались параметры: символьная взаимная информация в тетрадиапазоне (AUC = 74 %), нормализованная мощность дельта-ритма (AUC = 31 %) и альфа-ритма (AUC = 72 %). Для исследования возможной комплементарности информации от разных признаков и с целью уточнения классификации путем объединения данных был применен метод опорных векторов (SVM) с оценкой точности с помощью кросс-валидации. Лучший из классификаторов, основанных на одной характеристике ЭЭГ, дал AUC = 71 %, а классификатор, основанный на всех признаках, показал AUC = 78 %. Таким образом, была обнаружена некоторая комплементарность признаков, и применение метода SVM позволило найти их комбинацию, позволяющую наиболее точно классифицировать пациентов в ВС и СМС.

В работе (Zheng et al. 2017) для 25 пациентов (10 ВС, 15 СМС) были исследованы различия в структурной таламо-кортикальной коннективности по данным диффузионной МРТ. Был использован метод «прожектора», в котором вокруг каждого вокселя мозга строится сфера из 5 вокселей, и значения коннективности каждого из них с таламусом используется в качестве исходных параметров для классификатора SVM. Отдельно строились модели, различающие пары состояний СМС+ и ВС, СМС- и ВС, СМС+ и СМС-. Точность оценивалась кросс-валидацией, значимость определялась на уровне 0.05 с коррекцией Бонферрони на число сферических регионов, что соответствовало порогам точности классификации 81-84 %. Для каждой пары состояний были найдены регионы, дающие точность 100 %. Следует, однако, учитывать, что для получения несмещенной оценки точности

требуются независимые данные, не использовавшиеся для выбора признаков (в данном случае – регионов с наиболее сильным эффектом), что требует дальнейших исследований.

В работе (Campbell et al. 2020) по данным фМРТ покоя для 44 испытуемых производилось построение классификаторов, отличающих состояние бодрствования от ареактивных состояний: глубокой седации и общей анестезии. Также была изучена возможность применения полученных моделей для детектирования нарушений сознания (21 пациент: 13 ВС, 8 СМС, и 28 здоровых добровольцев). Вычислялись относительная амплитуда низкочастотных флуктуаций (fALFF) и региональная однородность (ReHo) сигнала фМРТ покоя в среднем по 10 сетям покоя, а также функциональная связность внутри и между этими сетями. К полученным 75 признакам были применены три модели: SVM, решающие деревья (вариант Extra Trees метода случайных лесов, ET) и искусственная нейросеть (ANN, 2 промежуточных слоя ReLU по 25 и 5 нейронов). Все три модели успешно отличали состояние бодрствования от общей анестезии или глубокой седации, а также здоровых добровольцев от пациентов в ВС (AUC= 0.99, 0.94, 0.98 для моделей SVM, ET и ANN соответственно), однако только модель ANN показала значимую разницу между ВС и СМС. Классификация данных фМРТ по наличию сознания для моделей SVM и ET предсказала бессознательное состояние для большинства пациентов в ВС (незначимый результат для модели ANN), однако дала смешанные результаты для пациентов в СМС.

**Выводы.** Методы машинного обучения позволяют эффективно синтезировать информацию о состояниях сознания, получаемую из многомерных данных различных модальностей. Адекватная оценка точности их работы требует корректного статистического анализа. При этом полученные к настоящему времени оптимальные классификаторы и наиболее важные признаки существенно зависят от конкретной пары сравниваемых состояний и показывают лишь ограниченную способность к обобщению на весь спектр состояний сознания. Достижение такой общности является важной задачей для повышения уверенности в надежности методов, а также в контексте анализа моделей с целью изучения физиологических механизмов сознательной деятельности.

#### *Список литературы*

1. Sitt J.D. et al. 2014, Large scale screening of neural signatures of consciousness in patients in a vegetative or minimally conscious state, *Brain* 137, 2258–2270.
2. Zheng Z.S. et al. 2017, Disentangling disorders of consciousness – Insights from diffusion tensor imaging and machine learning, *Human Brain Mapping* 38, 431–443.
3. Campbell J.M. et al. 2020, Pharmacologically informed machine learning approach for identifying pathological states of unconsciousness via resting-state fMRI, *NeuroImage* 206, 116316.

## **Сравнительный анализ когнитивных и психомоторных способностей (полу)профессиональных игроков в компьютерном спорте и спортсменов в традиционных видах спорта**

*О.А. Морозова<sup>1</sup>, Е.Ю. Коробейникова<sup>2</sup>, М.А. Остапчук<sup>3</sup>, А.И. Грушко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт психологии РАН, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>«ЦСТуСК» Москомспорта, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Московский авиационный институт, Москва, Россия*

*helgamoro@gmail.com; ekaterinayk28@yandex.ru; [mialeost@gmail.com](mailto:mialeost@gmail.com);  
al-grushko@yandex.ru*

*Ключевые слова: когнитивные и психомоторные способности, (полу)профессиональные игроки в компьютерном спорте, киберспортсмены.*

Сегодня 2,5 миллиарда человек в мире играют в видеоигры на разных устройствах (Newzoo, 2019). На фоне почти повсеместной любительской игры происходит оформление игры профессиональной. По крупнейшим соревновательным видеоиграм проводятся турниры, объединенные названием «компьютерный спорт» или «киберспорт». Профессиональные игроки (киберспортсмены) могут рассчитывать не только на зарплаты и стипендии в ведущих университетах мира, но и государственную поддержку. К примеру, в 2016 году киберспорт был включен во Всероссийский реестр видов спорта (Приказ Министерства спорта РФ, 2016). Киберспорт был частью программы Азиатских игр 2018 года как показательный вид спорта и претендует на место в программе Олимпиады (Hiltscher and Scholz, 2019).

Несмотря на популярность и государственное признание компьютерного спорта в ряде стран, его статус и амбиции остаются остро дискуссионной темой. До сих пор мало изучен вопрос, насколько высокие требования профессиональная игра в видеоигры предъявляет к способностям игрока, какое влияние на него оказывает и – немаловажно – как это соотносится с требованиями и влиянием традиционных видов спорта. Стоит ли продвигать деятельность в качестве спортивной, если она не выявляет выдающиеся таланты и не способствует развитию человека? Этот вопрос был озвучен, к примеру, на Киберспортивном Форуме 2018 года, организованном Международным олимпийским комитетом в Лозанне для обсуждения перспектив сотрудничества между видеоигровой индустрией и Олимпийским движением (Hiltscher and Scholz, 2019).

Требования компьютерного спорта касаются когнитивной и психомоторной сферы. В процессе игры киберспортсмен должен быстро реагировать на смену событий, принимать решения в условиях неопределенности, отслеживать перемещение персонажей на экране, осуществлять навигацию на карте – всё это время совершая точные нажатия клавиш, движения мыши или «курков» контроллера. Если требования деятельности достаточно высоки, успешные игроки должны демонстрировать превосходство в уровне развития подлежащих умственных способностей. Когнитивные и психомоторные преимущества спортсмена в таком случае будут являться следствием хороших задатков и/или результатом тренировки. В зависимости от объема и степени они могут выделять игроков в ряду традиционных спортсменов и свидетельствовать об особом развивающем *потенциале* компьютерного спорта.

Частичное подтверждение данным суждениям мы находим в исследованиях любительской игры в видеоигры. Известно, что любители так называемых «экшн-игр» (шутеров, файтингов, гонок) превосходят людей без игрового опыта в ряде перцептивных, исполнительных и психомоторных функций (см. мета-анализ Bediou V. et al. 2017). Некоторые когнитивные способности улучшаются у неиграющих людей, когда их тренируют играть в такие видеоигры (там же). Кроме того, люди с более высоким игровым рейтингом опережают в когнитивных тестах менее успешных игроков (Banuai et al., 2019). Эти данные, впрочем, не гарантируют превосходство киберспортсменов над спортсменами в традиционных игровых и прикладных видах спорта, связанных со значительными когнитивными и психомоторными преимуществами (Faubert and Sidebottom, 2012.).

Исходя из вышесказанного, в данном исследовании была осуществлена тестовая оценка способностей (полу)профессиональных игроков в компьютерном спорте. Всего тестирование прошел 31 игрок с опытом участия в официальных киберспортивных турнирах и высоким внутриигровым рейтингом (топ 2%). Из них 12 игроков попадали в категорию профессионалов (имеющих контракт с организацией), остальные участвовали в турнирах на добровольных основаниях и идентифицировались как полупрофессионалы. Результаты приведены в сопоставлении с нормами, ранее полученными той же серией методик для спортсменов в традиционных игровых, прикладных видах спорта и единоборствах (Грушко и др., 2016; Касаткин и соавт., 2018).

**В список исследуемых переменных** вошли: 1) сенсомоторная координация «глаз-рука», время реакции, ингибирование и периферическое восприятие на приборе «Dynavision D2» (тесты «стандартный», «периферия», «ингибирование»); 2) реакция выбора (для рук) на приборе «Thought Technology»; 3) зрительное и акустическое внимание на устройстве

«Vienna Test System» («детерминационный тест»); 4) слежение за несколькими динамическими объектами на приборе «Neurotracker CogniSens»; 5) переключение внимания, скорость зрительного поиска в тесте «Красно-черные таблицы» Горбова-Шульте; 6) пространственная и оперативная память в тесте «Corsi»; 7) кратковременная память (узнавание) в тесте «Геометрические фигуры».

**Результаты.** Игроки показали сопоставимые со спортсменами результаты в комплексных тестах, оценивающих распределение внимания, ингибирование (подавление реакции на нерелевантный стимул), периферическое зрение и время моторной реакции. Они также превосходили спортсменов в скорости реакции выбора (в ситуации предъявления двух альтернатив) и объеме оперативной пространственной памяти. В тесте на зрительное и акустическое внимание они продемонстрировали низкую точность, которая может быть следствием высокой скорости. Таким образом, были получены свидетельства того, что компьютерный спорт предъявляет сходные и даже превосходящие традиционный спорт требования к некоторым когнитивным и психомоторным способностям. Зафиксированные преимущества дают основания рассуждать о развивающем *потенциале* киберспорта, а значит достоинствах его популяризации.

#### *Список литературы*

1. Banyai F., Griffiths M., Kiraly O., Demetrovics Z. 2019. The psychology of esports: a systematic literature review. *Journal of Gambling Studies*, 35, 351.
2. Bediou B. et al. 2017. Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychological Bulletin*, 144.
3. Faubert J., Sidebottom L. 2012. Perceptual-Cognitive Training of Athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6, 85-102.
4. Hiltcher J., Scholz T. 2019. eSports Yearbook 2017/18. Books on Demand GmbH, 9-19.
5. Newzoo. 2019. Global games market report. [Электронный ресурс.] URL: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2019-light-version/> (дата обращения: 20 апреля 2020).
6. Грушко А.И., Касаткин В.Н., и др. 2016. Диагностика времени моторной реакции в различных видах спорта. *Спортивный психолог*, 1, 40.
7. Методические рекомендации по диагностике и развитию когнитивных и психофизиологических детерминант пика спортивной формы / В.Н. Касаткин, А.И. Грушко, Н.Ю. Федунина и др. – ФМБА России, Москва, 2018. – 44 с.
8. Приказ Министерства спорта РФ от 29 апреля 2016 г. № 470. [Электронный ресурс.] URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71317030/> (дата обращения: 20 апреля 2020).

# **Особенности когнитивной обработки эмоциональных слов тюркско-русскими билингвами: экспериментальное исследование<sup>1</sup>**

*А.В. Васильева, З.И. Резанова*

*Лаборатория лингвистической антропологии,  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия  
alvasilevaaa@mail.ru, rezanovazi@mail.ru*

*Ключевые слова: когнитивная обработка, эмоциональные слова, тюркско-русские билингвы.*

В настоящее время исследования, посвященные когнитивной обработке эмоциональной лексики, представляют собой активно развивающееся направление. При этом довольно часто эмоциональность рассматривается не обособленно, а во взаимодействии с другими психолингвистическими факторами, например, такими как частотность слова (Méndez-Bértolo et al. 2011), сила эмоции (arousal) (Larsen et al. 2008), тип оценки (valence) (Kupertman et al. 2014) и т.д. Кроме того, эмоциональность исследуется на материале различных языков и в различных аспектах, среди которых аспект билингвальный.

Анализ литературы по данной тематике показывает, что в исследованиях, направленных на выявление особенностей когнитивной обработки эмоциональной лексики билингвами и монолингвами ученые получают противоречивые результаты. При этом в качестве факторов, влияющих на данную разницу, говорят, например, о причинах, связанных с различными подходами к пониманию эмоциональности, или также об уровне владения и возрасте усвоения билингвами вторым языком (Ponari et al. 2015).

Так, ученые отмечают, что у ранних сбалансированных билингвов, т.е. у билингвов, освоивших одновременно L1 и L2, настроенность на эмоциональное содержание каждого из языков примерно одинакова. У поздних последовательных билингвов, напротив, второй язык связан с большим эмоциональным расстоянием (Altarriba 2008; Dewaele 2004).

В нашей работе мы исследуем особенности когнитивной обработки диминутивов, как особого класса эмоциональной лексики, носителями русского языка как родного и тюркско-русскими билингвами.

В качестве стимулов для проведения исследования были использованы 371 слово, из которых 163 единицы – неэмоциональные непроезводные

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (грант № 14.У26.31.0014).

слова (*стол, костюм, дочь*), 166 – эмоциональные слова с диминутивными суффиксами (*столик, костюмчик, доченька*), образованные от непроезводимых слов, 42 – слова с положительной и отрицательной оценкой (*великолепие, мерзость*).

Наше исследование состояло из двух этапов. На первом этапе нами была проведена серия экспериментов, целью проведения которых было выявить наличие/отсутствие взаимодействия эмоциональности и других психолингвистических факторов (частотность, сила эмоции, тип оценки, контекстуальная реализация, реализуемые через параметры «в разговорах о ком (с кем) употребляется слово»), влияющих на распознавание слов. В ходе данных экспериментов участникам (группам носителей русского языка как родного и тюркско-русским билингвам) предлагалось оценить предъявляемые им стимулы по шкале от 1 до 7 по указанным параметрам. В результате была сформирована база данных, на основе которой при помощи непараметрического коэффициента корреляции Спирмена был проведен корреляционный анализ для установления наличия взаимодействия между указанными психолингвистическими параметрами, а также внутригрупповой анализ по всем параметрам с целью выявления особенностей слов с диминутивными суффиксами.

Результаты корреляционного анализа показали наличие идентичных корреляционных связей в двух группах участников экспериментов. Среди наиболее значимых можно выделить корреляции между следующими параметрами: «использование в разговорах с ребенком/взрослым» и «использование в разговорах о ребенке/взрослом» ( $r = 0,874$ ;  $r = 0,870$ ); «тип оценки» и «использование в разговорах с ребенком/взрослым» ( $r = 0,442$ ;  $r = 0,509$ ); «возраст усвоения» и «использование в разговорах с ребенком/взрослым» ( $r = 0,450$ ;  $r = 0,449$ ); «степень эмоциональности» и «использование в разговорах с ребенком/взрослым» ( $r = -0,467$ ;  $r = -0,303$ ); «степень эмоциональности» и «тип оценки» ( $r = -0,375$ ;  $r = -0,562$ ).

На втором этапе исследования был проведен поведенческий эксперимент с измерением скорости реакции испытуемого на предъявляемые объекты. В качестве независимой переменной выступил тип эмоциональности стимула с четырьмя уровнями: неэмоциональные слова, эмоциональные слова с диминутивными суффиксами, эмоциональные слова с положительной и отрицательной оценкой. Тип используемого задания – категоризация.

Результаты проведенного эксперимента анализировались при помощи пакетов STATISTICA и SPSS Statistics. При анализе использовался ковариационный анализ – ANCOVA.

Анализ полученных данных показал, что когнитивная обработка диминутивов отличается от когнитивной обработки нейтральных единиц и у русскоязычных испытуемых, и у тюркско-русских билингвов. Это проявляется в различии в скорости реакции на эти стимулы, при этом у носителей

русского языка как родного на данные различия оказывает влияние фактор частотности слова, у тюркско-русских билингвов – частотность и длина. Кроме того, носители русского языка как родного в целом обрабатывают единицы быстрее, чем билингвальные испытуемые.

Мы полагаем, что полученные различия объясняются, главным образом, типологическими различиями языков, а также типом исследуемых лексических единиц и их особым положением в русском и тюркских языках. Однако, с другой стороны, схожая чувствительность к эмоциональным единицам при их восприятии, а также одинаковые принципы обработки эмоциональных и нейтральных единиц позволяют предположить, что тип билингвизма – ранний несбалансированный с доминированием второго языка все же оказывает влияние, что соотносится с данными, полученными ранее.

#### *Список литературы*

1. Méndez-Bértolo C., Pozo M.A., Hinojosa J.A. 2011. Word frequency modulates the processing of emotional words: Convergent behavioral and electrophysiological data. *Neuroscience letters*. Vol. 494 (3). P. 250-254.

2. Larsen, R. J., Mercer, K. A., Balota, D. A., & Strube, M. J. 2008. Not all negative words slow down lexical decision and naming speed: Importance of word arousal // *Emotion* (Washington, D.C.). Vol. 8. P. 445-452.

3. Kuperman V., Estes Z., Brysbaert M. & Warriner A.B. 2014. Emotion and language: Valence and arousal affect word recognition // *Journal of Experimental Psychology: General*. Vol. 143 (3). P. 1065-1081.

4. Ponari M. et al. 2015. Processing advantage for emotional words in bilingual speakers // *Emotion*. Vol. 15 (5). P. 644-652 DOI: 10.1037/emo0000061

5. Altarriba J. 2008. Expressions of emotion as mediated by context // *Bilingualism: Language and Cognition*. Vol. 11 (2). P. 165-167.

6. Dewaele J. M. 2004. The emotional force of swearwords and taboo words in the speech of multilinguals // *Journal of multilingual and multicultural development*. Vol. 25 (2-3). P. 204-222.

## **Гипотеза когнитивных преимуществ билингвов: экспериментальное исследование с носителями национально-русского двуязычия<sup>1</sup>**

*Ю.Е. Леценко, Т.И. Доценко, Т.С. Остапенко*  
*Пермский государственный научно-исследовательский университет*  
*Пермский государственный гуманитарно-педагогический*  
*Университет, г. Пермь, Россия*  
*naps536@mail.ru; [tamaradotsenko@bk.ru](mailto:tamaradotsenko@bk.ru); [osttania@yandex.ru](mailto:osttania@yandex.ru)*

Ключевые слова: *когнитивные преимущества, билингвы, коми-пермяцкий и русский язык.*

Гипотеза когнитивных преимуществ билингвов предполагает, что люди, являющиеся носителями двух языков, в целом превосходят монолингвов (носителей одного языка) по уровню сформированности когнитивных механизмов (Bialystok and Craik 2010). В частности, согласно этой гипотезе у билингвов лучше развит механизм когнитивного контроля, отвечающий за концентрацию внимания при выполнении различных видов деятельности. В экспериментальных условиях это проявляется в том, что билингвы, по сравнению с монолингвами, быстрее и с меньшим количеством ошибок выполняют задания, требующие усиленной концентрации внимания и способности отсеивать интерферирующую информацию, а также при выполнении таких заданий задействуют меньше ресурсов мозга (см. подробный обзор в: Antoniou 2019). Эффект когнитивных преимуществ билингвов был выявлен на материале экспериментальных исследований с носителями европейских языков; особенно ярко он проявляется у детей дошкольного (2–4 года) и младшего школьного (8–11 лет) возраста, а также у людей среднего (30–59 лет) и пожилого (старше 70 лет) возраста, однако практически отсутствует у информантов в возрастном диапазоне 18–24 года (Costa et. al. 2009, Bartolotti and Marian 2012, Sebastian-Galles et. al. 2012, Morales et. al. 2013). Предполагается, что отсутствие «билингвального эффекта» у молодых людей обусловлено тем, что они находятся на пике своих когнитивных возможностей, что уравнивает носителей разного количества языков в скорости протекания когнитивных процессов.

В качестве гипотезы нашего исследования выдвигается предположение о том, что возрастной фактор (принадлежность к возрастной группе 18–24 года) не является определяющим для наличия/отсутствия когнитивных

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 17-29-09074 «Комбинированное триязычие и его влияние на языковую и когнитивную деятельность индивида: интегративная модель».

преимуществ билингвов над монолингвами; скорее всего, помимо скорости протекания когнитивных процессов, преимущества билингвов имеют ряд других проявлений, которые требуют дальнейшего экспериментального изучения на материале носителей различных языков. Данная гипотеза проверяется на примере носителей национально-русского билингвизма.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы было проведено экспериментальное исследование, в котором принимали участие две группы информантов: 1) билингвы (носители коми-пермяцкого и русского языков); 2) монолингвы (носители русского языка). Все информанты являются студентами 1 курса вуза и относятся к возрастной категории 18–21 год. В исследовании применялись 3 экспериментальные методики, выявляющие отдельные свойства когнитивных процессов индивида; каждая методика использовалась в двух вариантах. Эксперимент 1 представлял собой тест Струпа (метод словесно-цветовой интерференции), в ходе которого информант должен определить цвет, которым написано слово-цветообозначение (при этом цвет слова-стимула не совпадает с его значением). Первая разновидность теста проводилась с одним словом стимулом, вторая – с цепочкой слов-стимулов. В Эксперименте 2 информантам предъявлялись два варианта таблиц Шульте. Каждая таблица включает в себя определенное количество ячеек (25 ячеек для варианта с цифрами и 35 ячеек для варианта с буквами), заполненных элементами в случайном порядке; экспериментальное задание подразумевает заполнение таблиц в порядке возрастания значений цифр/выстраивания букв по алфавиту. Для Эксперимента 3 была использована методика «корректирующая проба Бурдона», также представленная в двух вариантах – с цифрами и с буквами. Информантам предъявлялся экспериментальный бланк, заполненный рядами букв/цифр, расставленных в случайном порядке; в ходе выполнения задания было необходимо отметить в каждом ряду определенную букву/цифру, обозначенную в начале ряда. Все эксперименты проводились онлайн; для каждого информанта автоматически фиксировалось время выполнения экспериментального задания и количество допущенных ошибок/количество правильных ответов. В ходе обработки экспериментальных результатов были высчитаны средние и медианные показатели скорости и правильности выполнения заданий для каждой группы информантов, затем показатели билингвов и монолингвов были сопоставлены между собой.

В результате было выявлено и проанализировано несколько параметров, характеризующих особенности протекания когнитивных процессов у билингвов по сравнению с монолингвами. В тесте Струпа, выявляющем сопротивляемость интерференции, билингвы показывают положительную динамику скорости выполнения заданий (разница между Заданием 1 и заданием 2 составила 29 мс), тогда как у монолингвов динамика практически

отсутствует (разница составила 1 мс). В тесте Шульте, выявляющем устойчивость зрительного восприятия и скорость ориентировочно-поисковых движений взгляда, разница между билингвами и монолингвами оказалась еще более значительной: положительная динамика билингвов на 43 мс превышает динамику монолингвов. В тесте Бурдона, выявляющем устойчивость концентрации внимания, на фоне фиксированного времени выполнения задания (5 минут) вариативным показателем является количество ошибочных ответов информантов. В данном случае билингвы, во-первых, обгоняют монолингвов по количеству правильных ответов в обоих заданиях (разница составила от 12 до 14 элементов соответственно) и, во-вторых, показывают положительную динамику в ходе выполнения обоих заданий (снижение количества ошибочных ответов в Задании 2 на 5,4 единицы), в то время как динамика монолингвов является отрицательной (увеличение количества ошибочных ответов в Задании 2 на 3,55 единиц).

Полученные результаты указывают на то, что у билингвов, относящихся к возрастной группе 18–21 год, когнитивные преимущества выражаются не столько в скорости выполнения отдельно взятого экспериментального задания, сколько в устойчивой динамике улучшения показателей скорости и правильности реагирования при выполнении двух аналогичных заданий. Данная динамика указывает на активную работу адаптационных механизмов билингвов, «настраивающих» быстрое включение в новый вид деятельности, общую устойчивость внимания и сопротивляемость интерференции. Мы полагаем, что повышенные адаптивные способности билингвов могут определять более высокий (по сравнению с монолингвами) уровень их способностей к обучению различным (в том числе – неязыковым) видам деятельности.

#### *Список литературы*

1. Antoniou M., 2019 The advantages of bilingualism debate. *Annual Review of Linguistics* 5. 395-415.
2. Bartolotti J., Marian V. 2012 Language learning and control in monolinguals and bilinguals. *Cognitive Sciences* 36, 1129–1147.
3. Bialystok E., Craik F. 2010 Cognitive and Linguistic Processing in the Bilingual Mind. *Current Costa A., Hernández M., Costa-Faidella J., Sebastián-Gallés N.* 2009 On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition* 113, 135-149.
4. Morales J., Calvo A., Bialystok E. 2013 Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology* 114 (2013), 187-202.
5. Sebastian-Galles N., Albareda-Castellot B., Weikum W., Werker J. 2012 A bilingual advantage in visual language discrimination in infancy. *Psychological Sciences* 23(1), 994-999.

## Эквивалентность идиом в психолингвистическом аспекте (на материале русской и монгольской фразеологии)

У.М. Трофимова<sup>1</sup>, Е.Б. Трофимова<sup>2</sup>, Алимаа Пурэв<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина,

Москва, Россия

<sup>2</sup>Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет

им. В.М. Шукшина, Бийск, Россия

<sup>3</sup>Монгольский национальный университет,

Улан-Батор, Монголия

[umt2005@rambler.ru](mailto:umt2005@rambler.ru); [eltrofimova@mail.ru](mailto:eltrofimova@mail.ru); [alimaa@mnu.edu.mn](mailto:alimaa@mnu.edu.mn)

Ключевые слова: *психолингвистика, идиомы, русская и монгольская фразеология.*

Проблема межъязыковой эквивалентности фразеологических единиц – одна из болевых точек современной лингвистики. Усложняющийся концептуальный инструментарий языкознания обнаруживает все более сложную организацию идиом, семантика, синтактика и прагматика которых аккумулируется на основе свойств целостной единицы и ее отдельных компонентов. В результате, как отмечает Д.О. Добровольский (2011), ожидать совпадения разноязычных идиом по всем релевантным критериям трудно, особенно в условиях неуклонного расширения списка критериев.

В контексте данной проблемы представляется целесообразным введение понятия *психолингвистическая эквивалентность* и описание среды его функционирования. Пользуясь параллелью с синонимией, отметим как экспериментально доказанный факт, что носители языка приписывают сходство и даже тождество значений гораздо более широкому набору лексем, чем те, которые зафиксированы в лексикографических источниках (Лебедева 2002); в терминологии А.А. Залевской, эти единицы были названы *симиляры*. Типология семантического сходства была еще расширена за счет термина *проксоним*, которым является «любая языковая единица, сигнализирующая близость значения слов «здесь и сейчас»» (Лебедева 2002: 132). Данная таксономия (*синоним – симиляр – проксоним*) в некотором смысле является универсальной для описания механизмов установления сходства/тождества в метаязыковой деятельности индивида, не только профанной, но и профессиональной. Роль психолингвистической эквивалентности особенно высока в ситуации дистантных языков, какими являются русский и монгольский, и языков с молодой лексикографической традицией (как монгольский).

Процессы идентификации фразеологических единиц опираются на внутренний контекст, аккумулирующий экстралингвистическую и лингвистическую информацию (Арзамасцева 2014). Установление эквивалентности осуществляется через цепочку идентификационных процессов, на разных этапах которой различную роль играют образные и лексемные свойства идиомы, ее оценочность, а также параметры частотности и синтаксической аномальности.

Анализ психолингвистической эквивалентности в работе осуществляется на материале данных, полученных в ходе экспериментов со 100 носителями русского языка различного возраста, пола и уровня образования. Испытуемым были предъявлены 25 идиом монгольского языка в пословном переводе с заданием установить значение и фразеологический аналог в русском языке, а также указать оценку (положительную/отрицательную) (например, *алганы хонхорхой хазах* букв. кусать ямочку ладони (о трудном, невозможном деле), *гудамж метрлэх* букв. измерять улицу метром (бесцельно гулять; болтаться), *цаасан малгай өмсгөх* букв. надевать бумажную шапку (перехваливать, льстить)).

Количественный анализ экспериментальных данных достаточно высокую обратную корреляцию между коэффициентом разнообразия и однообразия реакций испытуемых (-0,86), однако низкую корреляцию между отказами и обоими коэффициентами. Можно выделить, как минимум, четыре фактора, влияющие на количественные характеристики: это структурная и образная прозрачность, уровень когнитивной сложности и уровень образованности информантов. Наиболее стереотипным выражением является монг. *ни жир ни жила*, имеющее устойчивое русское соответствие *ни рыба ни мясо* (отличающееся шириной значения).

Анализ полученных реакций позволяет судить об актуальном фонде русских идиом, возможностях их семантической и формальной вариативности, синтаксических структурах и актуальных для русского языкового сознания семантических полях. В ядро русской фразеологии попадают *кусать локти* (выступившие в качестве аналога двух монгольских идиом с инвариантным значением 'невозможного, недостижимого' – *укусить ямочку ладони* и *как ставить рис на кончике иглы*); *лить масло в огонь* (варианты *подлить/подливать масло в огонь*) и *ни рыба ни мясо*, которые, соответственно, выступают в качестве аналогов монгольских образных единиц *добавлять солончак* и *ни жир ни жила*. Самой универсальной является устойчивое выражение *искать иголку в стоге сена* (варианты *найти иголку в стоге сена*, *как иголка в стоге сена*). Несмотря на существующее представление об устойчивости компонентного состава фразеологизмов, сохраняющего синтаксические аномалии как имманентное свойство фразеологизмов, испытуемые свободно варьируют форму идиомы. Наиболее часто варьированию подвергаются порядок слов (*висеть на волоске/на волоске*

*висит*), вид предиката (*носить/нести воду в решете; искать/найти иголку в стоге сена*), могут допускаться усечения компонентов (*искать иголку в стоге сена/ иголка в стоге сена*) или, напротив, расширение компонентного состава (*белая ворона/как белая ворона*).

При идентификации фразеологизма *кончик иголки не войдет* информанты опираются на структурный компонент (отрицание) и образную интерпретацию, не коррелирующие друг с другом. В результате возникает три семантических соответствия: *мышь не пробежит, комар носа не подточит, как сельди в бочке (яблоку негде упасть)*. Доминирование идиомы *комар носа не подточит* обусловлено не только структурой, но и ассоциативной связью жала комара и иглы, а также соответствием семантическому полю «труд». *В его уме козленок умер* вызывает целый ряд синонимичных аналогов объединенных семантикой 'глупости' (*в голове опилки/пустота, глупый как баран, тупой как валенок, каша/тараканы в голове, задним умом крепок, дошло как до жирафа* и т.д.), однако преобладает идиома *без царя в голове*, иначе говоря, семы 'легкомысленности', 'глупости', 'умственной медлительности' и 'сумасшествия' рассматриваются как синонимичные.

Таким образом, для установления психолингвистической эквивалентности иноязычной и родной идиомы в качестве значимых факторов выступают синтаксическая структура фразеологизма, концептуальная семантика, лексический компонент и фразеологический образ. При рассогласовании различных факторов эквивалентность может достигаться за счет деформации русской идиомы (например, *укусить ямочку ладони – кусать локти* с утратой семы «жалости») или монгольского образа (*кончик иголки не войдет* (о дружбе) – *комар носа не подточит*).

В докладе на экспериментальном материале устанавливается корреляция между психолингвистическим рангом русских идиом, отражающим интерпретативные возможности идиомы в процессах установления межъязыкового тождества и возможностями их образной, структурной и семантической вариативности.

#### Список литературы

1. Арзамасцева Н.Ю. 2014. Специфика функционирования фразеологических единиц в индивидуальном лексиконе (экспериментальное исследование): дисс. на соискание канд. филол. наук. Курск.
2. Добровольский Д.О. 2011. Сопоставительная фразеология: межъязыковая эквивалентность и проблема перевода идиом. *Русский язык в научном освещении*. № 2(22). С. 219 – 246.
3. Лебедева С.В. 2002. Синонимы и проксонимы. Курск: Изд-во Курск. гос. пед. ун-та.

## **Релевантная информация как фактор повышения качества интеллектуальной деятельности**

*П.А. Байгужин*

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия  
baiguzhinpa@susu.ru*

*Ключевые слова: интеллектуальные нагрузки, функциональные состояния, релевантная информация.*

Известно, что условия студенческого труда характеризуются высокой напряженностью преимущественно, за счет интеллектуальных процессов в условиях повышенных сенсорных нагрузок и с позиций физиолого-гигиенической оценки, являются вредными (Байгужин, 2011). Актуальной является оценка вегетативного обеспечения (Ведясова, 2016) и оценки функционального состояния ЦНС при деятельности студентов при выполнении информационной пробы.

Исследование в межсессионный период, во второй половине дня. На основании добровольного информированного согласия, обследовано 30 студентов, средний возраст которых составил  $20,4 \pm 1,54$  года. С помощью пробы «Простая зрительно- моторная реакция» (ПЗМР), реализованной на сертифицированном аппаратно- программном комплексе «НС-Психотест», получены интегральные показатели функционального состояния ЦНС: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ).

Вегетативная регуляция деятельности организма в выполнении информационной пробы оценивалась посредством спектрального анализа вариабельности ритма сердца (эпоха 300 с). Регистрацию ЭКГ проводили на компьютерном электрокардиографе – Поли-Спектр-8 в положении сидя во втором стандартном отведении.

В качестве функциональной пробы предлагалось задание, ориентированное на восприятие, обработку и переработку слабоструктурированной информации (Байгужин, 2018). В основе модели интеллектуальной нагрузки (МИНа) – комбинаторика букв – процедура составления слов по определенным правилам «словообразования». Оценивали следующие показатели: количество составленных слов; количество ошибок (в том числе повторов и «несуществующих» слов); количество баллов, рассчитанных из букв, составляющих новое слово; продуктивность работы. МИНа реализована в двукратном ее выполнении: первая часть (10 мин) – выполняется по

инструкции, вторая (10 мин) – с предложением испытуемым дополнительной релевантной информации, позволяющей увеличить количество баллов, а значит продуктивность работы.

Для проверки статистической значимости полученных результатов использовали непараметрический статистический z-критерий Уилкоксона. Взаимосвязь между количественными признаками определяли с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

Использование испытуемым дополнительной релевантной информации при выполнении второй части МИНа значительно увеличило количество выполненной работы на 9,83 % ( $p = 0,002$ ), баллов за выполненный объем – на 16,15 % ( $p = 0,000$ ), продуктивность работы – на 35,95 % ( $p = 0,001$ ).

В целом, характер интеллектуальной нагрузки, предъявляемой обследованным в ходе выполнения ими МИНа ( $2 \times 10$  мин) отражается в одностороннем приросте среднего значения VLF-компонента при стабильных значениях TP – общей мощности спектра сердечного ритма. Такое развитие гиперадаптивного состояния (Флейшман с соавт., 2014) сопровождается значимым приростом числа ошибок в тесте «Простая зрительно-моторная реакция» ( $Z = -2,066$  при  $p = 0,039$ ). Выявлен прирост интегральных показателей функционального состояния ЦНС (ФУС, УР и УФВ), что свидетельствует о мотивированном отношении испытуемых к выполнению пробы – «включенности в деятельность».

Корреляционный анализ показателей, полученных в первой и второй части МИНа, выявил ряд особенностей формирования и развития функциональной системы, обеспечивающей эффективность восприятия, обработки и переработки слабоструктурированной информации.

В первой части МИНа обнаружена значимая обратная взаимосвязь абсолютного показателя VLF с количеством составленных слов ( $r_s = -0,460$  при  $p = 0,041$ ) и с количеством ошибочных действий ( $r_s = -0,507$  при  $p = 0,022$ ), в том числе с количеством «несуществующих» слов ( $r_s = -0,436$  при  $p = 0,055$ ). Примечательно, что количество ошибок при выполнении первой части МИНа коррелирует со средним значением латентного периода ПЗМР ( $r_s = -0,487$  при  $p = 0,03$ ) и со среднеквадратичным отклонением ПЗМР ( $r_s = -0,445$  при  $p = 0,049$ ). Количество «несуществующих» слов пропорционально показателю ФУС ( $r_s = 0,450$  при  $p = 0,046$ ). Выявленные взаимосвязи указывают на выполнение задания на относительно высокой скорости, снижающей качество работы за счет частого совершения ошибочных действий, в частности частых формулировок «несуществующих» слов. Теоретическую значимость имеет взаимосвязь ФУС и HF-компонента ( $r_s = 0,464$  при  $p = 0,039$ ).

Повышение активности вагуса сердца отражает ориентировочно-исполнительное взаимодействие параметров сформированной функциональной системы (Sørensen et al., 2019). Подобные характеристики интеллектуальной деятельности соответствуют импульсивному когнитивному стилю.

Во второй части МИНа выявлена значимая связь показателя относительного VLF (доли компонента в общей мощности спектра ВРС) с количеством ошибочных действий ( $r_s = -0,459$  при  $p = 0,042$ ). Специфичность корреляционной плеяды исследуемых показателей заключается в закреплении их функциональных связей, что отражается на стабилизации функционального состояния ЦНС. Использование дополнительной релевантной информации во второй части МИНа усугубляет развитие гипердаптивного состояния автономной нервной системы у испытуемых. Констатируем снижение импульсивности, которое характеризуется увеличением вклада симпатического отдела нервной системы, на что указывает связь ЧСС и количества ошибочных действий ( $r_s = -0,397$  при  $p = 0,083$ ). Корреляционная плеяда отличается наличием связи показателя LF/HF с числом пропусков сигнала в тесте ПЗМР ( $r_s = 0,325$  при  $p = 0,162$ ), а также с латентным периодом ПЗМР ( $r_s = 0,348$  при  $p = 0,132$ ).

#### *Список литературы*

1. Байгужин П.А. 2011. Гигиеническая оценка напряженности умственного труда студентов в ситуации тестирования теоретической подготовленности // Вестник Южно- Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 39 (256). 16–18.
2. Байгужин П.А. 2018. Лингвистическая комбинаторика в основе моделирования информационного стресса // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: Материалы VII Международной научно-практической конференции. Челябинск: ЮУрГГПУ. 376–379.
3. Ведясова О.А., Павленко С.И., Кретова И.Г., Комарова М.В. 2016. Влияние информационной нагрузки на динамику спектральных параметров variability сердечного ритма у студентов с разными хронотипами // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 102. 8. 990–1001.
4. Флейшман А.Н., Кораблина Т.В., Петровский С.А., Мартынов И.Д. 2014. Сложная структура и нелинейное поведение very low frequency variability ритма сердца: модели анализа и практические приложения // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 22. 1. 55–70.
5. Sørensen L., Wass S., Osnes B., Schanche E., Adolfsdottir S., Svendsen J.L., Visted E., Eilertsen T., Jensen D.A., Nordby H., Fasmer O.B., Binder P.-E., Koenig J., Sonuga-Barke E. 2019. A psychophysiological investigation of the interplay between orienting and executive control during stimulus conflict: A heart rate variability study // *Physiology & Behavior*. 211, 112657.

## Вандализм в городской среде: кросс-культурный аспект<sup>1</sup>

*И.В. Воробьева, О.В. Кружкова*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,*

*Екатеринбург, Россия*

*[lorisha@mail.ru](mailto:lorisha@mail.ru); [galiat1@yandex.ru](mailto:galiat1@yandex.ru)*

Ключевые слова: *вандализм, городская среда, кросс-культурное исследование.*

Динамика жизни современного человека в любой точке мира чрезвычайно высока, вместе с ним преобразованию подвергается и то пространство, в котором он осуществляет свою активность. И если изменения личной среды (дом, квартира, офис и пр.) как правило, планомерны и носят продуктивный характер, то среда города или общественное пространство меняется стихийно и, к сожалению, не всегда в позитивном направлении. Безусловно, это не касается процессов благоустройства территории, за которые отвечает конкретный управляющий, задачами которого как раз и является поддержание ее объектов в необходимом для функционирования состоянии. Речь идет о жителях и гостях города, которые позволяют себе преобразовывать окружающую среду без наличия легитимных прав на эту активность, т.е. по сути, совершают вандализм по отношению к объектам городского пространства.

Вандализм стал активно изучаться в конце 20 века (Wilson J.Q., Kelling G.L. 1982; Ватова Л.И. 2007; Головаха И. 2004 и др.). На сегодняшний день, вандальные преобразования городской среды есть в каждом городе. Однако, безусловно, они имеют свою культурно-образную специфику, связанную не только с ценностно-смысловыми установками, но и традициями, нормами поведения и многим другим. Вместе с тем, специальных работ по изучению данного феномена не так много. Исследователи зачастую рассматривают данную деструктивную активность как форму косвенной агрессии, возрастные особенности, в частности результаты реакции группирования в подростковом возрасте и пр. Однако, как показывает наш многолетний опыт изучения этого феномена, вандализм необходимо рассматривать как самостоятельную форму взаимодействия человека с материальной (и нематериальной) окружающей средой. Вандализм может иметь самые различные варианты выражения: графический вандализм – рисунки, надписи или смешанные формы, то, что можно отнести к стрит-арт или граффити; деструктивный вандализм – частичное (или полное)

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-18-01278).

уничтожение, разрушение отдельных объектов (их элементов), разбитые окна, испорченные панели в лифтах, сожжение мусорных баков и т.п.; идеологический вандализм – разрушение или преобразование религиозных объектов, памятников, объектов исторического и культурного наследия.

Одним из самых острых вопросов является поиск причин, побуждающих людей совершать подобные действия. Подавляющее число научных работ посвящено именно этой проблеме. Установлено, что среднестатистический вандал относится к подростковой или юношеской возрастной группе, мужскому полу, обладает определенными чертами личности (Ватова Л.И. 2007, Злоказов К.В. и др. 2017, 2018, Воробьева И.В., Кружкова О.В, 2014). Однако, объективной сложностью выступает возможность детального изучения данной группы, они редко идут на контакт и оставляют свои координаты для более глубокого изучения, в противовес тому, что результаты их деятельности общедоступны и в большей степени могут быть детально исследованы специалистами.

Наиболее ярким, дискуссионным и амбивалентным вариантом проявления вандализма в городе является графический вандализм. Именно он наиболее информативен с точки зрения изучения кросс-культурных особенностей, поскольку детальному анализу могут быть подвергнуты не только изображения (символы, размер, цвета, формы и пр.), но и надписи с их семантикой, а также косвенные характеристики – место расположения, уникальность и пр.

Для реализации сравнительного кросс-культурного исследования результатов вандальных актов были сделаны фото графического вандализма в крупных городах Германии, Франции, Чехии, Испании, Белоруссии и России. Для объективности анализа были разработаны несколько групп критериев: содержательные (оценивалась семантика изображения) и топографические (оценка места расположения результатов вандального акта – функциональная принадлежность здания или сооружения; степень его доступности для преобразования, тип и форма вандальных изменений). Оценка проводилась независимыми экспертами.

Обобщая полученные результаты, можно утверждать, что вандализм действительно имеет культурную специфику. Так, во Франции графические формы вандализма затрагивают преимущественно политические аспекты жизни общества – вандализм протеста против политических решений, конкретных персон, призыв к активному противодействию существующей ситуации. Результаты вандальных актов свидетельствуют о социальном и экономическом неблагополучии отдельных категорий граждан, а также мигрантов, находящихся в этой стране. В Германии посредством графического вандализма молодежь в основном маркирует свое пространство, в котором она наиболее активна. Также наблюдается использование ванда-

лизма для сигнализации об острых социальных проблемах, волнующих жителей крупных городов – экология, безработица, бедность. В Белоруссии вандализм носит единичный характер в силу высокого социального контроля и максимальной включенности жителей в поддержание общественного порядка. Наблюдаются отдельные элементы несанкционированного стрит-арта малого объема. В России достаточно большой процент графического вандализма относится к нелегальному маркетингу, вандальные повреждения также используют для коммуникации, нанося на городские объекты образы с юмористическим и философским содержанием. Для Чехии специфичен трафаретный вандализм, который авторы располагают в исторических центрах городов. В Испании распространены многочисленные бомбинговые и теговые изображения, наносимые преимущественно подростками, сопровождаемые поджогами, разрушениями и пр. Полученные результаты будут уточнены и расширены за счет привлечения дополнительных методов исследования, включая изучение отношения жителей этих стран к вандальному поведению.

#### *Список литературы*

1. Trovo F., Griguol E. 2017. The role of green chemistry in cultural heritage conservation and the campaign against graphic vandalism Innovation: State of the art of research and implications // *Chimica Oggi. Chemistry Today*. №35 (4). – P. 42-46.
2. Wilson J.Q., Kelling G.L. 1982. Broken windows // *Atlantic Monthly*. V. 249. P. 29-38.
3. Ватова Л.С. 2007. Социально-психологические основания молодежного вандализма и его профилактика. М.: Народное образование; МПСИ. 295 с.
4. Злоказов К.В., Зотова А.С., Воробьева И.В., Кружкова А.Г., Оболенская А.Г., Порозов Р.Ю., Руденкин Д.В., Симонова И.А. 2017. Молодежный вандализм как репрезентация проблем городской среды: монография. Екатеринбург. 238 с.
5. Злоказов К.В., Оболенская А.Г., Воробьева И.В., Кружкова О.В., Порозов Р.Ю., Руденкин Д.В., Симонова И.А. 2018. Вандализм в городской среде: девиация или коммуникация: Монография. Екатеринбург. 200 с.
6. Воробьева И.В., Кружкова О.В. 2014. Психология вандального поведения: монография. Екатеринбург. 322 с.
7. Головаха И. 2004. Социальное значение асоциальных граффити (бытование и функции современных киевских граффити) // *Социология: теория, методы, маркетинг*. № 2. – С. 64-77.

## Возрастные изменения управляющих функций мозга у детей дошкольного возраста

М.Н. Захарова<sup>1</sup>, Ю.Н. Комкова<sup>1</sup>, Г.А. Сугрובה<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО ПГУ, Пенза, Россия

voronova-m@mail.ru

Ключевые слова: *управляющие функции, мозг, дошкольный возраст, возрастные изменения.*

**Введение.** Современные образовательные стандарты предъявляют высокие требования к психофизиологическому состоянию ребенка и уровню сформированности его высших психических функций (ВПФ). Среди наиболее важных для развития познавательной деятельности ВПФ большинство исследователей (Diamond, 2013, обзор) отмечают функции программирования, избирательной регуляции и контроля деятельности – управляющие функции мозга (УФ). Формирование УФ связано с морфофункциональным созреванием лобных отделов коры головного мозга и их связей с другими, в том числе глубинными структурами, и этапы развития УФ совпадают с этапами созревания лобных областей (Лурия, 1969; Мачинская, 2009; Posner, Rothbart, 2007). Многие исследования указывают на прогностическую ценность ранних оценок индивидуального профиля УФ в отношении будущих успехов в школьном обучении (например, Bull et al., 2008, Zelazo et al., 2016), однако большинство работ сконцентрировано на изучении развития УФ в младшем школьном возрасте.

**Цель** настоящего исследования состояла в изучении возрастной динамики управляющих функций мозга и связей между функциональным состоянием регуляторных структур (РС) и эффективностью произвольной регуляции поведения и когнитивной деятельности у дошкольников 6–7.5 лет.

**Методика.** В исследовании приняли участие три группы дошкольников: младшая – дети 6–6.5 лет (n = 49, 24 девочки), средняя – дети 6.5–7 лет (n = 117, 50 девочек) и старшая – дети 7–7.5 (n = 60, 30 девочек). Состояние УФ оценивалось с помощью нейропсихологического тестирования, результаты которого анализировались по схеме О.А. Семеновой (2015) с выделением 7-ми компонентов, составляющих интегральные показатели трудностей программирования, избирательной регуляции и контроля деятельности. Функциональное состояние коры и глубинных структур мозга у детей оценивалось с помощью структурного анализа ЭЭГ (Мачинская и др., 1997).

**Результаты и обсуждение.** Межгрупповое сравнение результатов нейропсихологического обследования обнаружило значимо более выраженные

трудности различных аспектов программирования действий в младшей группе по сравнению со средней ( $p = 0,020$ ) и старшей ( $p = 0,002$ ), в том числе межгрупповые различия по выраженности трудностей создания стратегии деятельности ( $p = 0,007$  и  $p = 0,002$  соответственно). Кроме того, в младшей группе по сравнению со старшей были обнаружены более низкие возможности переключения с программы на программу и с одного способа действия на другой ( $p = 0,039$ ), а также более выраженный общий дефицит УФ ( $p = 0,006$ ). Средняя возрастная группа демонстрировала более выраженный общий дефицит УФ, чем старшая на уровне тенденции ( $p = 0,079$ ).

Структурный анализ ЭЭГ не выявил существенных возрастных изменений функционального состояния мозга на макроуровне в исследованных группах детей.

Прогрессивные возрастные преобразования УФ возможно объясняются более тонкими системными перестройками в нейронных сетях коры, недоступными для визуального анализа ЭЭГ. Вместе с тем, во всех возрастных группах встречались дети с ЭЭГ признаками неоптимального состояния глубинных структур мозга, входящих в РС разного уровня. Для оценки влияния индивидуальных особенностей функционирования РС на эффективность УФ из всей исследованной выборки детей 6–7.5 лет были выделены группы с ЭЭГ признаками неоптимального состояния фронто-таламической системы (ФТС) и лобно-базальных структур (ЛБС), а также контрольная группа в которую вошли дети без ЭЭГ признаков неоптимального состояния РС.

Нейропсихологический анализ УФ выявил у детей с признакам неоптимального состояния ФТС значимо более выраженные признаки трудностей программирования ( $p = 0,050$ ), трудностей усвоения инструкции ( $p = 0,016$ ), а также трудностей переключения с движения на движение (на уровне тенденции,  $p = 0,074$ ) по сравнению с контрольной группой. Эти данные согласуются с результатами исследований Р.И. Мачинской (2009), в которых показана роль ФТС в избирательной настройке мозга на обработку значимой информации и снижение эффективности УФ у детей младшего школьного возраста с ЭЭГ признаками неоптимального состояния этой системы. У детей с неоптимальным состоянием ЛБС значимо чаще встречались трудности переключения с задачи на задачу при выполнении корректурной пробы ( $p = 0,019$ ). Такие особенности УФ в этой группе детей могут быть обусловлены участием базальных ганглиев в обеспечении когнитивного контроля (Alexander et al., 1986). Согласно данным (Arns et al., 2015; Kropotov, 2016) у части детей с синдромом дефицита внимания на ЭЭГ выявлены сходные с обнаруженными в нашем исследовании изменения лобно-базального происхождения.

**Выводы.** Междисциплинарное исследование выявило прогрессивный рост эффективности различных компонентов УФ мозга у детей дошкольного возраста в период от 6 до 7.5 лет. Данные об относительной незрелости

УФ у детей младшей возрастной группы с учетом ключевой роли, которую эти функции играют в освоении школьных знаний, позволяют сделать вывод, о том, что оптимальной нижней возрастной границей начала систематического обучения является возраст 6.5 лет. Вместе с тем, при определении готовности к обучению в школе необходимо учитывать индивидуальные траектории формирования УФ, которые могут быть объективно обусловлены индивидуальными особенностями функционального состояния мозга.

#### *Список литературы*

1. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. 504 с.
2. Мачинская Р.И., Лукашевич И.П., Фишман М.Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5-8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения // Физиология человека, 1997. – Т.23. – № 5. – С. 5-11.
3. Мачинская Р.И. Функциональная организация внимания и произвольная регуляция деятельности // Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. М.: М.: Изд-во Московского психолого- социального института; Воронеж: Изд-во НПО «Модэк», 2009. С. 161-218.
4. Семенова О.А., Мачинская Р.И., Ломакин Д.И. 2015. Влияние функционального состояния регуляторных систем мозга на эффективность программирования, избирательной регуляции и контроля // Физиология человека. 2015. Т. 41. № 4. С. 5-17.
5. Alexander G.E., DeLong M.R., Strick P.L. Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex // Annu. Rev. Neurosci. 1986. V. 9. P. 357-381.
6. Arns M., Swatzyna R.J., Gunkelman J., Olbrich S. Sleep maintenance, spindling excessive beta and impulse control: an RdoC arousal and regulatory systems approach? // Neuropsychiatr. Electrophysiol. 2015. V. 1. № 1. P. 5-11.
7. Bull R., Espy K., Wiebe S.A. 2008. Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*. 33. P.205-228.
8. Diamond A. Executive functions / A.Diamond // *Ann.Rev.Psychol.* 2013. Vol. 64. P. 135-168.
9. Kropotov J.D. *Functional Neuromarkers for Psychiatry*. San Diego: Academic Press. 2016.
10. Posner M.I., Rothbart M.K. 2007. *Educating the human brain*. Washington DC; APA Books.
11. Zelazo P.D., Blair C.B., & Willoughby M.T. 2016. *Executive Function: Implications for Education (NCER 2017-2000)* Washington, DC: National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.

## Связь эффективности когнитивного контроля с уровнем владения иностранным языком<sup>1</sup>

*А.В. Зиберова, Б.Б. Величковский*  
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*  
*Москва, Россия*  
*[ziberova.anastasia@gmail.com](mailto:ziberova.anastasia@gmail.com); [velitchk@mail.ru](mailto:velitchk@mail.ru)*

Ключевые слова: *когнитивный контроль, управляющая функция, владение иностранным языком.*

Когнитивный контроль, как управляющая функция, был впервые выделен Аланом Бэдэли в рамках модели рабочей памяти (Baddeley, 1996). В самом широком понимании когнитивный контроль позволяет выполнять целенаправленные действия с учётом изменяющихся условий (Величковский, 2015). Элементарные компоненты когнитивного контроля включают подавление, переключение и обновление рабочей памяти. Помимо выполнения интеллектуальных задач эти функции участвуют в разных аспектах регуляции поведения, таких как контроль эмоций и импульсивного поведения, предпочтение отсроченного вознаграждения и выполнение задания в условиях интерференции. Учитывая широту спектра процессов, включающих функции когнитивного контроля, способы повышения его эффективности представляют исследовательский интерес.

Владение несколькими языками связано с наличием нескольких лексико-грамматических систем. Взаимодействие этих систем и их навигация с целью продуцирования материала на целевом языке рассматриваются в литературе с позиции лексической активации (избирательная активация и подавление интерферирующей активации) и переключения между системами языковых кодов (Green, 1998). Сам характер этих механизмов даёт основания предполагать задействование функций когнитивного контроля в процессе общения при владении несколькими языками. Исследования, проведённые на билингвах, показали их преимущество в эффективности когнитивного контроля перед носителями только одного языка. В данном исследовании мы постарались прояснить взаимосвязь уровня владения иностранными языками с эффективностью когнитивного контроля, а именно: эффективностью функций подавления и переключения.

В исследовании приняли участие 63 респондента, студентов и лиц с высшим образованием в возрасте от 19 до 33 лет (средний возраст 25,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-013-00806.

SD = 3,4). Участники принадлежат к девяти группам по соотношению родного и иностранного языка: русский- английский (19, 15 женщин), русский-азербайджанский (9, 9 женщин), ошивамбо – английский (9, 5 женщин), китайский-русский (5, 4 женщины), китайский – английский (4, 2 женщины), русский – японский (3, 3 женщины), африкаанс – английский (2, 2 женщины), русский язык (12, 7 женщин). Был сделан акцент на овладении иностранным языком с помощью формальных средств обучения, поскольку большинство исследований в данной сфере проводилось на билингвальных выборках и перенос полученных результатов на лиц, владеющих иностранными языками неоднозначен.

Для оценки уровня владения иностранными языками респондентов была использована анкета на русском и английском языках. Был учтён возраст начала обучения иностранному языку, возраст овладения иностранным языком в степени, позволяющей продуктивное использование, инициированное самим респондентом, наличие языковых сертификатов и характер обучения иностранному языку.

Для оценки функций когнитивного контроля использовались два задания на оценку функций подавления и два задания на оценку функций переключения. Задания были реализованы в программной среде «Практика – МГУ, созданной А.Е. Кремлёвым и А.Н. Гусевым. Для оценки функции подавления были использованы два экспериментальных задания: задача Эриксонов и задача Go-No-Go. Функция переключения также оценивалась с помощью двух заданий: с предсказуемой и непредсказуемой сменой задач.

По результатам выполнения экспериментальных задания нами был получен ряд показателей эффективности, выраженных во времени выполнения задач в различных условиях и количестве ошибок. Для упрощения обработки и интерпретации данных они были подвергнуты факторизации с целью снижения размерности данных. Для факторного анализа данных применялся эксплораторный факторный анализ с метод главных компонент с Varimax вращением. Было выбрано факторное решение с тремя компонентами: общий фактор контроля, точность переключения и точность подавления.

Для оценки влияния уровня владения иностранным языком был построен показатель общей языковой компетенции в основном иностранном языке. Для этого показатели самооценки эффективности чтения, говорения, письма и понимания на слух усреднялись по каждому испытуемому. Был рассчитан коэффициент корреляции Спирмена для усреднённого показателя языковых компетенций и значений факторов эффективности когнитивного контроля. Корреляции оказались незначимыми для общего фактора эффективности контроля ( $r = 0,19$ ;  $p = 0,17$ ) и для точности подавления ( $r = 0,07$ ;  $p = 0,64$ ). Однако, корреляция с уровнем языковых компетенций

была значима для фактора точности переключения ( $r = -0,31$ ;  $p = 0,03$ ). Таким образом, с ростом уровня владения иностранным языком значимо увеличивается общая точность выполнения задач на переключение, выраженная в количестве ошибок.

Полученные результаты позволяют говорить о связи уровня владения иностранным языком с эффективностью функции переключения задач. Это согласуется с представлением о взаимодействии процессов использования нескольких языков с процессами когнитивного контроля, описываемых в литературе (Green, 2014). Немаловажно отметить, что уровень владения языком тесно связан со временем начала обучения ему, таким образом само обучение в течение нескольких лет может не принести значимых изменений в эффективности когнитивного контроля, как было показано в исследованиях влияния позднего обучения иностранному языку на показатели когнитивного старения (Anton, 2016). Тем не менее, результаты исследования показывают некоторое когнитивное преимущество в связи с владением иностранным языком.

#### *Список литературы*

1. Величковский Б.Б. (2015) Рабочая память человека, Cogito, М.
2. Antón , García E., Carreiras Y., Duñabeitia M., Andoni J. (2016) Does bilingualism shape inhibitory control in the elderly? Journal of Memory and Language. 90. 147-160.
3. Baddeley AD. 1996. Exploring the central executive. Q. J. Exp. Psychol. A 49,5-28.
4. Bialystok E., Craik F. I. M., Freedman M. (2007). Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. Neuropsychologia, 45, 459-464.
5. Green D.W. (1998). Mental control of the bilingual lexicosemantic system. Bilingualism: Language and Cognition, 1, 67-81.
6. Green D.W., Wei L. (2014) A control process model of code-switching, Language, Cognition and Neuroscience, 29:4, 499-511.

## Сравнение движений глаз при чтении у глухих и слышащих носителей русского жестового языка

А.А. Кромина<sup>1</sup>, А.К. Лауринавичюте<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Центр языка и мозга, Москва, Россия

<sup>2</sup>Университет Потсдама, Потсдам, Германия  
nastya.kromina@gmail.com, alaurinavichute@hse.ru

Ключевые слова: движение глаз, жестовый язык, глухие и слышащие.

Глухие являются уникальной группой читателей, так как они — единственные, кто не опирается при чтении на фонологические представления слов. Глухота является причиной такого значительного недостатка для языкового развития как фонологический дефицит (Bélanger, 2015). Он связан со сложностью соотнесения букв со звуками и затрудняет распознавание слов. До 2012 года считалось, что он является основной причиной плохого навыка чтения у глухих, но в работе Bélanger 2012 было показано, что фонологическое кодирование не используют как хорошо читающие глухие, так и плохо читающие глухие. Вероятно, глухие соотносят орфографическое представление слова напрямую с его значением (Bélanger, 2012).

Кроме того, во время чтения у глухих доминирует наглядно-образное мышление, а не аналитическое (Граш, 2018), что часто приводит к буквальному восприятию текстов и влияет на правильность интерпретации прочитанного. Мы предполагаем, что люди с частичной потерей слуха могут читать лучше, чем глухие, так как языковое развитие слабослышащих, предположительно, более схоже с языковым развитием слышащих, не имеющих проблем со слухом, так как и у тех, и у других есть доступ к фонологическому кодированию.

В то же время, известно, что у глухих расширено поле визуального восприятия: они могут более эффективно извлекать информацию с помощью периферийного зрения. Хорошо читающие глухие при чтении воспринимают периферийным зрением 18 символов справа от текущей фиксации, слышащие, не владеющие жестовым языком, — 14 символов (Bélanger, Slattery, 2012). Однако неизвестно, расширено ли у слышащих носителей жестового языка периферийное зрение так, как оно расширено у глухих. Возможно, именно глухота является причиной улучшенного периферийного зрения, так как неспособность воспринимать акустический сигнал может провоцировать обострение зрительного восприятия. С другой стороны, возможно, на улучшение периферийного зрения влияет непосредственно

само использование жестового языка как активная тренировка визуального восприятия.

Чтобы проверить, читают ли носители русского жестового языка (РЖЯ) с частичной потерей слуха лучше, чем глухие носители, а также помогает ли им при чтении расширенное периферийное зрение, мы исследовали движения глаз при чтении у носителей РЖЯ с частичной (12 человек, средний возраст 25 лет) и полной (14 человек, средний возраст 25 лет) потерей слуха. Движения глаз регистрировались с помощью айтрекера EyeLink 1000+ с частотой 1000 Гц. Участники читали 144 предложения из Русского корпуса предложений (Laurinavichyute, 2019). Все предложения были длиной не более 13 слов. После 58% предложений участникам предлагалось ответить на вопросы, выбрав один из трех вариантов ответа.

Для анализа данных использовались смешанные линейные модели. Результаты анализа показали, что глухие и слышащие носители РЖЯ преимущественно имеют незначительные отличия в параметрах чтения. Мы не обнаружили значимых различий между глухими и слышащими носителями РЖЯ в таких параметрах как число фиксаций за предложение и их длительность; время прочтения предложения; вероятности одной, двух и более фиксаций на слове; вероятность пропуска слова и длина входящей в слово саккады.

Однако результаты показали существенное отличие в количестве правильных ответов на вопросы: вероятность правильного ответа у глухих ниже, чем у слышащих (71 % vs. 79 %,  $p$ -value = .04). Это отличие значит, что при сопоставимых паттернах движений глаз при чтении глухие либо менее успешно понимают прочитанное; либо хуже запоминают то, что прочитали; либо и то, и другое.

Глухие носители РЖЯ в некоторых случаях читают медленнее, чем слышащие: они менее склонны пропускать предсказуемые слова и менее склонны делать более короткие фиксации на частотных словах, чем на нечастотных. Это значит, что для глухих предсказуемые слова не так предсказуемы, как для слышащих, а частотные слова не так часты в употреблении. Кроме того, для глухих был найден более выраженный, чем у слышащих эффект длины: чем длиннее слово, тем с большей вероятностью на нём будет наблюдаться более одной фиксации ( $p$ -value = .002), что говорит о том, что чтение длинных слов было более трудным для глухих носителей РЖЯ, чем для слышащих.

Также мы обнаружили два эффекта, согласующихся с тем, что глухие более эффективно обрабатывают информацию в периферийном поле зрения. Во-первых, у них наблюдалось выраженное ускорение в чтении ближе к концу предложения, большее, чем у слышащих читателей. Мы предполагаем, что ускорение является следствием того, что у глухих слова становятся доступны для восприятия и обработки еще до того, как на них была

совершена прямая фиксация. Во-вторых, длинная входящая саккада замедляет чтение глухих меньше, чем чтение слышащих ( $t$ -value = 3.07) и увеличивает вероятность пропуска слова для глухих, а для слышащих – уменьшает ( $p$ -value = .005), что также согласуется с тем, что у глухих лучше развито периферийное зрение.

В целом, паттерны чтения у глухих и слышащих носителей РЖЯ мало отличаются. Однако глухие понимают и/или запоминают прочитанное хуже, чем слышащие. Более того, у глухих более выражены паттерны, характерные для неопытных читателей, такие как более выраженный эффект длины (более медленное прочтение длинных слов), меньшее влияние частотности и предсказуемости слов. Выраженное ускорение в чтении ближе к концу предложения и меньшее замедление при длинной саккаде у глухих, вероятно, означают, что способность более эффективно извлекать символы при чтении связана именно с глухотой, а не с активным использованием РЖЯ.

#### *Список литературы*

1. Bélanger N.N., Baum S.R., & Mayberry R.I. (2012). Reading difficulties in adult deaf readers of French: Phonological codes, not guilty!. *Scientific Studies of Reading*, 16(3), 263-285.
2. Bélanger N.N., Slattery T.J., Mayberry R.I., & Rayner K. (2012). Skilled deaf readers have an enhanced perceptual span in reading. *Psychological science*, 23(7), 816-823.
3. Bélanger N.N., & Rayner K. (2015). What eye movements reveal about deaf readers. *Current directions in psychological science*, 24(3), 220-226.
4. Laurinavichyute A.K., Sekerina I.A., Alexeeva S., Bagdasaryan K., & Kliegl R. (2019). Russian Sentence Corpus: Benchmark measures of eye movements in reading in Russian. *Behavior research methods*, 51(3), 1161-1178.
5. Граш Н.Е. (2018). Особенности читательской деятельности детей с нарушением слуха. Э40 Экология детства: особый ребенок и общество: Материалы XXV Международной, 194.

# Учет серыми крысами веса своего тела при взаимодействии с внешними объектами<sup>1</sup>

А.Ю. Соколов

Московский институт психоанализа, Москва, Россия

itkrot1@gmail.com

Ключевые слова: *крысы, взаимодействие с внешними объектами, самосознание, эволюция.*

Исследование эволюционных предпосылок самосознания (выделения себя субъектом из среды) является одним из магистральных направлений современной сравнительной психологии и когнитивной этологии, базирующимся сразу на нескольких методических подходах (Gallup, Anderson, 2020). Одним из существенных компонентов самосознания является принятие в расчет собственного тела (англ. «body-awareness») – способность животных учитывать отношения собственного тела с объектами окружающей среды (Brownell et al. 2007; Maeda, Fujita 2010; Khvatov et al., 2019; Lenkei et al. 2020). В исследовании 2017 года (Dale, Plotnik, 2017) азиатские слоны (*Elephas maximus*) должны были наступить на коврик и взять палку, прикрепленную к нему веревкой, а затем передать эту палку экспериментатору. Чтобы сделать последнее, слоны должны были воспринять свое тело в качестве препятствия на пути к успеху и сначала убрать свой вес с мата, прежде чем пытаться перенести палку.

Цель настоящего исследования: изучить способность серых крыс использовать вес собственного тела для оценки прочности опоры для передвижения.

Испытуемые: 25 самцов крысы *Rattus norvegicus*, наивные особи в возрасте от 2 до 6 мес. В ходе эксперимента животные содержались в индивидуальных клетках.

Экспериментальная установка представляла собой стеклянный ящик без потолка (площадь 1000х950, высота 500 мм). Внутри ящика с его противоположных сторон параллельно плоскости дна на высоте 300 мм располагались две полки, занимавших всю ширину ящика и имевших длину 320 мм каждая. Полки были соединены тремя мостиками (50 мм шириной каждый), расположенными параллельно друг другу. Два мостика располагались по краям на расстоянии 200 мм от стенки ящика, третий – в центре на расстоянии 200 мм от каждого из боковых мостиков. Мостики крепились

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ, проект № 20-013-00546.

на едином металлическом стержне, располагавшемся точно по центру их длины. Благодаря этому мостики могли фиксироваться в разных позициях:

- Незакрепленная позиция: мостики, будучи сбалансированными, располагались параллельно дну, соединяя обе полки. При этом легкое нажатие на один из краев мостиков заставляло его смещаться по вертикали.

- Закрепленная позиция: мостики дополнительно крепились к полкам с помощью щеколд, благодаря чему нажатие на них не влекло за собой их смещение.

Эксперимент состоял из двух серий: ознакомительной и экспериментальной. В начале каждой пробы крыса помещалась в центр одной из полок внутри экспериментальной установки (далее – полка № 1). В центре противоположной полки (далее – полка № 2) располагалась приманка (сыр). Проба считалась завершенной либо после того, как крыса, пройдя по одному из мостиков на полку № 2, достигала приманки, либо в случае, когда крыса падала с мостика, находящегося в незакрепленной позиции, либо если крыса в течение 5 минут не совершала попытки пройти ни по одному из мостиков. Пробы всех серий проводились с каждым животным последовательно. Временной интервал между пробами составлял 5 мин.

Ознакомительная серия состояла из 27 проб. Все мостики находились в закрепленной позиции. Задачи серии: сформировать у крыс навык достижения приманки, выявить формируются ли у крыс индивидуальные предпочтения определенного мостика для перехода на полку № 2.

Экспериментальная серия. В каждой пробе только 1 из 3-х мостиков находился в закрепленной позиции, расположение этого мостика варьировалось квазислучайно. Задача серии: сформировать у крыс навык выбора подходящего для прохождения мостика. Серия продолжалась либо до достижения крысами критерия обученности – 9 верных проходов подряд ( $p < 0,001$ , биномиальный тест), либо максимально продолжалась 36 проб.

Результаты ознакомительной серии. Каждая из крыс успешно достигала приманку в каждой из проб. У всех крыс было выявлено индивидуальное предпочтение центрального мостика (по сумме за 27 проб) – критерий  $\chi^2$  ( $df = 2$ ,  $p < 0,01$ ). Суммарно крысы прошли по левому мостику 77 раз, по центральному – 509, по правому – 89 ( $\chi^2 = 241,3$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ).

По результатам экспериментальной серии крысы разделились на 3 группы.

- 1-я группа крыс – 8 особей, достигнувшие достигли критерий обученности. Крысы допустили от 2 до 5 падений ( $S = 3,5$ ;  $SD = 0,9$ ). Их поведение отличалось тем, что после совершенных падений крысы, подойдя к мостику, перед началом движения по нему несколько раз ставили на него лапу. Подобное поведение мы назвали пробующими движениями. В случае, если мостик был незакреплен, такие пробующие движения крысы приводили к некоторому смещению мостика под давлением лапы крысы.

- 2-я группа крыс – 5 особей, не достигшие критерия обученности за 36 проб. Крысы допустили от 8 до 15 падений ( $S = 10,8$ ;  $SD = 3,4$ ).
- 3-я группа крыс – 12 особей, совершивших от 2 до 3 падений ( $S = 2,3$ ;  $SD = 0,5$ ) и далее не совершавших попыток прохождения по мостику, оставаясь на полке № 1. После совершенных падений в последующих пробах крысы, будучи помещенными на полку № 1 либо вообще не подходили к мостикам, либо подходили к ним, совершали пробующие движения, но далее не шли.

Интерпретация результатов. Мы полагаем, что в ознакомительной серии предпочтение всеми крысами центрального мостика для передвижения объясняется тем, что через него пролегает кратчайший путь к приманке. Этот фактор является побочным, однако он исключался квазислучайным положением закрепленного мостика во второй серии. Выделение 3-й группы крыс в экспериментальной серии мы объясняем тем, что для этих животных падения являлись сильным стрессом, в связи с чем далее они не решались совершать попытки продвижения по мостикам. Вероятно, это обусловлено типом нервной системы крыс. Между тем, на основе результатов 8 особей из первой группы мы можем констатировать, что серая крыса способна учитывать вес собственного тела при взаимодействии с объектами окружающей среды. При этом, как и в эксперименте со слонами (Dale, Plotnik, 2017), для крыс их собственное тело сначала являлось препятствием для решения задачи, но затем они стали использовать его в качестве прототипа для подбора подходящего мостика.

#### *Список литературы*

1. Brownell C.f., Zerwas S., Ramani G.B. 2007. “So Big”: The Development of Body Self-awareness in Toddlers. *Child Dev.*, 78(5). 1426–1440.
2. Dale R., Plotnik J.M. 2017. Elephants know when their bodies are obstacles to success in a novel transfer task. *Scientific reports*, 7. 46309.
3. Gallup G.G.Jr., Anderson J.R. 2020. Self-recognition in animals: Where do we stand 50 years later? Lessons from cleaner wrasse and other species. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, 7(1). 46–58.
4. Khvatov I.A., Sokolov A.Y., Kharitonov A.N. 2019. Snakes *Elaphe Radiata* May Acquire Awareness of Their Body Limits When Trying to Hide in a Shelter. *Behav. Sci.* 9. 67.
5. Maeda T., Fujita K. 2010. Do dogs (*Canis familiaris*) recognize their own body size? In: *Proceedings of the 2nd Canine Science Forum, Vienna, Austria.* 52.

## Внимание к лицам и совместное внимание у младенцев<sup>1</sup>

*А.И. Котюсов, К.И. Кунникова, И.В. Денисова*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России*

*Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия*

*[sunalexr@gmail.com](mailto:sunalexr@gmail.com); [k.i.grishina@urfu.ru](mailto:k.i.grishina@urfu.ru); [ele35733980@gmail.com](mailto:ele35733980@gmail.com)*

Ключевые слова: *совместное внимание, младенцы, внимание к лицам, айтрекинг.*

Социальное внимание часто рассматривается как общий конструкт, включающий в себя такие виды внимания, как совместное внимание, предпочтение социальных объектов, предпочтительное внимание к лицам. При этом, появление разных видов социального внимания в процессе развития происходит неодновременно. Возраст около десяти месяцев является критической точкой для раннего развития совместного внимания (R. Brook and A.N. Melzoff, 2005).

**Целью** данного исследования была проверка связи между совместным вниманием и предпочтительным вниманием к лицам у младенцев в возрасте 9-11 месяцев.

**Методы.** Испытуемыми были здоровые дети, родившиеся в срок, или здоровые недоношенные дети, родившиеся не раньше 28 недели, без пороков развития головного мозга и других внутренних органов, без поражений ЦНС или офтальмологических нарушений. Возраст недоношенных детей был скорректирован с учетом срока недоношенности.

Общее число испытуемых было 30 человек, средний возраст составил 10,42±0,81 месяца.

**Оборудование:** ай-трекер SMI RED500. Используемая частота дискретизации 120 Гц. Проводилась калибровка по пяти точкам с последующей валидацией. Испытуемые во время исследования сидели на коленях у родителей на расстоянии 60-70 см от монитора.

**Стимулы и процедура.** Всего испытуемым были предъявлены два вида стимулов. Первый вид был задачей на слежение за взглядом, состоявшей из 6 видеороликов со следующей последовательностью событий: женщина сидит за столом, по обе стороны от неё находятся разные игрушки, голова опущена (1), далее она поднимает голову и смотрит прямо (2) и переводит взгляд на одну из игрушек – конгруэнтный объект (3). Видеоролики были идентичны использованным в исследовании A. Senju & G. Csibra (2008).

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-313-90066.

Вторая задача была направлена на определение предпочтительного внимания к лицам и состояла из 8 изображений, включавших 5 объектов – лицо человека, машина, телефон, птица и зашумленный контур лица. Изображения были идентичны тем, что использовались в исследовании E.J. Telford с соавторами (2016).

**Анализ.** Для задачи на слежение за взглядом было посчитано количество проб, в которых

был первый взгляд в (3) этапе на конгруэнтный объект (с), а также количество проб с первым взглядом на неконгруэнтный объект (i), после чего были рассчитаны стандартные дифференциальные баллы  $DS = (c - i)/(c + i)$ . Кроме того, было посчитано время от начала пробы до перевода взгляда на конгруэнтный объект (SLC).

Для задачи на предпочтительное внимание к лицам было посчитано количество валидных проб (в которых первая фиксация была в центре изображения и следующая на одном из объектов), количество проб с первым взглядом на лицо, после чего был посчитан процент выполненных проб, рассчитанный как количество проб с первым взглядом на лицо, деленное на количество валидных проб.

**Результаты.** Для оценки однородности группы было оценено наличие различий между недоношенными и доношенными детьми с использованием непараметрического коэффициента U Мфнна-Уитни. Не было обнаружено значимых различий по анализируемым параметрам ( $p > 0.1$ ).

Таблица 1

#### Результаты корреляционного анализа

	DS	SLC	AF_comp DS
DS		0.142	<b>-0.388*</b>
SLC			-0.324 <sup>0</sup>
AF_comp			

Корреляционный анализ показателей задачи на слежения за взглядом и задачи на внимание к лицам был проведен с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Была обнаружена значимая отрицательная корреляция между дифференциальными баллами слежения за взглядом и процентом выполненных проб в задаче на предпочтительное внимание к лицам.

В табл. 1 DS – дифференциальные баллы, SLC – время от начала пробы до перевода взгляда на конгруэнтный объект, AF\_comp – процент выполненных проб в задаче на внимание к лицам. \*  $p < 0.05$ , <sup>0</sup>  $p < 0.10$ .

**Выводы.** В результате исследования была показана слабая отрицательная связь между показателями совместного внимания и внимания к лицам

у младенцев в возрасте 9-11 месяцев. Такой результат может свидетельствовать об относительно независимости этих видов внимания у младенцев в этом возрасте. При этом, возможно, что большее внимание к лицам приводило к проблемам с переключением взгляда при выполнении проб на слежение за взглядом, что могло ухудшить результат.

#### *Список литературы*

1. Brooks R and Meltzoff A.N. (2005) The development of gaze following and its relation to language. *Developmental Science* 8:6. P. 535–543.
2. Senju A. & Csibra G. (2008) Gaze Following in Human Infants Depends on Communicative Signals. *Current Biology* 18. 668–671.
3. Telford E., Fletcher-Watson S., Gillespie-Smith K., Pataky R., Sparrow S., Murray I., O'Hare A., Boardman J. (2016) Preterm birth is associated with atypical social orienting in infancy detected using eye tracking. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 57 (3). 11–18.

### **Создание виртуальной среды для возможности оценки и тренировки зрительно-моторной реакции спортсменов на примере хоккея<sup>1</sup>**

*В.А. Чертополохов, М.Д. Белоусова, Н.И. Булаева*  
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*  
*Москва, Россия*  
*psvr.msu@gmail.com; bmargaretd@yandex.ru; natali.psy99@gmail.com*

Ключевые слова: *виртуальная реальность, зрительно-моторная реакция, спортсмены, хоккей.*

В настоящем докладе предложен подход к обучению и совершенствованию мастерства спортсменов разного уровня квалификации, связанный с использованием технологии виртуальной реальности. Подход также применим для тестирования спортсменов, в частности для оценки зрительно-моторной реакции в условиях, приближенных к реальным. В качестве примера представлена имитационная виртуальная среда, моделирующая хоккейную площадку, в которой спортсмену (вратарю) ставится задача по отражению шайб в условиях разного уровня сложности.

---

<sup>1</sup> Исследование проводится при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-78-10134.

Формирование профессионального мастерства в спорте высших достижений в настоящее время является крайне значимой и актуальной задачей, поскольку современные условия спортивной конкуренции предъявляют к спортсмену запредельные требования, как к физической, так и к психологической подготовке атлета. В этих условиях виртуальная реальность претендует на звание нового метода интенсификации тестирования и тренировок, поскольку развитие систем визуализации позволяет создавать реалистичный опыт для отдельно взятых задач (Gokeler et al. 2016).

В рамках проекта, проводимого междисциплинарной группой сотрудников факультета психологии и механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, был разработан и апробирован с участием, в том числе профессиональных спортсменов, симулятор работы вратаря хоккеиста.

На первом этапе реализации проекта была разработана виртуальная среда, адаптированная для экранных систем виртуальной реальности типа CAVE (Кручинина и др. 2019), а также для носимой системы виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye<sup>1</sup>. Сцена была создана с применением графического ПО Unity3d<sup>2</sup>. В состав виртуальной сцены были включены следующие элементы: (1) модель хоккейной площадки; (2) модели клюшки и шайбы; (3) параметры: температура льда, материалы шайбы и коньков загружаются в физическую модель для моделирования движения шайбы.

В целях обеспечения экологической валидности исследования все испытуемые надевали защитное снаряжение (коленные щитки, перчатки), а также коньки, и брали в руку клюшку. Поверх хоккейной защиты испытуемые надевали костюм системы отслеживания движений (комплекс из камер и отражающих маркеров, прикрепляемых к форме спортсмена). Движения клюшки испытуемого отслеживались системой трекинга HTC Vive. Также на испытуемого надевался шлем виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye, в котором предъявлялась разработанная виртуальная среда – позиция хоккейного вратаря перед воротами (рис. 1).

Перед испытуемым ставилась задача защиты ворот. При этом шайбы появляются в разных частях поля, и вратарь заранее не знает, из какой точки поля полетит следующая шайба. Скорость полёта шайбы, её начальное положение и направление движения задаются каждый раз случайно в заранее заданном диапазоне. Т.е. шайбы могут предъявляться с разной скоростью, из разных точек поля, а также в разном направлении (преимущественно в сторону ворот). Также регулируется и скорость (частота) появления шайб. Возможно использование двух режимов предъявления шайб –

---

<sup>1</sup> <https://www.vive.com/eu/>

<sup>2</sup> <https://unity.com/>

автоматического (предъявление шайб по заранее составленному алгоритму) или ручного (шайбы выпускаются по команде оператора, следящего за экспериментом). Кроме того, количество одновременно предъявляемых шайб может варьироваться, например, может вылетать не одна шайба, а сразу две или несколько шайб из разных точек поля. Таким образом, могут задаваться разные уровни сложности выполнения задания. В процессе работы программы регистрируются: данные о движении испытуемого и клюшки, данные о полётах шайб, включая время генерации, скорость полёта и отметка о факте попадания шайбы в ворота.



Рис. 1. Пример виртуального контента

Нами была проведена апробация разработанной виртуальной среды с участием профессиональных хоккеистов, результаты которой будут представлены в докладе.

Таким образом, нами разработана виртуальная среда, адаптированная под хоккей, направленная на процесс обучения и совершенствования мастерства спортсменов разного уровня квалификации, в том числе для оценки их зрительно-моторной реакции в условиях, приближенных к реальным, что обеспечивает высокую экологическую валидность предлагаемого подхода. С использованием разработанной виртуальной среды проведены исследования на добровольцах по освоению различных двигательных навыков и приемов, специфичных для хоккея.

#### *Список литературы*

1. Gokeler, A., Bisschop, M., Myer, G.D. et al. Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria-based return-to-sport rehabilitation.

2. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 24, 2280–2286 (2016).  
<https://doi.org/10.1007/s00167-014-3374-x>

3. Кручинина А.П., Лагонов В.В., Чертополохов В.А. Обзор технологий визуальной имитации в тренажерных системах // Пилотируемые полеты в космос. 2019. № 3. С. 89–107.

## **Восприятие стресс-факторов реальной и виртуальной городской среды<sup>1</sup>**

*О.В. Кружкова, И.В. Воробьева*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,  
Екатеринбург, Россия  
[galiat1@yandex.ru](mailto:galiat1@yandex.ru); [lorisha@mail.ru](mailto:lorisha@mail.ru)*

Ключевые слова: *виртуальная реальность, городская среда, стресс-факторы.*

Наличие большого количества стресс-факторов современного города, особенно мегаполиса уже давно не вызывает сомнений у специалистов и фиксируется не только социологами и урбанистами, но и психологами, психотерапевтами и врачами, которые оказывают помощь людям, сталкивающимся с проблемами совладания с городским стрессом. Жители крупных мегаполисов сталкиваются с социально обусловленными, пространственными и экологическими неблагоприятными особенностями городской среды. В частности, указывается, что неспособность городской среды удовлетворять потребности человека, приобретенные им в ходе эволюции, усиливает городской стресс и снижает его благополучие (Lewis С.А., 1979), к стрессу может приводить и социальная дезорганизации, а также ослабление социальных связей и социальной поддержки от окружающих, что характерно для растущих городов (Latkin, С.А., Cutru, А.Д., 2003). Город меняется, меняется отношение людей к нему, срабатывают адаптационные механизмы, позволяющие нам привыкнуть к каким-либо проявлениям городской жизни, включаются управленческие процессы, трансформирующие городское пространство для более комфортного проживания жителей. Так, например, современные застройщики активно используют результаты исследований в области урбанистической психологии для создания опти-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-013-00830 «Реальное и виртуальное пространство мегаполиса: стресс и девиации поведения городской молодежи».

мального пространства жизнедеятельности. Социологи регулярно проводят опросы по определению актуальных стресс-факторов, создаются фокус- группы по благоустройству территорий с активным привлечением к этой проблеме общественности.

Однако, современный человек не живет только в реальном пространстве, он успешно освоил виртуальную среду и сегодня специалисты все более склонны считать, что пространство нашей ежедневной жизнедеятельности стало гибридным, т.е. реально- виртуальным. Городская среда также преобразовалась – карты, геолокации, навигаторы и многие другие сервисы создают полноценный виртуальный город, который также, как и реальный может вызывать стресс и обладать такими характеристиками, которые дестабилизируют эмоциональное состояние и в последствии поведенческую активность пользователей. Представление образа города в социальных сетях, банках изображений, постах и иных виртуально-информационных форматах предвосхищает и корректирует восприятие реального городского пространства, ожидания от него и систему координат в его оценке. Проникновение информационных технологий в структуру формирования образа города приводит к существенным изменениям в значимости отдельных стрессогенных факторов городской среды, по сравнению с предыдущим десятилетием. На первый план начинают выходить проблемы, связанные с увеличением темпа жизни в мегаполисах (Уэст Дж., 2018), изменением структуры досуга его жителей, границами нормативности и идентичности (Гончаров С.А. и др., 2017, Руденкин Д.В. и др., 2018). В следствие этого очевидной становится проблема дефицитарности современных научных знаний об уже сложившейся к настоящему времени модели современного города в представлениях молодежи, состоящей из органического синтеза его реальной и виртуальной среды и, как следствие, отсутствие понимания механизмов формирования поведенческой активности молодых людей в таком городском пространстве, в том числе как реакции на его стрессогенное воздействие.

Изучение и сопоставление восприятия жителями стресс-факторов реального и виртуального города (на примере г.Екатеринбург) и стало целью нашего исследования.

Сбор данных осуществлялся в несколько этапов и на 3 независимых выборах:

1) изучение субъективного образа города (текстового и графического) с последующим выделением значимых для респондентов городских стресс-факторов – анализ нарративов и когнитивных карт городского пространства 127 жителей города, проведение контент-анализа;

2) изучение стресс-факторов реальной и виртуальной городской среды – опрошен 251 житель мегаполиса посредством анкетирования;

3) сравнительное исследование стресс-факторов реальной и виртуальной городской среды посредством 3 фокус групп.

Полученные результаты позволили сформировать структурную модель стресс- факторов современного российского мегаполиса, описывающую механизмы взаимодействия реального и виртуального образа города в оценке его стрессогенности для представителей молодежи. В рамках данной модели были выделены стресс-факторы городской среды, выступающие ингибиторами и фасилитаторами для проявления деструктивного поведения (вербальная агрессия, нарушение социальных норм, вандализм и т.п.) представителями молодежи, а также субъективно значимые факторы, искажающие реальный образ города (с эффектами его схематизации, редукции, идеализации, компиляции, мистификации и др.).

#### *Список литературы*

1. Гончаров С.А., Чукуров А.Ю., Королева Н.Н., Проект Ю.Л. 2017. Современный полиэтничный город как пространство угроз и возможностей: антропологические измерения жизненной среды современного мегаполиса // Вестник Псковского государственного университета, 5. 18-26.

2. Уэст Дж. 2018. Масштаб: Универсальные законы роста, инноваций, устойчивости и темпов жизни организмов, городов, экономических систем и компаний. М.: Азбука Бизнес, Азбука-Аттикус.

3. Руденкин Д.В., Воробьева И.В., Кружкова О.В., Кривошекова М.С. 2018. Молодежный вандализм в среде мегаполиса: границы нормы и девиации // Образование и наука, 20 (2). 125-146.

4. Lewis C.A. 1979. Comment: Healing in the Urban environment: A person/plant viewpoint // Journal of the American Planning Association, 45 (3). 330-338.

5. Latkin C.A., Curry A.D. 2003. Stressful neighborhoods and depression: A prospective study of the impact of neighborhood disorder // Journal of Health and Social Behavior, 44 (1). 34-44.

## **Протекторное действие масляной кислоты против нарушения когнитивных функции у мышей при введении антибиотиков**

*А.С. Тарасова, А.Н. Арсланова, О.В. Яковлева, Г.Ф. Ситдикова  
ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Институт фундаментальной медицины и биологии,  
кафедра физиологии человека и животных, Казань, Россия  
a.tarasova812@gmail.com*

Ключевые слова: *микробиота, антибиотики, масляная кислота, когнитивные функции.*

Кишечная микробиота связана с головным мозгом посредством двусторонней связи, которая называется осью «кишечная микробиота-кишечник-головной мозг». Показано, что ведение коктейля антибиотиков мышам вызывает дисбиоз и приводит к нарушению когнитивных функций. При этом использование препарата, содержащего масляную кислоту, предотвращает указанные изменения. Предполагается, что масляная кислота оказывает протекторное действие на функции центральной нервной системы в условиях нарушения микробиома.

Кишечная микробиота в физиологических условиях поддерживается симбиотическими взаимоотношениями сотен видов бактерий, населяющие желудочно-кишечную экосистему и изменения состава которых влияют не только на различные расстройства кишечника, но и на заболевания центральной нервной системы (ЦНС), в том числе связанных с нарушением когнитивных [Thursby et al., 2017]. Существенное значение в поддержании физиологических процессов имеет выработка короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), которые являются метаболитами специфических анаэробных бактерий при ферментации неперевариваемых пищевых волокон. КЦЖК улучшают кровоснабжение и снижают pH в кишечнике, способствуя усвоению питательных веществ, стимулируют продукцию защитного слоя слизи, обеспечивают разнообразие кишечных симбионтов, одновременно подавляя рост патогенных микроорганизмов [Tan et al., 2014]. Также КЦЖК играют противовоспалительную роль, подавляя хемотаксис, высвобождение активных форм кислорода и цитокинов, а также могут проникать через гематоэнцефалический барьер, изменяя его проницаемость при воспалительных процессах. КЦЖК влияют на морфологию и функции микроглии, а также на биосинтез серотонина, таким образом, вносят свой вклад в когнитивные нарушения и ментальные расстройства [Dalile et al., 2019]. Одним из факторов, воздействующих на микрофлору ЖКТ, является прием антибиотиков, способных угнетать и задерживать рост микроорганизмов, а также подавлять развитие злокачественных образований.

Целью данной работы является оценка когнитивных функций мышей при приеме антибиотиков, а также анализ использования препарата, содержащего масляную кислоту, на изменения, вызванные нарушением микробиоты.

В работе использовались половозрелые белые мыши-самцы массой 15-20 г, которых содержали в условиях вивария КФУ с естественным световым режимом на полнорационной сбалансированной по содержанию питательных веществ диете для лабораторных животных, согласно ГОСТ Р502580092.

Животные разделялись на 3 группы:

1 группа – контрольная (К), получавшая инъекции физиологического раствора;

2 группа – антибиотики (АБ), получавшая инъекции коктейля антибиотиков (неомицин 1 мг/мл, ванкомицин 5 мг/мл, амфотерицин Б 0.02 мг/мл, ампициллин 2 мг/мл, метронидазол 1 мг/мл) в течение 2 недель с интервалом в 1 день;

3 группа – антибиотики+масляная кислота (АБ+МК), получавшая инъекции антибиотиков совместно с раствором фармакологического препарата «Закофальк» перорально в концентрации 0,7 г/мл на мышшь.

Для оценки когнитивной функции животных использовали тест Т-образный лабиринт и тест на распознавание нового объекта. Т-образный лабиринт позволяет исследовать пространственную память мышей, лежащую в основе поведения при «смене» рукавов. Животное помещается в стартовый рукав и, после некоторого времени, необходимого на адаптацию, позволяют выбрать один из боковых рукавов. По истечении 30 с животное пересаживают в стартовый рукав, и повторно ожидают перехода в один из боковых рукавов. Во входных тестах до начала инъекций средний процент запоминания рукава лабиринта у всех животных составил  $72.9 \pm 3.6$  (n = 60). В группе контроля этот показатель не изменился и составил  $77 \pm 9$  % (n = 20,  $p < 0.05$ ). В группе «АБ» наблюдали снижение доли животных, выбирающих альтернативный рукав до  $52 \pm 5$  % ( $p < 0.05$ , n = 20), что указывает на нарушение пространственной памяти. В группе АБ+МК этот показатель составил  $71 \pm 10$  % (n = 20), что не отличалось от контроля.

В тесте Новый объект исследуется непространственная память у грызунов на характеристики объектов и пластичность обучения. Оценивается отношение времени, которое животное тратит на исследование нового объекта, к времени исследования старого объекта. В группе Контроля показатель рабочей памяти и способности к обучению составил  $2.1 \pm 0.1$  % (n = 20), что достоверно не отличалось от начального уровня  $1.8 \pm 0.1$  % (n = 60). В группе АБ наблюдали снижение показателей рабочей памяти и способности к обучению до  $0.9 \pm 0.1$  %, n = 20,  $p \leq 0.05$ ). Введение МК привело к восстановлению этого показателя до  $1.6 \pm 0.3$  % (n = 20), что достоверно выше значения группы АБ.

Таким образом, изменения нормальной микробиоты приводят к снижению когнитивных функций, в частности, к нарушению пространственной и непространственной памяти у животных. При этом масляная кислота оказывала защитное действие на ЦНС, восстанавливая память и способность к обучению, сниженные при нарушении микробиоты кишечника.

Работа поддержана грантом РФФИ и Правительства Республики Татарстан № 18-415-160005.

#### *Список литературы*

1. Dalile, B. The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. / Dalile, B., Van Oudenhove, L., Vervliet, B., Verbeke, K. // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* – 2019. – Vol.16. P. 461–478. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0157-3>

2. Tan J. The Role of Short-Chain Fatty Acids in Health and Disease / Jian Tan, Craig McKenzie, Maria Potamitis, Alison N. Thorburn, Charles R. Mackay, Laurence Macia // *Advances in Immunology*. – 2014. – Vol.121. P. 91.

3. Thursby E. Introduction to the human gut microbiota / Thursby E., Juge N. // *Biochem J*. – 2017. – V. 474(11). P. 1823–1836.

### **Когнитивные технологии трансформации смыслов в националистическом экстремистском дискурсе<sup>1</sup>**

*Ю.Р. Тагильцева<sup>1</sup>, М.Н. Лату<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,  
Екатеринбург, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»  
(Россия, Пятигорск)*

*[jennifer1979@yandex.ru](mailto:jennifer1979@yandex.ru); [Laatuu@yandex.ru](mailto:Laatuu@yandex.ru)*

*Ключевые слова: когнитивные технологии, трансформация смыслов, национализм, экстремистский дискурс.*

Сетевые технологии стали сегодня значимым инструментом воздействия на сознание индивидов, способные создавать и погружать в виртуальную реальность, вызывать у разных людей определенные эмоции, мысли, действия, выгодные тем, кто контролирует массовые коммуникации. В результате большое количество людей, ранее не знакомых друг с

---

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-012-00415 «Когнитивные интернет-технологии как фактор формирования экстремистского поведения молодежи: механизмы воздействия и профилактика»).

другом и не имевших возможности взаимодействия в обычной жизни, потенциально могут становиться «заложниками» одной эмоции, мысли, идеи, олицетворяя единое целое, способное на действия, порой противоречащие букве закона. Причиной этого становятся активно используемые манипуляторами в глобальной информационной платформе когнитивные и информационные технологии по переформатированию существующей реальности (известные как NBIC- конвергенция), позволяющие направленно формировать в задаваемом формате цели, ценности и мотивации поведения – отдельных личностей, малых и больших социальных групп – в интересах заказчика и вне контроля со стороны государства. На сегодняшний день существует даже отдельное направление – когнитивные технологии, меняющие социальное поведение человека и человеческих сообществ. Именно это и способствовало тому, что NBIC-технологии сыграли немаловажную роль в развитии преступных деяний, связанных с политическими переворотами в начале XXI века, в так называемых «цветных революциях» [Сундиев, Смирнов, 2016: 171-172].

Объектом воздействия экстремистских группировок все чаще становятся представители группы риска – молодежь, поскольку именно эта среда является наиболее восприимчивой к националистическим, религиозным, оппозиционным настроениям. Наиболее активной можно считать студенческую аудиторию, поскольку это уже те, кто, как правило, может активно транслировать националистические идеи, религиозную нетерпимость, призывы к свержению власти и активно реализовывать экстремистские порывы, кто способен принимать активное участие в националистических митингах, акциях. Она наиболее эмоциональна в силу юношеского максимализма и односложного черно-белого восприятия межнациональных и межрелигиозных отношений. Возрастные особенности студенчества обуславливают более высокую степень протестных настроений, повышенной активности и решительности, что продиктовано жаждой перемен, свободы, справедливости, стремлением разрушить и построить новое здесь и сейчас [Лату, Тагильцева 2019: 203]. Поэтому деятельность экстремистских группировок направлена именно на молодежь и порой подростков. Работа с этой группой манипуляторами ведется посредством «непрямых действий», что дает возможность мягко погружать индивида (исходя из его поведения в сети и индивидуально-личностных особенностей) в новую, смоделированную реальность через языковые паттерны, трансформацию смыслов и терминов, правильно подобранных коммуникативных стратегий и тактик, символики, метафоры, атрибутики, создание определенных социально-культурных кодов, смарт-форм и т.д. В результате, благодаря различным добровольно-игровым способам, у представителей группы риска – молодежи – происходит смена/подмена социальных ролей, статусов, позиций, а также наблюдается трансформация содержания исторической памяти, что

неблагоприятно сказывается на социализацию данной группы в обществе. Подобное не раз приходилось наблюдать в событиях «Арабской весны» на территории арабских стран Ближнего Востока и Северной Африки, «Оранжевой революции» и «Майдане» в Украине, «Революции зонтиков» в Китае, «Воине роз» в Грузии и т.д.

Частой технологией воздействия на индивида у националистических группировок становится трансформации смыслов и исторической памяти в статических поликодовых текстах. Так, в националистическом экстремистском дискурсе таковой является использование вербальных маркеров и маркеров-иллюстраций, содержащих в себе хорошо известные идеи, порой соотносящихся с внутренним «я», а также трансформации образов, знакомых с детства и ассоциирующихся с определенным историческим периодом либо культурным наследием. Ключевым моментом в данном случае являются частичные, порой незначительные изменения образа персонажа (изначально положительного или отрицательного), при этом он остается вполне узнаваем, однако дополнен изначально несвойственными ему чертами или контекстом. Как показывает анализ выборки, это достигается посредством ряда приемов: во-первых, приписывание изображаемым персонажам (например, знакомым с детства и любимым всеми мультипликационным героям, которым всегда сопереживали, у которых учились – Винни Пух, Пятачок, почтальон Печкин, дядя Федор, Шарик, Матроскин и др.) мыслей и реплик деструктивного характера, которые, конечно, несвойственны им; во-вторых, навешивание на них определенных нацистских атрибутов (части формы, обмундирования, знаков отличия, свастики, цветовых сочетаний т.д.); в-третьих, демонстрация этими героями определенных несвойственных им деструктивных поведенческих императивов (например, жечь, бить и т.д. представителей различных национальностей, олицетворяющих полюс «чужой»); в-четвертых, изображение некогда положительно воспринимаемых героев в виде представителей полюса «чужой» (например, попугай Кеша и Вовка, почтальон Печкин превращаются в избитых или погребенных врагов); в-пятых, проведение исторических аналогий в условиях современной реальности посредством использования «символических пограничников» – Родины-мать, советских, российских или собирательных образов воинов, призывающих встать на борьбу с мнимыми врагами России – представителями определенных национальностей или социальных групп, таких как сексуальные меньшинства и т.д. Сходным образом происходит «подмена ранее запретных понятий, при которой до этого отторгаемые обществом термины переводятся в эмоционально-нейтральные эвфемизмы» [Сундиев, Смирнов, 2016: 222], что указывает на реализацию второй стадии известной технологии трансформации смыслов «окоп Овертона».

### Список литературы

1. Лату М.Н., Тагийцева Ю.Р. Маркеры патриотизма в контексте националистического экстремистского дискурса: проблемы восприятия / Лингвистика XXI века: традиции и инновации: сборник научных статей к 30-летию юбилею Санкт-Петербургского института иностранных языков. Вып. 23 / Под общей ред. М.В. Пименовой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – С. 201-214.
2. Сундиев И.Ю., Смирнов А.А. Теория и технологии социальной деструкции (на примере «цветных революций»). М.: Русский биографический институт, Институт экономических стратегий, 2016. – 433 с.

## **Картирование транскриптома мозга человека, шимпанзе, бонобо и макаки с клеточным разрешением**

*Ф.Е. Хайтович<sup>1,2,3,4</sup>*

<sup>1</sup>*Сколковский институт науки и технологий (Москва, Россия);*

<sup>2</sup>*CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology (Shanghai, China);*

<sup>3</sup>*Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology (Leipzig, Germany);*

<sup>4</sup>*Center for Excellence in Animal Evolution and Genetics,*

*Chinese Academy of Sciences (Kunming, China)*

*p.khaitovich@skoltech.ru*

Ключевые слова: *транскриптом мозга, картирование, человек, шимпанзе, бонобо, макака.*

Мозг человека в процессе эволюции значительно увеличился по сравнению с мозгом шимпанзе, бонобо и других обезьян. Однако, само по себе, увеличение размера не может объяснить появление когнитивных способностей, уникальных для человека (Semendeferi and Damasio 2000; Elston et al. 2006; Teyssandier 2008; Semendeferi et al. 2011; Barger et al. 2012). Предполагается, что функциональные изменения, приобретенные человеком в эволюции, опосредованы изменениями в экспрессии генов и составе типов клеток в определенных структурах мозга (O'Bleness et al. 2012; Sousa et al. 2017; McKenzie et al. 2018). Однако, в настоящее время нет полного понимания фундаментальных основ уникальности когнитивных функций человека.

Уровень экспрессии генов существенно варьирует среди разных регионов мозга, как внутри неокортекса, так и среди подкорковых структур (Kang et al. 2011; Nawyulucz et al., 2012). Ранние исследования, в которых сравнивали экспрессию генов у людей и низших приматов (NHP), фокусировались, в основном, на префронтальной коре (Enard et al. 2002; Saceres et al. 2003;

Marvanová et al. 2003; Khaitovich et al. 2004b). В этих работах было обнаружено множество различий в экспрессии генов и показано специфическое ускорение эволюции экспрессии генов в этой области мозга у человека.

Общие для разных регионов мозга различия в экспрессии генов часто отражают молекулярные и функциональные изменения, неспецифичные для мозга (Khaitovich et al.

2004a; Khaitovich et al. 2005). Особенности экспрессии, характерные для отдельных областей мозга, как правило, связаны с определенной функциональной специализацией (Khaitovich et al. 2004a). Недавние сравнительно-эволюционные исследования расширенного набора структур мозга (8 и 16 регионов, соответственно) подтвердили эти результаты и выявили ускорение эволюции экспрессии генов в нескольких подкорковых регионах, в дополнение к неокортикальным областям (Sousa et al. 2017; Xu et al. 2018).

Каждый регион мозга имеет уникальный набор типов клеток (Lein et al. 2007). Секвенирование РНК отдельных клеток дает возможность дифференцировать экспрессию генов по типам клеток в разных регионах мозга и сравнить гомологичные типы клеток у разных видов (La Manno et al. 2016; Saunders et al. 2018; Tosches et al. 2018; Zeisel et al. 2018).

Сравнение транскриптомов на уровне отдельных клеток в дорсолатеральной префронтальной коре человека и макака показало, что все обнаруженные типы клеток человека имели гомологичный тип у макака, и наоборот (Zhu et al., 2018). Кроме того, в этом исследовании были идентифицированы гены, дифференциально экспрессирующиеся у человека и макака в отдельных типах клеток. Аналогичные результаты были получены и в исследованиях экспрессии генов отдельных клеток на церебральных органоидах человека и шимпанзе, что указывает на то, что типы клеток между близкородственными видами приматов высоко сопоставимы и, таким образом, возможно обнаружить различия в экспрессии генов внутри каждого идентифицированного типа клеток (Mora-Bermúdez et al., 2016; Pollen et al. al., 2019).

В нашей работе (Khrameeva et al., 2020) было проведено картирование транскриптома регионов головного мозга человека, шимпанзе, бонобо и макаки с использованием обычного РНК-секвенирования (bulk RNA-seq) и секвенирования отдельных ядер (snRNA-seq).

Мы показали, что распределение специфических для человека различий в экспрессии генов, отличающих нас от шимпанзе и бонобо, неравномерно среди 33 исследованных нами регионов мозга, и эти человек-специфические наборы структур коррелируют с некоторыми функциональными сетями, выявляемыми методом функциональной магнитно-резонансной томографии. Кроме того, наши результаты предполагают сложную картину эволюции экспрессии генов человеческого мозга с участием как неокортикальных, так и подкорковых областей.

Проведенный анализ уникальных для человека особенностей экспрессии генов на уровне отдельных ядер показал следующее:

1) мы обнаружили, что экспрессия генов быстро эволюционировала в разных типах клеток мозга. Более двух третей эволюционных различий, специфичных для разных типов клеток, не детектировалось ранее с помощью обычного секвенирования РНК;

2) нейроны разных подтипов эволюционировали быстрее у человека и у человекообразных обезьян по сравнению с другими типами клеток. Этот эффект может частично объясняться большей гетерогенностью и лучшей изученностью разных подтипов нейрональных клеток (Zeisel et al. 2018);

3) в глиальных типах клеток человек-специфические отличия в характере экспрессии генов оказались намного выше, чем в нейронах, особенно в астроцитах и предшественниках олигодендроцитов, в том числе и изменения в пространственном распределении экспрессии в разных слоях неокортекса. Уникальные для человека особенности экспрессии генов оказались специфичны для каждой области мозга.

Таким образом, наши результаты показали, что масштабное исследование эволюции экспрессии генов во множестве регионов мозга и во всем многообразии типов клеток помогает выявлять паттерны изменений, проливающие свет на возникновение когнитивных функций человеческого мозга. Важное продолжение работы – сравнительно-эволюционный анализ экспрессии генов в развивающемся мозге – позволит нам связать эволюционные различия экспрессии с формированием когнитивных функций.

## **Принятие решений о социальном дистанцировании у граждан Китая (после прохождения пика эпидемии COVID-19)**

*Цюци Чжоу*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*zhouqiuqi3@gmail.com*

*Ключевые слова: COVID-19, принятие решения, социальное дистанцирование, китайские респонденты.*

Пандемия COVID-19 существенным образом изменила условия жизнедеятельности людей. Они вынуждены принимать решения о социальном дистанцировании. И это не только диктуется внешними требованиями пребывания в условиях эпидемии, он и связано с эмоциональной регуляцией, которая может отражаться в обоснованиях разных выборов.

В нашем исследовании, проведенном на китайской выборке (в период спада эпидемии), анализировались основания ПР и их возможные связи с индивидуальными различиями по шкалам имплицитных теорий эмоций (ИТЭ) и эмпатии. Кроме того, нас интересовало доверие СМИ в этих чрезвычайных условиях.

На тему носить или не носить маску были сформулированы пять вербальных задач. Вербальные задачи с опросниками (на ИТЭ и эмпатию) были разосланы по интернету. Участники отвечали на опросники по желанию, и после ответа некоторые из них получили 10 юаней в качестве компенсации за потраченное время. Почти половины участников ( $n = 244$ ) являются студентами, обучающимися в Китае.

Все 436 китайских респондентов жители Китая в возрасте от 15 до 57 лет.

Как показывают полученные данные, большинство китайцев (3/4 выборки) доверяют СМИ относительно данных по эпидемии. Но основания предпочтения носить маску – как необходимое условие социального дистанцирования – отличаются. Люди не скрывают, что в первую очередь заботятся о себе (3/4 этого основания при ПР носить маску). Причем несмотря на то, что шкалы имплицитных теорий эмоций и эмпатии коррелируют между собой, выявилось только то, что *когнитивная децентрация* отличаются у лиц с разными обоснованиями ПР. Восприятие риска также включено в основания ПР.

По мере спада эпидемии в России исследование будет продолжено на российской выборке.

Пандемия COVID-19 существенным образом изменила условия жизнедеятельности людей. Китайская республика первой столкнулась с этой новой угрозой и необходимостью государственного влияния на принятие решений (ПР) в поведении в социуме и в частной жизни. Носить маски – это стало одним из многих обязательных требований социального дистанцирования и охраны здоровья – своего и других лиц.

Эта ситуация сделала возможным изучения проблемы личностной регуляции ПР в новом аспекте. Мы поставили вопрос о том, в какой степени поведенческое ПР связано с индивидуальными различиями китайцев – их эмоциональной регуляцией и эмпатией. Тема единства интеллекта и аффекта является важной в российской и зарубежной психологии [1]. А для китайской выборки можно предполагать специфику эмоциональной регуляции в силу культурных условий развития страны.

Мы предполагали, что имплицитные представления о том, может ли человек управлять эмоциями (*инкрементальные имплицитные теории* против *константных* имплицитных теорий), будут связаны с его эмпатией и с поведенческими решениями. В дальнейшем мы продолжим это исследование как сопоставление с российской выборкой; но это станет возможным, когда в России также эпидемия минует пик и пойдет на спад (как в момент тестирования китайской выборки). В докладе будет представлено такое сравнение. Сейчас же кратко даются тезисы по китайским данным.

*Целью* нашего исследования стало выявление: 1) фактора доверия СМИ, как связанного с ПР о ношении маски (как условия социального дистанцирования); 2) возможной связи индивидуальных различий по эмпатии и имплицитным теориям эмоций в китайской выборке с ПР и его основаниями;

**Методика.** *Схема исследования.* Всем участникам предъявлялся набор из двух задач, в которых человек должен сказать, будет ли он надевать защитную маску (теперь, когда пик эпидемии пройден и ослабела внешняя регуляция требований по социальному дистанцированию). Всего задач было 5 – 4 основных, которые давались в разных сочетаниях. И общая контрольная 5-я. В возможных ответах – выборах участника – вводились следующие основания носить или не носить маску: забота о себе, забота о других, автономия (право каждого), законопослушность, восприятие риска (маленький и большой риск).

Но до этого предъявлялся вопрос о доверии СМИ по поводу распространения информации об эпидемии (с 3 возможными ответами).

После ответов в двух основных задачах участник мог пройти тестирование по двум психологическим методикам.

*Участники:* 436 китайских респондентов (возраст от 15 до 57 года) из них 175 мужчин ( $M = 25.06$ ,  $SD = 7.54$ ) и 261 женщина ( $M = 25.16$ ,  $SD = 7.10$ ). Все испытуемые приняли участие в исследовании добровольно – через рассылку задач и опросников в интернете. Участники отвечали на опросники по желанию, и после ответа некоторые из них получили 10 юаней в качестве компенсации за потраченное время. Почти половины участников ( $n = 244$ ) являются студентами, обучающимися в Китае.

*Процедура:* Вербальные задачи с опросниками были разосланы по интернету на социальных сайтах, а также было сделанная реклама на сайтах сбора китайских студентов. Фиксировалось время, потраченное испытуемыми; мы ударили ответы тех, кто тратил меньше 400 секунд. В конце концов мы оставили 436 ответов.

*Психодиагностические методики:*

- (1) шкала Имплицитных Теорий Эмоций [2];
- (2) опросник со шкалами, объединяемыми во вторичные шкалы Когнитивной и Аффективной эмпатии-QCAE (The Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy) [3; 4].

### **Результаты.**

1. Мы установили связи имплицитных теорий эмоций (ИТЭ) с особенностями эмпатии у китайцев. Лица с выраженной *когнитивной децентрацией* предполагают, что эмоциями можно управлять ( $\rho = 0.120$ ,  $p = 0.05$ ); ИТ управляемости эмоций также характеризуют лиц с когнитивной *моментальной подстройкой* ( $\rho = 0.226$ ,  $p = 0.01$ ) и в целом также с *когнитивной эмпатией* ( $\rho = 0.185$ , значима на уровне 0.01). Эти данные свидетельствуют в пользу положительного вклада когниций в регуляцию эмоций.

2. Мы разделили испытуемых на 2 группы по оценке шкалы *децентрации*, сравнивали их ответы на 1-м этапе по критерию хи-квадрат, группа высокой оценки *децентрации* больше доверит на то что есть очень много зараженных без симптомов и любой человек может оказаться зараженным ( $p = 0.02$ ).

3. В предварительной задаче у участников спрашивали про доверие новостям в СМИ о том, что есть очень много зараженных без симптомов. 341 испытуемых (78 %) ответили, что верят. Из 436 испытуемых 74 испытуемые (16.9 %) верят, но считают, что хотя существует зараженные без симптомов, он сам не может быть зараженным.

4. Среди тех испытуемых, кто верит, что он не может бы зараженным, больше половины испытуемых (55.4 %) из группы высокой оценки инкрементальных ИТЭ.

5. В основных вербальных задачах 3/4 проявили заботу о себе. В задачах 1 и 2 79, 8 % и 71.3 % выбирают ответ заботы о себе. Меньше четверти людей выбирают заботу о других. В задаче 1 (19.3 %) выбирал вариант: надевать маску, поскольку боитесь заразить вирусом других людей. В задаче 2 (28.7%) решил надевать маску, потому что считает, что он может быть зараженным и сам об этом не знает, и он хочет оберегать других от возможного заражения. В задаче 3 87.3 % решили надевать маску, потому что даже если они оценивают как очень маленький риск заразиться вирусом, то все равно будут его избегать, заботясь о себе. В задаче 4 при другой причине «законопослушный-соблюдаю правила» большинство -70 % испытуемых выбрали основание ПР «большой риск заразиться». Можно сказать, что хотя на данный момент в Китае каждый день добавляется не более 50 новых инфицированных (и большинство из них из-за рубежа), люди все еще боятся заражения. В задаче 5 по сравнению с причиной «законопослушный-соблюдаю правила» 200 испытуемых (45.9 %) выбрали вариант «поскольку оцениваю как очень большой риск заразить других людей». Это свидетельствует о том, что набор вариантов дает эффект фрейминга – альтернатива чаще или реже выбирается в зависимости от сочетания оснований для ПР.

**Дискуссия.** Как показываю полученные данные, большинство участников (3/4 выборки) доверяют СМИ относительно данных по эпидемии. Но основания предпочтения носить маску – как необходимое условие социального дистанцирования – отличаются. Люди не скрывают, что в первую очередь заботятся о себе (3/4 этого основания при ПР носить маску) и только 1/4 участников высказали заботу о других. Это для нас является косвенным свидетельством того, что данные не искажены существенно фактором «социальной желательности» ответов. Восприятие риска также включено в основания ПР.

Мы установили, что шкалы имплицитных теорий эмоций и эмпатии коррелируют между собой. Несмотря на то, что выявилось только то, что *когнитивная децентрация* отличаются у лиц с разными обоснованиями ПР. Возможно, индивидуальным различиям здесь дает проявиться сильная внешняя регуляция поведения в условиях пандемии в Китае (что, возможно, будет меньшим в российских условиях).

Отметим, что в нашей выборке 99 % участников выбирали «носить маску», отличались обоснования. Мы в дальнейшем построим вербальные задачи на менее критическую тему, чем условия эпидемии, чтобы продолжить поиск связей эмоциональной регуляции с ПР.

#### *Список литературы*

1. Корнилова Т.В. Психология риска и принятия решений. М.: Аспект Пресс, 2003. 385 с.

2. Tamir M., John O.P., Srivastava S., et al. Implicit theories of emotion: Affective and social outcomes across a major life transition // *Journal of personality and social psychology*, 2007. Vol. 92(4). P. 731.

3. Reniers R. L.E.P. Reniers, Corcoran R., Drake R., Nick M. Shryane, Völlm B.A. The QCAE: A Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy, *Journal of Personality Assessment*, 2011. Vol. 93(1). P. 84-95.

4. Wang X.S., Su Y.J. Revision of QCAE empathy scale for Chinese adolescents. *Psychology: Techniques and Application*, 2019. Vol. 7(9). P. 536–547.

### **Сравнительный анализ сетевой теории интеллекта и теории теменно-фронтальной интеграции**

*И. Захаров, Т. Адамович, А. Табуева*

*Психологический институт*

*Российской академии образования, Москва, Россия*

*iliazaharov@gmail.com*

Ключевые слова: *сетевая теория интеллекта, теория теменно-фронтальной интеграции, ЭЭГ.*

**Введение.** Одним из наиболее перспективных направлений в современных исследованиях индивидуальных различий мозговой активности можно считать «сетевую нейронауку» – подход, согласно которому динамические процессы в мозге должны быть описаны как сеть взаимодействующих элементов (Avena-Koenigsberger et al., 2018). Так, например, с точки зрения сетевой теории интеллекта (*network neuroscience theory of intelligence*, Barbey,

2018), индивидуальные различия в интеллекте формируются за счет различий в особенностях реконфигурации нейронных сетей в мозге каждого индивида. Однако, теоретическая новизна сетевого подхода к интеллекту остается под вопросом. Теория Барби может быть противопоставлена более ранней теории теменно-фронтальной интеграции (parieto-frontal integration theory, P-FIT; Jung & Haier, 2007). Различия между этими теориями связаны в первую с тем, как операционализируются мозговые системы, связанные с решением интеллектуальных задач. С точки зрения сетевой теории интеллекта, индивидуальные различия в общих познавательных способностях связаны с динамикой взаимодействия большого количества разнообразных сетей мозга. Таким образом, для более точного описания психофизиологических коррелятов интеллекта необходимо включения максимально возможного количества источников мозговой активности. В свою очередь, в рамках теории P-FIT, наоборот, включение дополнительных областей, выходящих за рамки теменно-фронтальной интеграции, может привести к повышению количества «шума» в данных, что затруднит поиск нейробиологической основы индивидуальных различий.

В нашей предыдущей работе (Zakharov et al., 2020) было показано, что применение сетевого подхода позволяет успешно описать взаимосвязь между метриками связанности мозговой активности и индивидуальными различиями в невербальном интеллекте. В настоящей работе мы хотим сравнить результаты, полученные в рамках сетевой теории интеллекта, и в рамках модели теменно-фронтальной интеграции (P-FIT).

**Методика.** В выборку исследования вошли 112 человек в возрасте от 17 до 34 лет ( $M = 21.7$ ,  $SD = 3.36$ ), 30 % идентифицировали свой пол как женский. ЭЭГ регистрировалась в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение 6 мин с помощью 64-канального энцефалографа BrainProducts Actichamp. На основе записи ЭЭГ методом eLORETA были восстановлены источники мозговой активности на базе атласа Desikan-Killiany (Potvin et al., 2017). Для анализа особенностей активации мозговых сетей анализировались метрики связанности на основе теории графов. Для анализа в рамках сетевой теории интеллекта была проанализирован граф связности всех областей атласа, для анализа в рамках модели P-FIT были отобраны зоны, входящие в теменные и фронтальные области. Для оценки общих познавательных способностей использовался тест «Стандартные Прогрессивные Матрицы Равена».

## Результаты.

*Описательные статистики и результат корреляционного анализа для показателей мозговой активности в рамках сетевой теории интеллекта и модели P-FIT*

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	Сетевая теория интеллекта	P-FIT
1. EEG – CPL	0.28	0.08		
2. Raven score	50.28	5.88	.18*	.19*
			[.00, .35]	[.01, .36]

\* Значимо на уровне  $p < 0.05$ . CPL – Characteristic Path Length.

**Вывод.** Полученные нами не позволяют судить о наличии различий в точности описания психофизиологических основ формирования индивидуальных особенностей в познавательной деятельности, полученных в рамках двух разных моделей интеллекта – сетевой теории интеллекта и теории теменно-фронтальной интеграции. Однако косвенным подтверждением валидности теории теменно-фронтальной интеграции может служить сравнимая с сетевой теорией интеллекта точность даже при учете меньшего количества данных, использованных для анализа. Таким образом, можно предположить, что основная информация об активности связанных с познавательной деятельностью сетей содержится в данных об активности областей, входящей во фронтальные и теменные отделы мозга. Тем не менее, требуются дополнительные исследования для сравнения предсказаний двух теорий для более широкого класса познавательных задач.

### *Список литературы*

1. Avena-Koenigsberger A., Misić B., Sporns O. Communication dynamics in complex brain networks // Nature Reviews Neuroscience. – 2018. – Т. 19. – №. 1. – С. 17.
2. Barbey A. K. (2018). Network neuroscience theory of human intelligence. Trends in cognitive sciences, 22(1), 8-20.
3. Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: converging neuroimaging evidence. Behavioral and Brain Sciences, 30(2). 135-154.
4. Potvin O., Dieumegarde L., Duchesne S., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2017). Freesurfer cortical normative data for adults using Desikan-Killiany-Tourville and ex vivo protocols. NeuroImage, 156. 43-64.

## Ослабление перцептивных ограничений в задаче «9 точек»<sup>1</sup>

*П.Н. Маркина<sup>1,2</sup>, А.В. Чистопольская<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup>ИП РАН, Москва, Ярославль, Россия*  
*<sup>2</sup>Яр ГУ им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия*  
*alxetar@gmail.com; chistosasha@mail.ru*

Ключевые слова: *задача «9 точек», перцептивные ограничения, подсказка.*

На материале решения классической инсайтной задачи «9 точек» построено множество моделей инсайтного решения (например, MacGregor, Ogmerod, Chronicle, 2001; Öllinger, Jones, Knoblich, 2014). Интересно, что в большинстве исследований авторам не удаётся фасилитировать решение этой задачи с помощью подсказки: К. Бернем и К. Дэвис давали своим испытуемым инструкцию искать ответ вне квадрата, только 26 % испытуемых успешно решили (Burnham, Davis, 1969); Р. Вайсберг и Дж. Альба говорили испытуемым, что они исчерпали все попытки найти решение внутри квадрата, справилось только 20 % испытуемых за 10 попыток (Weisberg, Alba, 1981). Нам кажется, для того, чтобы подсказка фасилитировала решение, она должна быть направлена на источник трудности задачи, и должна быть сформулирована «на языке» самой трудности, то есть перцептивные сложности нужно подсказывать на перцептивном уровне. Во многих исследованиях подсказки были нерелевантны источнику трудности, и поэтому, как мы думаем, не оказывали фасилитирующего эффекта. Мы считаем, что основной источник сложности задачи «9 точек» – перцептивные ограничения (форма квадрата) (Ohlsson, 1992).

**Гипотеза:** основной источник сложности задачи «9 точек» – перцептивные ограничения.

Следовательно, подсказка, релевантная источнику трудности, будет фасилитировать решение задачи: уменьшать время решения, количество попыток.

Мы провели эксперимент с четырьмя видами перцептивной подсказки для задачи «9 точек». Подсказка представляла собой фигуры Каниза, выстраивающие нужный для ответа треугольник, который перцептивно конструирует с квадратом из точек.

---

<sup>1</sup> Исследование проведено в соответствии с госзаданием Министерства науки и высшего образования РФ № 0159-2019-0010.

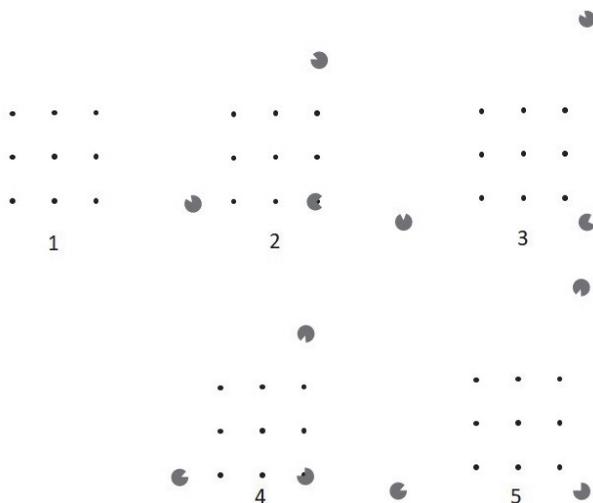


Рис. 1. Пять условий (и экспериментальных групп) предъявления задачи в эксперименте 2. Слева направо, сверху вниз: 1 – контрольное условие; 2 – условие с неправильно развёрнутыми подсказками (фигурами Каниза), расположены близко; 3 – условие с неправильно развёрнутыми подсказками (фигурами Каниза), расположены далеко; 4 – условие с правильно развёрнутыми подсказками (фигурами Каниза), расположены близко; 5 – условие с неправильно развёрнутыми подсказками (фигурами Каниза), расположены далеко

Каждый из 75 испытуемых (от 18 до 57 лет ( $M = 22,9$ ), 56 женщин) испытуемый решал задачу «9 точек» в одном из пяти условий. На решение отводилось 30 минут и неограниченное количество попыток.

**Результаты и обсуждение:** сначала мы убедились, что экспериментальные манипуляции приводят к значимым различиям, сравнив с помощью критерия  $\chi^2$  все пять групп на основании наличия решения ( $\chi^2(4) = 23,889$ ,  $p < 0,001$ ). Направление подсказок (разворот фигур Каниза) не оказывает статистически значимого влияния на вероятность найти верный ответ ( $\chi^2(1) = 3,774$ ,  $p = 0,052$ ), но принимая во внимание близость уровня значимости к граничному, можно говорить о тенденции наличия эффекта направления подсказок. Близость подсказки к точкам значимо влияет на вероятность нахождения ответа ( $\chi^2(1) = 9,32$ ,  $p = 0,002$ ): близко расположенные фигуры подсказывают эффективнее по сравнению с далеко расположенными. Мы предполагаем, что это так, потому что углы подсказки в близком расположении находятся прямо на местах проведения линий ответа.

Далее, мы применили дисперсионный анализ для проверки результатов. Для проведения дисперсионного анализа нерешенным заданиям мы присвоили максимально возможное в эксперименте время решения (1800 с). ANOVA показал, что пять экспериментальных групп значимо различаются между собой по времени решения ( $F(4,70) = 7,258, p < .001, \eta_p^2 = 0,293$ ) и по наличию верного ответа ( $F(4,70) = 8,179, p < .001, \eta_p^2 = 0,319$ ). По количеству попыток, потребовавшихся для ответа, группы не различаются ( $F(4,40) = 1,51, p = 0,217, \eta_p^2 = 0,131$ ).

**Заключение:** мы провели эксперимент на материале задачи «9 точек», в котором доказали, что основной источник трудности этой задачи – перцептивный. Мы смогли показать, что подсказка, разрушающая перцептивные ограничения, оказывает значимый фасилитирующий эффект. Близко расположенная подсказка оказывает больший эффект, согласно нашим данным. Есть тенденция к подтверждению предположения, что верно направляющая подсказка оказывает больший эффект.

#### *Список литературы*

1. Burnham, C. A., Davis, K. G. 1969. The nine-dot problem: Beyond perceptual organization. *Psychonomic Science*, 17(6). 321-323.
2. MacGregor, J. N., Ormerod, T. C., Chronicle, E. P. 2001. Information processing and insight: a process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1). 176-201.
3. Ohlsson, S. 1992. Information-processing explanations of insight and related phenomena. *Advances in the psychology of thinking*, 1. 1-44.
4. Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. 2014. The dynamics of search, impasse, and representational change provide a coherent explanation of difficulty in the nine-dot problem. *Psychological research*, 78(2). 266-275.
5. Weisberg, R. W., & Alba, J. W. 1981. An examination of the alleged role of "fixation" in the solution of several "insight" problems. *Journal of experimental psychology: general*, 110(2). 169.

## **Когнитивно-стилевые и субъектные характеристики студентов разных направлений профессиональной подготовки**

*О.В. Рудыхина  
РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия  
olga.rudykhina@yandex.ru*

*Ключевые слова: когнитивный стиль, субъектные характеристики, студенты, профессиональная подготовка.*

В настоящее время принципы интегративного подхода являются ведущими во многих отраслях научного знания. В области психологии проявление этой тенденции можно проследить в контексте изучения интеллектуального потенциала: в 50–70-х гг. XX в. начала активно разрабатываться когнитивно-стилевая проблематика в связи с интересом к установлению взаимосвязи характеристик познавательной сферы с личностными особенностями с помощью конструкта «когнитивный стиль». Однако, несмотря на длительный период дискуссий о соотношении когнитивно-стилевых и личностных характеристик (Толочек 2013; и др.), до сих пор описанные в научной литературе когнитивные стили не объединены общей теорией, и не сформировано целостного представления об их природе и месте в ряду разных подструктур личности. Решению данной задачи может способствовать эмпирическое изучение стилиевых характеристик разных уровней с учетом принципов интегративного подхода (Панферов и др. 2017).

Ориентиром в реализации интегративного подхода может служить проблематика субъектности, потому что ее рассматривают как интегральную характеристику человека, проявляющуюся в активном отношении к себе и окружающему миру и развивающуюся в процессе его жизнедеятельности (Коржова 2002; и др.). Однако до настоящего времени в научной литературе не представлено целостное описание характеристик феномена субъектности и специфика его проявления на разных уровнях психической организации человека. Вместе с тем, исследование особенностей проявления субъектности на уровне когнитивно-стилевого функционирования личности является актуальным направлением, потому что способствует определению роли активности субъекта по отношению к своей жизнедеятельности в изменении познавательных стилей разных уровней когнитивно-стилевой иерархии.

Изучение когнитивно-стилевого профиля в контексте характеристик субъектного потенциала приобретает особую актуальность в исследовании представителей студенческой молодежи, потому что в условиях трансфор-

мации системы современного высшего образования востребовано становление специалистов, способных не только к продуктивной реализации своего когнитивно-стилевого потенциала, но и готовых к личностному развитию и проявлению активной жизненной позиции в процессе профессиональной самореализации. Кроме того, важным, но малоизученным является учет специфики профессиональной направленности студентов вузов в исследовании соотношения субъектных и когнитивно-стилевых характеристик.

*Цель* данного исследования – определить соотношение показателей и типов субъектности с когнитивно-стилевыми характеристиками у студентов вуза и психологические особенности проявления субъектности в контексте когнитивно-стилевого профиля у студентов разных направлений профессиональной подготовки.

*Характеристика выборки:* студенты гуманитарного, естественнонаучного, художественно-творческого направлений профессиональной подготовки, обучающиеся в РГПУ им. А.И. Герцена (возраст  $19 \pm 1,31$  лет;  $N = 545$ ).

*Методики исследования:* 1) Опросник жизненных ориентаций (Е.Ю. Коржова) для определения показателей и типов субъект-объектных ориентаций (Коржова 2002);

2) методика «АКТ – 70» для определения когнитивного стиля «полезависимость / полнезависимость» (К.У. Эттрих); 3) опросник «Стиль мышления» для диагностики интеллектуальных стилей (А.Ф. Harrison., R.M. Bramson, в адаптации А.А. Алексеева, Л.А. Громовой).

*Результаты исследования.* В результате сравнительного анализа обнаружены статистически значимые различия в распределении представителей когнитивного стиля «полезависимость / полнезависимость» (КС «ПЗ / ПНЗ») у студентов с разными показателями субъектности: представителей ПНЗ-го стиля достоверно больше в группе с субъектной ориентацией по сравнению с группой объектно-ориентированных студентов ( $p \leq 0,01$ ). Также выявлены значимые различия между группами с объектной и субъектной ориентациями по показателям интеллектуальных стилей: для объектно-ориентированных студентов по сравнению с группой с субъектной ориентацией характерна более высокая степень выраженности прагматического ( $p \leq 0,01$ ) и реалистического стилей ( $p \leq 0,001$ ), а для субъектно-ориентированных студентов – более высокая степень выраженности синтетического ( $p \leq 0,01$ ) и идеалистического стилей ( $p \leq 0,001$ ). Эти результаты отражают нелинейный характер связи когнитивного стиля «ПЗ / ПНЗ» с показателями субъектности и выраженные различия в профиле интеллектуальных стилей у студентов с объектной и субъектной ориентациями.

В результате сравнительного анализа групп студентов с разными профилями выявлено, что представителей ПЗ-го КС статистически значимо

больше среди *студентов художественно-творческого профиля с объектной ориентацией* по сравнению с объектно-ориентированными студентами естественнонаучного профиля ( $p \leq 0,02$ ). Данный результат, можно предположить, обусловлен выраженной социальной направленностью у студентов художественно-творческого профиля.

В профиле интеллектуальных стилей обнаружено, что *субъектно-ориентированные студенты гуманитарного профиля* по сравнению со студентами данного профиля с объектной ориентацией характеризуются значимо более высокими показателями *синтетического стиля* ( $p \leq 0,01$ ) и значимо низкими значениями прагматического ( $p \leq 0,02$ ) и реалистического ( $p \leq 0,04$ ) стилей. Выявлено, что *субъектно-ориентированные студенты естественнонаучного профиля* по сравнению со студентами данного профиля с объектной ориентацией характеризуются значимо более низкими показателями реалистического стиля ( $p \leq 0,02$ ). Установлено, что *субъектно-ориентированные студенты художественно-творческого профиля* по сравнению со студентами данного профиля с объектной ориентацией характеризуются значимо более низкими показателями прагматического стиля ( $p \leq 0,01$ ).

Представленные результаты свидетельствуют об определенной специфике когнитивно-стилевого профиля у студентов разных направлений профессиональной подготовки: субъектная жизненная позиция у *студентов гуманитарного профиля* проявляется в стремлении к инновациям, преобразованиям; активная жизненная позиция у *студентов естественнонаучного профиля* в меньшей степени характерна тем, кто ориентирован на получение практически значимого результата в разрешении проблемы; субъектная ориентация у студентов *художественно-творческого направления* в большей степени проявляется при выраженной ориентации на цели и ценности участников проблемной ситуации.

Таким образом, типы субъект-объектных ориентаций, раскрывающиеся в рефлексии человеком своего внутреннего мира и в стратегиях взаимодействия с жизненными ситуациями, проявляются на когнитивно-стилевом уровне функционирования личности и наиболее ярко на уровне интеллектуальных стилей, что имеет специфику проявления у студентов разных профессиональных направлений.

#### Список литературы

1. Коржова Е. Ю. 2002. Психологическое познание судьбы человека. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена; Союз. 334.
2. Панферов В.Н., Знаков В.В., Коржова Е.Ю. (и др.) 2017. Интегративный подход к познанию психологии человека. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. 296.
3. Толочек В.А. 2013. Проблема стилей в психологии: историко-теоретический анализ. М.: Институт психологии РАН. 320.

## **Изучение субъективных оценок расстояния при совершении хватательного движения<sup>1</sup>**

*И.А. Дубынин (ignnd@mail.ru), А.С. Яшин (teridacs@yandex.ru)  
НИИЦ «Курчатовский институт» (Москва, Россия)*

Ключевые слова: *субъективная оценка, хватательное движение, ЭМГ.*

Агентивность – чувство авторства действия – является разновидностью субъективного опыта, необходимой для поддержания «Я»-концепции (Gallaher 2000). Человек проводит различие между действиями, считая одни своими, а другие – нет. Среди поведенческих коррелятов агентивности наиболее известно интенциональное связывание (Haggard et al. 2002). Испытуемые воспринимают действие более близким по времени к его последствиям, если действие является произвольным. Есть основания предполагать (Kirsch et al. 2016), что в меньшую сторону отличаются и оценки расстояния, если, например, между действием и эффектом происходит перемещение метки. Далее мы описываем разработанную нами методику по изучению оценок расстояния в рамках хватательного действия, а также представляем предварительные результаты.

Для изучения связи пространственных оценок с агентивностью мы создали специальную экспериментальную установку. Установка состоит из двух частей: устройства, осуществляющего поднятие проволоки, и хватательного механизма, участвующего в движении. Устройство, осуществляющее поднятие проволоки, состоит из основания, внутри которого расположена скрытая часть проволоки и резиновый жгут, отвечающий за возвращение проволоки в начальное положение. На основании закреплена платформа, на которой посредством застежек-велькро фиксируется рука испытуемого. На платформе закреплен объемный штатив, внутри которого размещена плата контроллера, серводвигатель и емкостной датчик, срабатывающий при захвате проволоки испытуемым. Движение от серводвигателя передается проволоке посредством коромысла, закрепленного на оси серводвигателя. Штатив облегают непрозрачный кожух, скрывающий от испытуемого движение коромысла. Проволока проходит через отверстие в платформе вглубь основания. Рядом с отверстием размещен ограничитель, позволяющий испытуемому найти оптимальное положение кисти руки на

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной поддержке Российского научного фонда, грант № 18-19-00593 (разработка методики), и НИИЦ «Курчатовский институт», приказ 1361 от 25.06.2019 (проведение экспериментов, анализ данных).

платформе. На проволоке расположена отметка в виде капли, которая находится заведомо выше области хватания, но достаточно низко, чтобы всегда оставаться на виду. Также на штативе закреплено три источника видимого лазерного излучения, направленные на оптические датчики на платформе. Датчики расположены вокруг отверстия, сквозь которое проходит проволока. Пересечение любого из трех лучей является сигналом для активации серводвигателя и поднятия проволоки. Помимо штатива, на платформе закреплен держатель с двумя светодиодными источниками света, освещающими рабочую область.

Хватательный механизм, участвующий в движении, состоит из двух пластин, связанных зубчатой передачей. Пластины фиксируются на указательном и большом пальце испытуемого посредством застёжек-велькро, оставляя возможными движения указательного и большого пальцев только в пястно-фаланговых суставах (*Articulationes metacarpophalangeae*). На конструкции размещен серводвигатель, с помощью которого она может сжиматься и разжиматься до заранее заданных положений. Таким образом, механизм способен выполнять функции экзоскелета.

В эксперименте представлены 4 градации активности: активные движения (**Act**) выполняются испытуемым без помощи; активно-пассивные движения (**Actpas**) инициируются испытуемым и далее реализуются сервоприводом; пассивные движения (**Pas**) осуществляются только сервоприводом при наличии руки испытуемого в экзоскелете; пассивное наблюдение за движением силиконового муляжа руки (**Dum**). Порядок проведения этапов случаен для предупреждения эффекта последовательности. Перед основной частью эксперимента проводится обучение испытуемых с предъявлением всех типов движений по 2-3 мин. Длительность каждой серии составляет порядка пятнадцати минут и содержит несколько десятков интервалов.

Во время проведения эксперимента у испытуемого считывается ЭМГ. Пара ЭМГ электродов размещается над *m. extensor* на расстоянии 3 см друг от друга. Задача испытуемого состоит в том, чтобы схватить проволоку, осуществив как можно более быстрое движение в течение заданного интервала времени. Начало движения отслеживается с помощью ЭМГ и лазерного барьера. Каждый интервал начинается со звука «тик», означающего, что у испытуемого есть пятнадцать секунд, в течение которых в Act- и Actpas-сериях он может совершить произвольное действие в любой удобный для него момент времени. В Pas- и Dum- сериях устройство срабатывает самостоятельно в рамках интервала. В этих сериях экспериментатор с помощью ЭМГ следит за тем, чтобы испытуемый держал руку расслабленной в течение серии.

После каждой попытки поймать проволоку испытуемому предлагается в миллиметрах оценить расстояние, на которое, по его мнению, сдвинулась

оловянная капля, сидящая на проволоке. Во всех попытках основных серий через 300 мс после момента касания проволоки испытуемым выключаются лампы, освещавшие рабочую зону установки. Свет в помещении выключается после прохождения пробных серий. Таким образом была исключена возможность переоценки испытуемым увиденного им расстояния. Из субъективных оценок перемещения метки вычитается реальное значение ее сдвига. Помимо расстояния, по окончании эксперимента испытуемые оценивают в баллах по десятибалльной шкале Ликерта чувство авторства применительно к каждой серии. Перед испытуемыми ставился вопрос: «Насколько "своим" Вы ощутили движение?»

На настоящий момент проведено исследование с 10 испытуемыми. При попарных *t*-тестах предварительно были выявлены различия в субъективном восприятии расстояния между Act- и Dum-условиями ( $p < 0.03$ ). Опрос испытуемых показал разницу между Act- и Actpas-условиями ( $p < 0.003$ ), Pas- и Dum-условиями ( $p < 0.04$ ) и при всех других попарных сравнениях. Наблюдалось уменьшение оценок при большей отстраненности испытуемого от выполняемого движения.

Предварительные результаты опроса свидетельствуют об успешной имплементации градиента вовлеченности испытуемого в действие в рамках разработанной методики, однако для прояснения связи между агентивностью и субъективными оценками расстояния требуется продолжать исследование.

#### *Список литературы*

1. Gallagher S. 2000. Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences* 4(1). 14–21.
2. Haggard, P., Clark, S., Kalogeras, J. 2002. Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience* 5. 382–385.
3. Kirsch, W., Pfister, R., & Kunde, W. 2016. Spatial action-effect binding. *Attention, Perception, & Psychophysics* 78(1). 133–142.

## Различные способы обработки данных айтрекинга в исследовании механизмов восприятия лица<sup>1</sup>

Г.Я. Меньшикова, А.О. Пичугина  
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
gmenshikova@gmail.com; aopichugina@gmail.com

Ключевые слова: *айтрекинг, восприятие лиц, зоны интереса.*

Процесс восприятия лица имеет свои специфические особенности в сравнении с восприятием других объектов. Одна из гипотез, объясняющая эти особенности, была предложена в 1993 году (Tanaka and Farah). Согласно этой гипотезе, в восприятии лица одновременно присутствуют холистические и аналитические механизмы. Впоследствии в исследованиях механизмов восприятия лица стали использовать метод айтрекинга. Вопрос о том, могут ли движения глаз являться индикатором выраженности холистических процессов восприятия лица, до сих пор остается открытым в связи с высокой рассогласованностью результатов. Одним из факторов, приводящих к разнородности результатов, по нашему мнению, является отсутствие единого эталона выделения зон интереса на стимулах. Большинство исследователей выделяют глаза, нос и рот как основные зоны интереса для обработки данных, тем не менее часть исследователей относят к зоне глаз область правого, левого глаза и переносицы (Xu and Tanaka, 2013), другие исследователи анализируют данные отдельно по правому и левому глазу, при этом область переносицы вообще не анализируется (Schwarzer et al., 2005). Также встречаются варианты, когда переносица объединяется в одну зону интереса с носом (Blais et al., 2008), а также выделяется в отдельную зону интереса (Барабанщиков и др., 2009).

Целью данной работы было проанализировать влияние способа выделения зон интереса на интерпретацию результатов в исследовании холистических механизмов восприятия лица. В эксперименте использовалась классическая парадигма инвертированного лица (face inversion effect).

**Стимуляция.** В качестве стимулов использовались фотографии лиц из Варшавской базы с нейтральной экспрессией, включавшие 5 мужских и 5 женских. Фотографии были переведены в черно-белый вариант, овалы лиц вырезаны по линии роста волос. Для изменения степени привлекательности лица изображения были подвергнуты искажениям при помощи Adobe Photoshop CC: были уменьшены и увеличены межглазные расстояния, а также уменьшены и увеличены расстояния между носом и губами.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №19-29-07392).

Вносимые искажения сочетались во всех возможных вариациях. Для каждой фотографии было получено 9 вариантов. Всего было создано 180 стимулов (10 изображений лиц x 9 вариантов x инвертирование лица).

**Аппаратура.** Изображения предъявлялись на мониторе с диагональю 23 дюйма, установленном на расстоянии 75 см от наблюдателя. Движения глаз испытуемых регистрировались с помощью установки SMI iViewX RED 500.

**Участники.** В эксперименте участвовало 57 человек в возрасте 17-28 лет. Процедура. Проба начиналась с предъявления фиксационного креста с правой или левой части экрана монитора. После того, как участник фиксировал крест, на 2 сек. предъявлялся стимул. Затем предъявлялся дисплей со шкалой степени привлекательности, где участник должен был оценить привлекательность лица. Последовательность предъявления стимулов была рандомизирована. Длительность исследования составляла 20-25 мин.

**Обработка данных.** Было использовано три варианта выделения зон интереса: 1) зона левого глаза, правого глаза, переносицы, носа и губ; 2) зона левого глаза, правого глаза, носа и губ (переносица включалась в зоны глаз); 3) зона левого глаза, правого глаза, носа и губ (переносица объединялась с областью носа). Анализ данных с использованием трёх вариантов выделения зон интереса проводился относительно всей выборки, а затем относительно двух выделенных нами групп испытуемых. Группы были сформированы для контроля индивидуальных стратегий движений глаз на основании отношения средней длительности фиксаций к средней амплитуде саккад, зарегистрированных во время наблюдения лиц в прямом положении. Были выделены две группы: группа со статической стратегией, для которой характерны долгие фиксации и короткие амплитуды саккад, и группа с динамической стратегией, с относительно короткими фиксациями и более длинными амплитудами саккад.

**Результаты.** *Первый вариант выделения зон интереса.* При анализе всей выборке было выявлено, что испытуемые проводили значимо больше времени в областях левого, правого глаза и переносицы, и меньше времени в зонах носа и губ в случае рассматривания прямо ориентированных лиц. Для испытуемых со статической стратегией было характерно значимо большее время пребывания в зоне левого глаза и переносицы, и меньшее время пребывания в зоне правого глаза и губ при предъявлении прямых лиц; значимых различий в области носа найдено не было. Испытуемые с динамической стратегией значимо дольше рассматривали области левого и правого глаза, и меньше области носа и губ в условии предъявления прямых лиц; значимых различий в области переносицы не было обнаружено.

*Второй вариант выделения зон интереса.* Для всей выборки было характерно значимо большее время пребывания в области левого и правого глаза и значимо меньшее время пребывания в области носа и губ в условии

прямо ориентированных лиц. Для испытуемых со статической стратегией значимые различия между условиями предъявления были найдены только для двух областей. Значимо большее время пребывания при рассмотрении прямых лиц по сравнению с инвертированными было зафиксировано в области левого глаза, и меньшее – в области губ. Различий в области правого глаза и носа не было обнаружено. Испытуемые с динамической стратегией значимо больше времени проводили в зоне левого и правого глаза, и меньше – в зона носа и губ, наблюдая лица в прямом положении.

*Третий вариант выделения зон интереса.* Для всей выборки не было найдено значимых различий между условиями во времени пребывания в области носа. Испытуемые значимо дольше рассматривали оба глаза и значимо меньше область губ в условии предъявления прямых лиц. Участники со статической стратегией в условии предъявления им прямых лиц значимо дольше рассматривали область левого глаза и носа, и меньше – область правого глаза и губ. Участники с динамической стратегией значимо дольше рассматривали зону левого и правого глаза, и значимо меньше – зону губ; различий в длительности рассматривания зоны носа найдено не было.

Наши данные показывают, что наличие или отсутствие значимых различий во времени пребывания в областях носа, переносицы и глаз зависит от варианта выделения зон интереса.

#### *Список литературы*

1. Барабанщиков В.А., Ананьева К.И., Харитонов В.Н. Организация движений глаз при восприятии изображений лица // Экспериментальная психология. – 2009. – Т. 2. – № 2. – С. 31-60.
2. Blais C. et al. Culture shapes how we look at faces // PloS one. – 2008. – Т. 3. – № 8.
3. Schwarzer G., Huber S., Dümmler T. Gaze behavior in analytical and holistic face processing // Memory & Cognition. – 2005. – Т. 33. – № 2. – С. 344-354.
4. Tanaka J.W., Farah M.J. Parts and wholes in face recognition // The Quarterly journal of experimental psychology. – 1993. – Т. 46. – № 2. – С. 225-245.
5. Xu B., Tanaka J.W. Does face inversion qualitatively change face processing: An eye movement study using a face change detection task // Journal of vision. – 2013. – Т. 13. – № 2. – С. 22-22.

## О различии когнитивного и семиотического процессов: экспериментальный аргумент

А.В. Вдовиченко

Институт языкознания РАН, Москва, Россия

anlvdo@mail.ru

Ключевые слова: *когнитивный процесс, семиотический процесс, языковая модель.*

Сопряжение «мысли» и вербальной формы, несмотря на многие очевидные свидетельства невозможности сопряжения (напр., мышление глухонемых и др.), тем не менее, составляет основание многих исследовательских практик в области языка и мышления (сознания) [Соссюр 1977: 144; Сепир (1921) 1993: 36, 193; Хомский 1972; Jackendoff 2007; Chafe 2013 и др.]. Объединение, или критически тесное сближение, когнитивного и вербального процессов (когниции и языка) представляется неправомерным в рамках *коммуникативной модели* [Вдовиченко 2008; Вдовиченко 2016; Вдовиченко, Тарасов 2017, и др.].

В докладе приводится описание эксперимента («Удар локтем о край стола»), проведенного в рамках работы исследовательской группы ИЯз РАН (проект РНФ № 17-18-001642 «Разработка коммуникативной модели вербального процесса в условиях кризиса языковой модели», 2017-2019), и представляется его интерпретация (с возможностью обсуждения ее правомерности в ходе доклада).

На основании полученных данных рассматривается соотношение акта сознания и знакового (вербального) процесса. Попытки объяснения действий испытуемых с признанием вербального основания когнитивной деятельности ведут к противоречиям и концептуальным несостыковкам: приходится признавать, что испытуемые не понимают (или понимают слишком медленно) то, что непосредственно наблюдают; являются носителями различных «русских языков»; приостанавливают мыслительный процесс, когда не говорят, и пр. Наоборот, принципиальное разделение работы сознания и коммуникативного (семиотического) процесса составляет единственное условие корректной интерпретации естественных вербальных данных. Если мыслительный процесс протекает без слов (без необходимости производить семиотические воздействия), то *словосодержащие семиотические воздействия*, последовательность которых в редуцированном виде рассматривается как естественный вербальный процесс, на стадии реализации сохраняют весьма косвенную связь с исходным когнитивным состоянием коммуниканта (как физическое открывание двери – действие –

представляет собой следствие решения открыть дверь – когнитивного процесса; в рамках данной аналогии естественный когнитивный процесс не может строиться как вербальная последовательность, подобно тому, как обдумывание открывания двери не может быть самым открыванием).

На основании результатов эксперимента демонстрируется, что *когнитивный акт и коммуникативный (семиотический) процесс*, реализуемый с вовлечением слов или иных знаков, *принципиально разделены*. Они обладают различными «природами». Работа сознания не может быть словесной, поскольку любой знак (в том числе вербальный) необходим обладателю сознания только для того, чтобы стать частью коммуникативной – акциональной, «воздействующей», совершительной – процедуры, в основании которой лежит личный акциональный режим сознания семиотического актора. Этот режим эксплицируется различными способами в данных условиях и не исчерпывается знаками: он устанавливается по многочисленным параметрам осуществляемого семиотического воздействия, в том числе – обстоятельством совершения воздействия.

Производить воздействие на собственное сознание теми же способами, что и на постороннее сознание, означало бы для коммуниканта впасть в своего рода когнитивное раздвоение, ментальную схизму: если в случае воздействия на *постороннее* сознание коммуникант планирует произвести в нем изменения, заведомо предполагая привнести что-то новое в сферу чужого сознания, добиться изменений в нем, то в случае *воздействия на себя самого* ему сначала придется целенаправленно лишиться самосознания и тождества, признать себя не равным себе (сойти с ума) и только после этого привнести в эту сферу, мыслимую теперь чуждой, какую-то новизну (изменение) производимыми знаками («словами»).

На этом фоне интерпретация того, что происходило с участниками эксперимента, получает адекватное объяснение только при условии снятия (упразднения) языкового мысле-словного подхода, или «языковой модели» как таковой.

Поскольку *мыслить* (строить планы, анализировать ситуацию, констатировать свойства и объекты, принимать решения, формировать актуальные множества и пр.), с одной стороны, и *совершать семиотический поступок* (воздействовать на представимое постороннее сознание во всегда комплексной ситуации комплексом средств, в том числе с участием вербальных клише), с другой, – принципиально различные виды деятельности (состоящие из действий различного вида и имеющие различные цели), то испытываемые в ходе эксперимента, *когда понимали, не говорили (не использовали вербальные клише), а когда приступали к говорению (воздействию), уже имели сложившийся контент в сознании*.

Ключевое значение для интерпретации естественного говорения (письма) имеет понятия 1) комплексного (многоканального) *семиотического воздействия* и 2) невербального *акционального режима сознания*, которые постулируются в рамках коммуникативной модели вербального процесса. Смыслообразование состоит в воздействии (в попытке изменения внешнего когнитивного состояния). Поэтому всеобщий «язык», принципиально абстрагированный от конкретного семиотического актора и его личного воздействия, оказывается неэффективным концептуальным инструментом для интерпретации смыслопорождения.

На фоне продемонстрированного в эксперименте отношения факта сознания к вербальным данным (то есть на фоне ясно наблюдаемого *различия незначковых процедур сознания и значковых семиотических действий*), следует признать *независимость состояний индивидуального сознания от «языка»* («известных говорящим вербальных клише, входящих в состав семиотических воздействий»), в том числе от так называемой «языковой картины мира», конструируемой исследователями на основе мнимо-автономных «языковых единиц, руководящих сознанием»; а также – признать значительно ослабленной связь между фактами индивидуального сознания и различными внешними детерминантами, если последние в процедуре исследования прямо ассоциированы с феноменами «языка», – культурной, национальной, этнической, социальной, профессиональной, конфессиональной.

#### *Список литературы*

1. Вдовиченко А.В., 2008. Расставание с «языком»: Критическая ретроспектива лингвистического знания. М.: Изд-во ПСТГУ. 510 с.
2. Вдовиченко А.В., 2016. О несамостоятельности языкового знака. Причины и следствия «лингвистического имяславия» // Вопросы философии. 2016. № 6. С. 164-175.
3. Вдовиченко А.В., Тарасов Е.Ф., 2017. Вербальные данные в составе коммуникативного действия: язык, текст, автор, интерпретатор // Вопросы психолингвистики. 2017 Вып. 4 (34). С. 22-39.
4. Сепир Э., 1993. Язык. Введение в изучение речи // Сепир Э. Избранные труды по языкознанию и культурологии. М.: Прогресс.
5. Соссюр Ф. де., 1977. Труды по языкознанию. М.: Прогресс. Хомский Н., 1972. Язык и мышление. М.: Изд-во МГУ.
6. Chafe W., 2013. Toward a thought-based linguistics // Bischoff S.T., Jarty C. (eds). Functional approaches to language. Berlin: De Gruyter Mouton, P. 107-130.
7. Jackendoff R. 2007. Language, consciousness, culture: Essays on mental structure. Cambridge (MA): MIT Press.

## Изменения концептуальной структуры аксиологической категории: эволюция или деволюция<sup>1</sup>

Е.Л. Боярская, Е.В. Шевченко, И.В. Томашевская  
БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия  
[ebovarskaya@kantiana.ru](mailto:ebovarskaya@kantiana.ru); [eshevchenko@kantiana.ru](mailto:eshevchenko@kantiana.ru);  
[itomashevskaya@kantiana.ru](mailto:itomashevskaya@kantiana.ru)

Ключевые слова: *концептуальная структура, аксиологическая категория, эволюция, деволюция.*

В последнее время аксиологические категории находятся в фокусе внимания лингвистов, которые изучают концептуальный объем понятий, используемых для характеристики абсолютной или сравнительной ценности объекта. Как известно, существует ряд ключевых дихотомий, которые по своим базовым признакам прототипа могут быть причислены к основным аксиологическим категориям: например, *добро vs зло, хорошо vs плохо, правда vs ложь*. Настоящее исследование посвящено изучению динамики изменений структуры концептуальных категорий, входящих в аксиологическую дихотомию *truth vs lie/ истина vs ложь*. Концепт *lie (ложь)* является частью дихотомии *truth vs lie/ истина vs ложь*, которая обладает одновременно онтологическими, гносеологическими, логическими и моральными аксиологическими характеристиками. Во многих европейских языках собственно концепты *истина (truth)* и *ложь (lie)*, и, следовательно, вербализующие их лексические единицы, прошли практически идентичный путь: от их употребления в поэтическом (религиозном) дискурсе, далее – в юридическом, философском и, наконец, в научном. Апеллирование к концептам *истина – ложь* всегда было вызвано а) гносеологическими, эпистемологическими причинами (соответствие действительности) и б) аксиологическими причинами (соответствие ценностным представлениям) (Шевченко, Боярская, Томашевская 2019).

В результате проведенного исследования представляется возможным смоделировать структуры фреймов TRUTH (ИСТИНА) и LIE (ЛОЖЬ). В данном исследовании понятие фрейм трактуется в контексте теорий, предложенных Ч. Филлмором, М. Минским и др. (Fillmore and Atkins 1992, Hudson 1997, Минский 1979, и др.). Моделирование структуры фрейма осуществлялось на основе анализа дефиниций, почерпнутых из ряда лексикографических источни-

---

<sup>1</sup> Исследование подготовлено при финансовой поддержке гранта РФФ № 17-78-30029.

ков. В английском языке лексикализованный концепт *Truth* вербализуется одной лексической единицей, в то время как в русском языке существуют, по крайней мере, две лексические единицы, фиксирующие максимально схожий объем концептуальной информации – *истина* и *правда*. На основании анализа дефиниций представляется возможным осуществить моделирование структуры фрейма TRUTH (ИСТИНА), которая выглядит следующим образом: 1) факт(ы); 2) степень верификации факта(ов); 3) цель предоставления факта(ов); 4) манера предоставления факта(ов); 5) пост-эффекты факта(ов); 6) контрагены предоставления факта(ов). Структура фрейма LIE (ЛОЖЬ) по перечню слотов совпадает с предыдущей, однако концептуальное наполнение слотов частично отличается: 1) факт(ы); 2) степень верификации – нет; 3) цель предоставления факта (ов) – манипуляция, достижение негативного эффекта; 4) манера предоставления факта (ов); 5) пост-эффекты факта(ов) – отрицательные; 6) контрагены – агенты, ставящие целью донесение истины и препятствие манипуляции (в случае с фреймом TRUTH (ИСТИНА) – цель – манипуляция). В современном английском языке в структуре концептуальной категории *lie* первоначально закрепился концепт *fake news*, с течением времени он приобрел новые концептуальные характеристики (выраженные поразительными с аксиологической точки зрения лексическими единицами: *alternative truth*, *alternative facts*, *post-truth* *half-truth*, что привело к изменению структуры аксиологической категории *truth vs lie*). В настоящее время наблюдается тенденция частотной интерпретации относительно недавно сформировавшихся концептов *alternative truth*, *post-truth*, *half-truth*, как принадлежащих к пограничной концептуальной зоне континуума *truth vs lie* и сформировавшихся в зоне бленда данной аксиологической категории. Таким образом, если раньше точкой референции аксиологического континуума *правда – ложь (truth – lie)* была *истина*, то в настоящий момент в результате размывания границ концептуальных категорий и появления новых концептов, появились и новые точки референции (*альтернативная правда*, *полуправда*). Данная тенденция свидетельствует о динамике происходящих изменений как в структуре фрейма ИСТИНА (TRUTH), так в наборе признаков концептов, входящих в аксиологическую категорию *правда – ложь (truth – lie)*.

#### Список литературы

1. Минский, М. Фреймы для представления знаний. – М., 1979.
2. Шевченко Е.В., Боярская Е.Л., Томашевская И.В. Fake news в концептуальной картине мира языка-донора // Свое VS Чужое в дискурсивных практиках современного русского языка. Монография, Изд-во БФУ им. И. Канта, 2019.
3. Hudson R. Inherent variability and linguistic theory // Cognitive linguistics 8-1, 1997.
4. Fillmore, C. J., and B. T. Atkins. Toward a Frame-based Lexicon: The Semantics of RISK and its Neighbors. Hillsdale: Erlbaum, 1992.

## Изучение хронических посткоматозных состояний: на пути к пониманию феномена сознания<sup>1</sup>

М.А. Пирадов<sup>а</sup>, Н.А. Супонева<sup>а\*</sup>, Ю.В. Рябинкина<sup>а</sup>, Д.О. Синицын<sup>а</sup>,  
И.С. Бакулин<sup>а</sup>, А.Г. Пойдашева<sup>а</sup>, Д.В. Сергеев<sup>а</sup>, Е.И. Кремнева<sup>а</sup>,  
С.Н. Морозова<sup>а</sup>, Е.Г. Язева<sup>а</sup>, Л.А. Легостаева<sup>а</sup>, А.Н. Сергеева<sup>а</sup>,  
К.А. Ильина<sup>а</sup>, М.С. Ковязина<sup>а,б</sup>, Н.А. Варако<sup>а,б</sup>, А.С. Черкасова<sup>а,б</sup>  
<sup>а</sup>ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия  
<sup>б</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
\*Электронная почта: nasu2709@mail.ru

Ключевые слова: *хронические нарушения сознания, посткоматозное состояние, морфометрия, метаболизм, вегетативное состояние, состояние минимального сознания.*

Изучение сознания человека находится на стыке интересов представителей различных направлений науки. Особого внимания заслуживают хронические нарушения сознания (ХНС), которые развиваются у пациентов после тяжёлого повреждения головного мозга с развитием комы и включают в себя вегетативное состояние (ВС) и состояние минимального сознания (СМС). В основе этих синдромов лежит диссоциация между восстановлением бодрствования (наличие у пациента стойкого открывания глаз, а также формирование цикла «сон-бодрствование», схожего с нормальным) без восстановления осознанной деятельности (отсутствие какой-либо целенаправленной реакции на внешние стимулы). В случае ВС свидетельства того, что пациент способен осознавать собственную личность или окружающую действительность, отсутствуют полностью; при СМС имеют место отчётливые, воспроизводимые, хотя и минимально выраженные и часто стойкие признаки осознанного поведения (начиная от слежения глазами за окружающими и далее вплоть до попыток пациента отвечать на вопросы) (Schnakers and Laureys, 2017; Giacino *et al.*, 2018). Такие пациенты представляют собой огромную проблему с медицинской, социальной и этической точки зрения: они нуждаются в постоянном уходе и реабилитации, что делает возможным их выживание в течение нескольких лет и десятилетий, однако шансы на восстановление у них сознания очень невысоки.

Изучение структурных основ и патофизиологических механизмов формирования этих состояний позволило установить ряд важных принципов функционирования сознания. Доказано, что поддержание бодрствования

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-15-00274).

при ХНС обеспечивается деятельностью восходящей активирующей ретикулярной системы головного мозга, которая активирует кору, облегчая передачу сенсорной информации в неокортекс по ретикулоталамокортикальным проводящим путям через интраламнарные и ретикулярные ядра таламуса, а также с помощью прямых экстраламнарных связей ствола с корой (Schnakers and Laureys, 2017). Жизненно важные центры ствола мозга при ХНС в целом остаются интактными, в то время как вышележащие структуры, в том числе кора головного мозга, подвергаются выраженным структурным изменениям (диффузное аксональное повреждение при травматическом генезе ХНС (Adams, 2000) и диффузный ламнарный некроз коры при нетравматическом (Dougherty *et al.*, 1981)).

Серьёзный рывок в понимании структурно-функциональных основ сознания был совершён в связи с развитием современных нейровизуализационных и электрофизиологических методов исследования центральной нервной системы и совершенствованием подходов к обработке данных. Так, при анализе с использованием МР-морфометрии было показано, что у пациентов в ВС и СМС имеются различия по объёму вещества таламуса (Fernández-Espejo *et al.*, 2010), парацентральной, парагиппокампальной, нижней теменной, энторинальной, медиальной орбитофронтальной коры; также различается объём белого вещества, участвующего в формировании связей между анатомическими отдалёнными регионами (Annen *et al.*, 2018). С помощью диффузионно-тензорной МРТ выявлено поражение проводящих путей, которые связывают ряд областей коры, в т.ч. задней поясной коры/предклинья, с таламусом (Fernández-Espejo *et al.*, 2012).

С помощью методов, оценивающих метаболизм головного мозга (ПЭТ с ФДГ), было выявлено глобальное выраженное снижение метаболизма головного мозга на 40-50% у пациентов в ВС (у которых сознание отсутствует) в сравнении со здоровыми бодрствующими добровольцами (De Volder *et al.*, 1990). При наличии минимальных признаков сознания у пациентов уровень метаболизма значительно повышался (55 % от нормальных значений при СМС в сравнении с 42 % при ВС) (Stender *et al.*, 2015). Было сделано предположение о том, что, возможно, существует необходимость поддержания общего церебрального метаболизма на определённом уровне для восстановления сознания, хотя данная связь может иметь нелинейный характер. Отличие СМС также заключается в обнаружении небольших корковых «островков» с сохранным уровнем метаболизма (обычно они соответствуют сенсорным, моторным зонам и лобно-теменной коре), тогда как для пациентов без сознания (ВС) характерно однородное снижение метаболизма коры, без участков нормального метаболизма. Было также установлено, что отсутствие сознания у пациентов характеризуется значимым снижением уровня метаболизма обширной лобно-теменной сети, в кото-

рую входят срединная ассоциативная кора (т.е. передняя поясная/мезио-фронтальная кора и задняя поясная кора/кора предклинья) и латеральная ассоциативная кора (префронтальная и задне-латеральная кора) (Laureys, Goldman, *et al.*, 1999; Laureys, Lemaire, *et al.*, 1999; Vogt and Laureys, 2005; Lull *et al.*, 2010). Эти структуры являются компонентами нейрональной сети пассивного режима работы мозга (DMN), которая, как считается, обеспечивает такие компоненты сознания, как внутренние мысли человека, его мечтания, внутреннее осознание себя как личности.

В экспериментах с использованием фМРТ покоя установлено, что активность DMN коррелировала с уровнем сознания и позволяла на групповом уровне дифференцировать пациентов в ВС и СМС (Vanhaudenhuyse *et al.*, 2010; Guldenmund *et al.*, 2012; Demertzi, Soddu and Laureys, 2013; Demertzi *et al.*, 2015; Rosazza *et al.*, 2016). В рамках DMN были разграничены зоны, связанные с восприятием внешних стимулов (латеральная лобно-теменная кора) и осознанием собственной личности, спонтанных мыслей, внутренней речи (срединная ассоциативная кора) (Vanhaudenhuyse *et al.*, 2011). При этом у пациентов в ВС оказались повреждёнными оба компонента сети, в то время как у пациентов в СМС отмечалось снижение метаболизма только «внутреннего» компонента (Thibaut *et al.*, 2012).

Разобобщение функциональных связей между первичными корковыми представительствами анализаторов и ассоциативными зонами более высокого уровня, выявляемое помощью фМРТ с использованием слуховой, визуальной или соматосенсорной парадигм у пациентов в ВС, по сравнению с имеющими сознание, также указывает на то, что сознание является сложнейшим по своей организации и иерархической структуре феноменом (Bruno *et al.*, 2012; Laureys and Schiff, 2012).

Из арсенала электрофизиологических методов исследования при ХНС ценные данные предоставили различные виды вызванных потенциалов. Так, было показано, что у ряда пациентов в СМС отмечается более высокая, чем при ВС, амплитуда ответа P300 в ответ на значимый стимул (собственное имя пациента среди других имён) (Schnakers *et al.*, 2008). В исследовании с оценкой ВП в ответ на специально разработанную слуховую парадигму, позволяющую регистрировать сочетание локального во времени ответа (негативность рассогласования, MMN) и глобального ответа (поздние компоненты потенциала P300, которые возникали через несколько секунд) на нарушение временной закономерности, было показано, что наличие глобального ответа у пациентов с нарушениями сознания свидетельствует о наличии осознанной обработки внешних стимулов (Bekinschtein *et al.*, 2009).

Не так давно была разработана нейрофизиологическая методика ТМС-индуцированных вызванных потенциалов, которая позволяет регистрировать и визуализировать распространение возбуждения по коре головного

мозга испытуемого (Cracco *et al.*, 1989; Ilmoniemi and Kičić, 2010). В ходе экспериментов при различных состояниях угнетения сознания был разработан индекс сложности пертурбаций (PCI), отражающий сохранность процессов дифференциации и интеграции информации при обработке ее нейронами коры (Casali *et al.*, 2013). Он позволяет с достаточно высокой чувствительностью дифференцировать бессознательные состояния и состояния с сохранным сознанием (Casarotto *et al.*, 2016).

Таким образом, при ХНС имеет место структурное и/или функциональное разобщение групп нейронов, что делает невозможным обработку информации на локальном уровне и взаимодействие с другими компонентами крупномасштабных нейронных сетей головного мозга, включающих в себя нейроны префронтальной, теменной и поясной коры. Активность этих сетей, поддерживаемая активирующими влияниями структур ствола, гипоталамуса и базальных отделов лобной доли, представляет собой основу для состояния осознанного бодрствования.

Одним из важнейших открытий последнего времени стало выявление феномена «скрытого сознания», когда у небольшой доли пациентов в ВС неожиданно обнаружилась активация соответствующих моторных зон в ответ на инструкцию представить то или иное действие (Owen *et al.*, 2006; Monti *et al.*, 2010). Стало понятным, что имеющиеся в арсенале исследователей и врачей инструменты клинической оценки (шкалы и опросники) имеют определенные погрешности и не позволяют выявить отчетливые признаки осознанной деятельности в тех случаях, когда пациент лишён функциональной способности выполнить предъявляемые инструкции.

Определенные надежды возлагаются на новые методы обработки данных ЭЭГ: показана возможность выявления пациентов со «скрытым сознанием» с помощью интерфейса мозг-компьютер с использованием методик машинного обучения (Pan *et al.*, 2020). Это ещё до конца не изученное состояние также даёт основания к развитию и совершенствованию комплексных высокотехнологичных методов прижизненного исследования функционирования головного мозга.

Раскрытие феномена сознания является сложнейшей задачей. Неоспоримым преимуществом обладает путь изучения различных патологических состояний, характеризующихся разной степенью нарушения сознательной деятельности, при сохранном бодрствовании, и в обязательном сопоставлении с нормой. Данные, обработанные с помощью современных методов и проанализированные в соответствии с клинической картиной, дают возможность подойти к феномену сознания со стороны изучения его в условиях патологии.

## Список литературы

1. Adams J.H. (2000) 'The neuropathology of the vegetative state after an acute brain insult', *Brain*, 123(7). P. 1327–1338. doi: 10.1093/brain/123.7.1327.
2. Annen J. *et al.* (2018) 'Regional brain volumetry and brain function in severely brain-injured patients', *Annals of Neurology*, 83(4). P. 842–853. doi: 10.1002/ana.25214.
3. Bekinschtein T.A. *et al.* (2009) 'Neural signature of the conscious processing of auditory regularities', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5). P. 1672–1677. doi: 10.1073/pnas.0809667106.
4. Bruno M.A. *et al.* (2012) 'Functional neuroanatomy underlying the clinical sub-categorization of minimally conscious state patients', *Journal of Neurology*, 259(6). P. 1087–1098. doi: 10.1007/s00415-011-6303-7.
5. Casali A.G. *et al.* (2013) 'A Theoretically Based Index of Consciousness Independent of Sensory Processing and Behavior', *Science Translational Medicine*, 5(198). P. 198ra105-198ra105. doi: 10.1126/scitranslmed.3006294.
6. Casarotto S. *et al.* (2016) 'Stratification of unresponsive patients by an independently validated index of brain complexity', *Annals of Neurology*, 80(5). P. 718–729. doi: 10.1002/ana.24779.
7. Cracco R.Q. *et al.* (1989) 'Comparison of human transcallosal responses evoked by magnetic coil and electrical stimulation', *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials*, 74(6). P. 417–424. doi: 10.1016/0168-5597(89)90030-0.
8. Demertzi A. *et al.* (2015) 'Intrinsic functional connectivity differentiates minimally conscious from unresponsive patients', *Brain*, 138(9). P. 2619–2631. doi: 10.1093/brain/awv169.
9. Demertzi A., Soddu A. and Laureys S. (2013) 'Consciousness supporting networks', *Current Opinion in Neurobiology*. Elsevier Ltd, 23(2). P. 239–244. doi: 10.1016/j.conb.2012.12.003.
10. Dougherty J.H. *et al.* (1981) 'Hypoxic-ischemic brain injury and the vegetative state: Clinical and neuropathologic correlation', *Neurology*, 31(8). P. 991–991. doi: 10.1212/WNL.31.8.991.
11. Fernández-Espejo D. *et al.* (2010) 'Reductions of Thalamic Volume and Regional Shape Changes in the Vegetative and the Minimally Conscious States', *Journal of Neurotrauma*, 27(7). P. 1187–1193. doi: 10.1089/neu.2010.1297.
12. Fernández-Espejo D. *et al.* (2012) 'A role for the default mode network in the bases of disorders of consciousness', *Annals of Neurology*, 72(3). P. 335–343. doi: 10.1002/ana.23635.
13. Giacino J.T. *et al.* (2018) 'Comprehensive systematic review update summary: Disorders of consciousness', *Neurology*. Elsevier Inc. P. 10.1212/WNL.0000000000005928. doi: 10.1212/WNL.0000000000005928.
14. Guldenmund P. *et al.* (2012) 'A default mode of brain function in altered states of consciousness', *Archives Italiennes de Biologie*, 150(2–3). P. 107–121. doi: 10.4449/aib.v150i2.1373.
15. Ilmoniemi R.J. and Kičić, D. (2010) 'Methodology for combined TMS and EEG', *Brain Topography*. doi: 10.1007/s10548-009-0123-4.

16. Laureys S., Lemaire C. *et al.* (1999) ‘Cerebral metabolism during vegetative state and after recovery to consciousness [1]’, *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*. doi: 10.1136/jnnp.67.1.121.
17. Laureys, S., Goldman, S., *et al.* (1999) ‘Impaired effective cortical connectivity in vegetative state: Preliminary investigation using PET’, *NeuroImage*, 9(4). P. 377–382. doi: 10.1006/nimg.1998.0414.
18. Laureys S. and Schiff N.D. (2012) ‘Coma and consciousness: Paradigms (re)framed by neuroimaging’, *NeuroImage*. Elsevier Inc., 61(2). P. 478–491. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.12.041.
19. Lull N. *et al.* (2010) ‘Voxel-based statistical analysis of thalamic glucose metabolism in traumatic brain injury: Relationship with consciousness and cognition’, *Brain Injury*. doi: 10.3109/02699052.2010.494592.
20. Monti M.M. *et al.* (2010) ‘Willful modulation of brain activity in disorders of consciousness.’, *The New England journal of medicine*, 362(7). P. 579–89. doi: 10.1056/NEJMoa0905370.
21. Owen A.M. *et al.* (2006) ‘Detecting Awareness in the Vegetative State’, *Science*, 313(5792). P. 1402–1402. doi: 10.1126/science.1130197.
22. Pan J. *et al.* (2020) ‘Prognosis for patients with cognitive motor dissociation identified by brain-computer interface’, *Brain*, 143(4). P. 1177–1189. doi: 10.1093/brain/awaa026.
23. Rosazza C. *et al.* (2016) ‘Multimodal study of default-mode network integrity in disorders of consciousness’, *Annals of Neurology*, 79(5). P. 841–853. doi: 10.1002/ana.24634.
24. Schnakers C. *et al.* (2008) ‘Voluntary brain processing in disorders of consciousness’, *Neurology*, 71(20). P. 1614–1620. doi: 10.1212/01.wnl.0000334754.15330.69.
25. Schnakers C. and Laureys S. (2017) *Coma and disorders of consciousness: Second edition, Coma and Disorders of Consciousness: Second Edition*. doi: 10.1007/978-3-319-55964-3.
26. Stender, J. *et al.* (2015) ‘Quantitative rates of brain glucose metabolism distinguish minimally conscious from vegetative state patients’, *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 35(1). P. 58–65. doi: 10.1038/jcbfm.2014.169.
27. Thibaut A. *et al.* (2012) ‘Metabolic activity in external and internal awareness networks in severely brain-damaged patients’, *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(6). P. 487–494. doi: 10.2340/16501977-0940.
28. Vanhaudenhuyse A. *et al.* (2010) ‘Default network connectivity reflects the level of consciousness in non-communicative brain-damaged patients’, *Brain*, 133(1). P. 161–171. doi: 10.1093/brain/awp313.
29. Vanhaudenhuyse A. *et al.* (2011) *Two distinct neuronal networks mediate the awareness of environment and of self*, *Journal of Cognitive Neuroscience*. J Cogn Neurosci. doi: 10.1162/jocn.2010.21488.
30. Vogt B.A. and Laureys S. (2005) ‘Posterior cingulate, precuneal and retrosplenial cortices: Cytology and components of the neural network correlates of consciousness’, *Progress in Brain Research*, 150. P. 205–217. doi: 10.1016/S0079-6123(05)50015-3.
31. De Volder, A.G. *et al.* (1990) ‘Brain Glucose Metabolism in Postanoxic Syndrome: Positron Emission Tomographic Study’, *Archives of Neurology*, 47(2). P. 197–204. doi: 10.1001/archneur.1990.00530020103022.

## Поиск наилучшего когнитивного ракурса осмотра трёхмерного объекта

Ю.В. Вильчук  
БГУИР, Минск, Беларусь  
yrawest@gmail.com

Ключевые слова: *когнитивный ракурс, трёхмерный объект, зоны внимания.*

1. В работе рассматривается технология и методы поиска наилучшего когнитивного ракурса осмотра трёхмерного объекта. Затем эти методы сравниваются и выбирается наиболее предпочтительный. Это необходимо для быстрого адаптивного обучения антропоморфного робота анализировать и распознавать трёхмерные объекты по наилучшим ракурсам их предъявления. Впоследствии информация о наилучшем ракурсе позволит создать образный интернет.

2. Технология поиска наилучшего ракурса осмотра заключается в кибернетическом аспекте: в возможности создания когнитивных роботов, которые смогут обучаться воспринимать окружающие предметы через призму видеокамер. Ставится цель разработки антропоморфного робота, способного к визуальному обучению, способного распознавать трёхмерные объекты по наилучшему ракурсу предъявляемого человеком в трёхмерном пространстве. Из-за схожести антропологического строения робота с человеком робот распознаёт возможные степени свободы движений руками, ногами, туловищем. Имеется возможность обучать робота через жесты в реальном пространстве. Целесообразно робота научить познавать окружающий мир через прикосновение к предметам, брать в руки и крутить перед собой объект, узнавать его упругость с помощью специальных программируемых датчиков. При этом важно, чтобы не превысить разумный порог силового воздействия на объект, из-за которого можно повредить объект восприятия. Данный робот функционирует в интернет пространстве образов и способен выполнять поиск нужного трёхмерного объекта человеку.

3. Нами проведено исследование с группой испытуемых, которым была предоставлена возможность визуально просматривать и затем выбирать наилучший ракурс восприятия трёхмерного объекта. Большинство испытуемых справились с задачей. Испытуемые осматривали трёхмерный объект и формировали когнитивный образ восприятия объекта. Каждый испытуемый осматривал объект, руководствуясь собственной моделью поведения. Испытуемый учитывал «свои точки зрения», разные степени свободы осмотра трёхмерного объекта с экрана монитора. У некоторых испытуемых

возникало желание посмотреть объект внутри, приблизить или отдалить объект. Это говорит об индивидуальной особенности возникновения мотива осмотра с экрана монитора. Опыты показали, что испытуемый расширяет собственные рамки восприятия и запоминает образ объекта с большего количества точек зрения и ракурсов восприятия. Он суммирует их между собой для сжатия образа с целью хранения в памяти. После такого обучения роботу достаточно будет один раз увидеть этот объект в плоском виде с наилучшего ракурса и быстро распознать объект.

**4. Материалы и методы.** В ходе экспериментального исследования были проанализированы процессы формирования визуальных маршрутов осмотра объекта у покупателей. Выявлены наилучшие ракурсы формирования привлекательного вида товара с помощью регистрации визуальных маршрутов кругового осмотра. Проведенные исследования показали, что существует взаимосвязь ракурса изображаемого объекта с ракурсом воображаемого [1,2]. Предпочтительный ракурс больше привлекает внимание покупателя, так как у него складываются первые впечатления об объекте, что даёт большее преимущество заинтересовать потенциальных покупателей и вызвать побуждающие к определённым действиям эмоции.

**5. Эксперименты.** Проведены эксперименты с фокусной группой покупателей. Участники группы сами, вращая трехмерную модель товара, сообщали, какой ракурс виденья этого товара предпочтительный нажатием на клавишу пробел при круговом осмотре объекта. Проведено исследование в виде психологического эксперимента, в котором покупатель путем кругового вращения трехмерной модели товарного объекта выбирал наилучший ракурс его восприятия с монитора компьютера.

**6. Обсуждение.** *Круговым осмотром* мы называем процедуру, которая позволяет субъекту, наблюдая экран монитора, создать внутреннюю модель демонстрируемого ему объемного 3D-объекта[3]. С этой целью он производит вращение объекта на экране монитора в горизонтальной, вертикальной и фронтальной плоскостях при помощи компьютерной мыши. Данная процедура позволяет решить когнитивную задачу – изучить внешний вид, форму, цвет, текстуру объемного объекта и выявить спектр притяжения внимания к разным местам 3D-объекта.

В настоящее время потенциальный покупатель принимает решение: интересен ли данный объект, привлекает внимание или нет – формируются первые впечатления, эмоции и представления на основании представленного на сайте ракурса. Если анализировать сферическую карту кругового осмотра, то отображается траектория, скорость осмотра, остановки и замедления испытуемого при восприятии различных 3D- объектов. Происходит образное воздействие 3D-модели объекта на перцептивные процессы

испытуемого, формируются индивидуальные закономерности осмотра, вызываются определённые эмоции, которые побуждают потенциального покупателя сделать следующий шаг.

7. Суть применения интерактивного метода по **поиску наилучшего ракурса** заключается в следующем: испытуемый в сеансе осмотра 3D-объекта имел свободу перемещать интерактивно свой вектор осмотра путем вращения трехмерной модели объекта на экране компьютерного дисплея. Перемещение вектора осмотра регистрировалось компьютером как траектория осмотра, по которой созданы гистограммы характеризующие спектр притяжения внимания к различным ракурсам объекта, что позволило создать автоматический способ по выявлению наилучшего ракурса у одного или группы испытуемых.

8. **Результаты и выводы.** В результате эксперимента получены гистограммы, характеризующие спектр притяжения внимания потенциальных покупателей к определённому, на выбор испытуемого, трёхмерному объекту и была сформирована статистика предпочтительных ракурсов осмотра трёхмерных моделей товаров. Из данной статистики можно найти точку, из которой испытуемый смотрел на объект и отобразить статистический ракурс осмотра. Каждый испытуемый выбирал понравившийся ракурс осмотра объекта исходя из своих индивидуальных потребностей. Полученные результаты были усреднены, и выявлены коллективные особенности выбора понравившегося ракурса трёхмерного объекта и индивидуальные наилучшие ракурсы его осмотра.

#### *Список литературы*

1. Анохин К.В. Когнитом: гиперсетевая модель мозга // Материалы конференции «Нейроинформатика». М.: НИЯУ МИФИ, 2015. С. 57–62.
2. Ганзен В.А. Восприятие целостных объектов. Л.: ЛГУ, 1974. 160 с.
3. Лосик Г.В. 2008. Перцептивные действия человека: кибернетический аспект. Монография. М.: ОИПИ, 2008. 147 с.

## Реконструкция слов, слогов и фонем внутренней речи по ЭЭГ-активности<sup>1</sup>

*А.Р. Суюнчева, А.О. Шевченко, Д.Ф. Саада,  
Ю.Ю. Гавриленко, А.А. Ильюшин, А.В. Вартанов  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Москва, Россия*

*asuunceva@gmail.com; Drluten@gmail.com; daniel.saada@mail.ru;  
gavrilenko.yulia@bk.ru; eugene.ilyushin@gmail.com; a\_v\_vartanov@mail.ru*

Ключевые слова: *внутренняя речь, ЭЭГ, распознавание, слова, слог, фонемы, русский и японский язык.*

**Введение.** Данная работа посвящена разработке средств распознавания фонем и слов русского и японского языков при внутреннем проговаривании на основе данных ЭЭГ. До сих пор остается малоизученным возможность реконструкции слов в различных языках, а также воспроизведение несуществующих слов (неологизмов). Известно, что задача распознавания слов является более сложной, чем распознавание отдельных фонем [2, 3, 4, 5]. Важной проблемой является также выбор технологии отведения потенциалов, чтобы достичь оптимального пространственно-временного разрешения. Целью данной работы было исследовать ЭЭГ-корреляты внутреннего проговаривания разноуровневых элементов — фонем русского языка, слов русского и японского языков, а также слов японского языка людьми, которые его не знают. При этом исследовались и различные способы инициации внутреннего проговаривания. С целью эффективного автоматического распознавания исследуемых речевых единиц был применен компьютерный алгоритм извлечения и нормализации признаков из сигнала с последующей классификацией.

**Методика.** В эксперименте приняли участие 40 человек. Все праворукие, без неврологических нарушений (средний возраст примерно равен 21,5). Всего было проведено два варианта методики: проговаривание фонем и проговаривание отдельных слов на русском и японском языках). В рамках первой части исследования приняло участие 22 волонтера, во второй 18. Испытуемому предъявлялся одиночный стимул (аудиально или визуально, в зависимости от серии) в течение 700 мс. После предъявления стимула следовала пауза длительностью 500 мс. После паузы на экране появлялся фиксационный крест и звуковой сигнал, после которого респонденту давалась инструкция произнести про себя увиденное ранее слово или слог (1500 мс). По истечении времени, фиксационный крест исчезал и

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 20-18-00067.

наступала пауза, в течение которой испытуемый не выполнял внутреннее проговаривание и готовился к следующему стимулу. ЭЭГ регистрировалось при помощи электроэнцефалографа фирмы «Нейро-КМ», использовалось 19 отведений, электроды располагались по системе 10-20 %; рассчитывались вызванные потенциалы (ВП) на восприятие стимула и на его проговаривание. Для распознавания внутреннего проговаривания был использован алгоритм извлечения и нормализации признаков из сигнала электроэнцефалограммы, полученного во время внутреннего проговаривания. Признаки извлекались при помощи вейвлет-преобразования и последующего сбора статистических характеристик. После этого запись разбивалась на множество отдельных триалов и производилась классификация при помощи метода опорных векторов. Оценка качества классификации производилась при помощи скользящего контроля. Реализация предложенного алгоритма была осуществлена при помощи ПО MATLAB (выпуск R2019a) с расширением SignalProcessingToolbox и функцией edfRead [9].

**Результаты.** При сравнении проговаривания на всех экспериментальных этапах с контрольной частью функциональный дисперсионный анализ показал значимые различия во всех четырех случаях (визуально-аудиально, фонемы-слоги-слова), необъяснимые вариабельностью внутри испытуемых ( $p < 0.001$ ). Что касается локализации различий, то наиболее значимые на уровне  $p < 0.05$  (по Т-критерию Стьюдента) различия обнаруживаются на каналах С3, Р3 и F3 (для аудиальной подачи различия также видны на канале F7). Они характеризуются позитивной волной в районе 120-170 мс негативной волной (на С3 и F3) в районе 200-280 мс. При этом позитивная волна на С3 и F3 является статистически значимой вне зависимости от модальности стимула, а негативная волна статистически значима только для аудиальных стимулов. Качество реконструкции при помощи разработанного алгоритма оказалось на уровне 65 %, что сравнимо с другими исследованиями, в которых используется аналогичный ход эксперимента.

#### *Источники и литература*

1. Suppes, Patrick & Lu, Zhong-Lin & Han, Bing. Brain Wave Recognition of Words // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 94, 1998. 14965–14969 p.
2. H. Yamaguchi, T. Yamazaki, K. Yamamoto, S. Ueno, A. Yamaguchi, T. Ito, S. Hirose, K. Kamijo, H. Takayanagi, T. Yamanoi et al., “Decoding silent speech in japanese from single trial eegs: Preliminary results,” // Journal of Computer Science & Systems Biology, vol. 2015, 2015, 285 – 292 p.
3. A.R. Sereshkeh, R. Trott, A. Bricout, T. Chau, Online EEG Classification of Covert Speech for Brain // Computer Interfacing, International journal of neural systems, 2017. 1750033 (16 p.).

4. Brigham, K., Kumar, B.V.: Imagined speech classification with EEG signals for silent communication: a preliminary investigation into synthetic telepathy // 2010 4th International Conference on Bioinformatics Biomedical Engineering (iCBBE), 2010. 1–4 p.
5. Kamalakkannan, R., Rajkumar, R.: Imagined speech classification using EEG // Adv.Biomed. Sci. Eng., 2014. 20–32 p.
6. Wen, Y., Filik, R., & van Heuven, W. J. B. Electrophysiological dynamics of Chinese phonology during visual word recognition in Chinese-English bilinguals // Scientific Reports, 2018. 1-10 p.
7. Matsumoto and J.Hori. Classification of silent speech using support vector machine and relevance vector machine // Applied Soft Computing, 2014. 95–102 p.
8. Min B., Kim J., Park H.J., Lee B. Vowel imagery decoding toward silent speech BCI using extreme learning machine with electroencephalogram // Biomed. Res. Int., 2016. 1–11 p.
9. Функция edfRead [Электронный ресурс]. URL: <https://mathworks.com/matlab-central/fileexchange/31900-edfread>.

## **Особенности когнитивного развития детской популяции в разных средовых условиях (на примере столичного мегаполиса)<sup>1</sup>**

*В.В. Глебов*  
*РУДН, Москва, Россия*  
*vg44@mail.ru*

Ключевые слова: *когнитивное развитие, средовые условия, младшие школьники.*

В процессе жизненного пути индивида существуют периоды, когда чувствительность организма к воздействию факторов окружающей среды является очень высокой (Александров Ю.И., 1989). Поступление в начальную школу является одним из таких периодов, когда растущий организм ребенка в силу морфофункционального развития и недостаточной зрелости функциональных систем чувствителен к действию антропогенных факторов большого города (Сидельникова Н.Ю., Рязанцева М.А., Глебов В.В., 2012).

Для оценки воздействия средовых факторов на уровень внимания и умственную работоспособность младших школьников были проведены тестовые испытания.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по Программе повышения конкурентоспособности РУДН «5-100» среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2016-2020 гг.

**Организация и методы исследования.** Комплексные исследования по изучению когнитивного развития, умственной работоспособности и интеллекта младших школьников, а также состояния адаптационных процессов проводились с участием 162 практически здоровых младших школьников, из них 86 мальчиков и 76 девочек в возрасте от 8,5 до 9,5 лет (второклассники) г. Москвы проживающих в разных районах.

Были сформированы две группы: экспериментальная и контрольная группы. Экспериментальная группа. Общий количественный состав экспериментальной группы составили 113 детей младшего возраста – 51 мальчик и 62 девочки, возраста от 8,5 лет до 9,5 лет (второклассники). Экспериментальная группа была разделена на 3 подгруппы. В первую подгруппу (Э1, n = 62) вошли дети, проживающие в ЮВАО и имеющие неблагоприятное влияние социальной среды. Вторая подгруппа (Э2, n = 23) имела высокий социально-экономический статус при неблагоприятном влиянии экологической среды ЮВАО. В третью подгруппу экспериментальной группы вошла часть младших школьников (Э3, n = 28) из ЮЗАО, которая имела низкий социально-экономический статус и благоприятные экологические условия. Контрольная группа проживала на территории ЮЗАО в благоприятной экологической и социальной среде. В нее вошли 49 детей – 21 мальчик и 28 девочек, возраста от 8,5 лет до 9,5 лет (второклассники).

В исследование использовали тест А.Р. Лурии (10 слов, 3 слова, 6 фигур) память: (кратковременная; долговременная, зрительная) и тест Кеттелла (интеллект). Исследование было добровольным, анонимным и не ущемляло права родителей и детей.

**Оценка уровня различных видов памяти младших школьников.** Уровень умственной деятельности человека тесным образом связан с памятью, которая была исследована по методике А. Р. Лурии. Результаты наших исследований представлены на рис. 1.

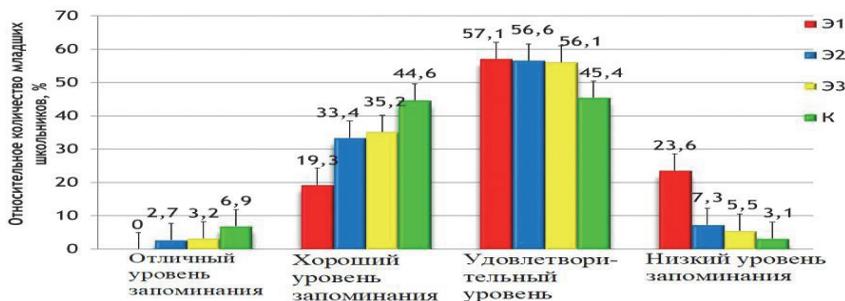


Рис. 1. Соотношение детей младшего школьного возраста (%) при оценке кратковременной памяти, проживающих в разных средовых условиях г. Москвы, (n = 162)

При сравнении групп Э1 (Э-;С-) и К (Э+;С+) было выявлено, что сочетание неблагоприятных средовых факторов (неблагоприятная экологическая и социальная среда) негативно отражается на кратковременной памяти младших школьников. Так встречаемость младших школьников по уровням «слабый» и «удовлетворительный» – (23,6 % и 57,1 % соответственно) в группе Э1 (Э-;С-) показала низкий объем заучивания после первого предъявления стимулов (кратковременная память). Только 19,3% младших школьников этой группы показали «хороший уровень запоминания». «Отличный уровень запоминания» в этой группе детей не был выявлен.

В группе К (Э+;С+), где сочетание средовых факторов носит благоприятный характер, отмечается «хороший уровень запоминания» у 44,6% младших школьников, а «отличный уровень» у 6,9 % детей. «Слабый уровень запоминания» отмечен у 5,1 % детей этой группы. Сравнительный статистический анализ данных групп К (Э+;С+) и Э1 (Э-;С-) по непараметрическому критерию Крускала-Уоллиса (Kruskal-Wallis) показал значимые различия между группами ( $p = 0,0002$  и  $p = 0,0003$ ).

Сравнительный анализ в группах Э2 и Э3 при разнонаправленном действии средовых факторов (неблагоприятная экологическая и благоприятная социальная среда, и наоборот,) показал нивелирование негативных средовых факторов. Так в группах Э2 и Э3 «хороший уровень запоминания» и «отличный уровень запоминания» 33,4 % и 2,7 %; 35,2 % и 3,2 % соответственно. «Удовлетворительный уровень запоминания» и «слабый уровень запоминания» в группах Э2 и Э3 имеет показатели 56,6 % и 7,3 %, 56,1 % и 5,5 % соответственно.

В исследовании было отмечено, что школьникам младшего возраста из экологически неблагоприятного округа (ЮВАО) было труднее активизироваться, мобилизоваться в начале деятельности, что сказывалось на результатах мнестической деятельности детей (Сидельникова Н.Ю. и др., 2011; Glebov VV, Arakelov G.G., 2014).

**Выводы.** Результаты данных исследования показали, что при сочетании неблагоприятного и благоприятного воздействия экологической и социальной среды, и наоборот, действия факторов среды частично нивелировались, что отражалось на когнитивных функциях и адаптационных процессах младших школьников. При благоприятном воздействии средовых факторов (экологической и социальной сред) когнитивные функции младших школьников были выше возрастных норм и протекали без перенапряжения функциональных систем.

#### *Список литературы*

1. Александров Ю.И. Психофизиологическое значение активности центральных и периферических нейронов в поведении. М.: Наука, 1989. – 206 с.

2. Сидельникова Н.Ю., Рязанцева М.А., Глебов В.В. Инновационные методики образования и состояние здоровья детей дошкольного и младшего школьного возрастов // В сборнике: экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания материалы III Всероссийского научно-практического форума и I Школы интерэкоправа. 2012. С. 307-309.

3. Сидельникова Н.Ю., Глебов В.В., Даначева М.Н., Рязанцева М.А., Назаров В.А. Психолого-акмеологическое сопровождение подростков с дезадаптивным поведением в условиях крупного города // Акмеология. 2011. № 3. С. 195.

4. Glebov VV, Arakelov G.G. Level of schoolboys' psychophysiological adaptation process in metropolis megapolis //Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2014. Т. 146.

## **ИмPLICITная обучаемость, психометрический интеллект и эффект Струпа в динамике формирования безопасного поведения в труде**

*И.С. Кострикина*

*Институт психологии РАН, Москва, Россия*

*psyresearcher@hotmail.com*

*Ключевые слова: эффект Струпа, имPLICITная обучаемость, психометрический интеллект, безопасное поведение в труде.*

Способность заранее прогнозировать потенциальное возникновение опасного события и вести себя таким образом, чтобы уменьшить вероятность возникновения риска базируется на комплексе когнитивных способностей и считается критически важным для безопасности дорожного движения (Horswill, 2016; Tagliabue, Gianfranchi, and Sarlo, 2017). ИмPLICITное обучение и контролирующая обратная связь является основой развития моторных навыков и безопасного поведения в физической активности при обучении в физкультурных группах детей (van der Kamp, Duivenvoorden, Kokl & Ivo van Hilvoorde, 2015). Недооценка рутинных, обычных рисков, небрежное поведение и недооценка социальных последствий небезопасного поведения рабочих в группах также могут быть связаны с имPLICITной обучаемостью (Zohar, Egev, 2007). Восприятие опасности улучшается за счет имPLICITного научения уже на уровне пассивного обучения (например, просмотр тематических клипов о ситуациях дорожного риска (Lim et al., 2014)).

Данное исследование основано на гипотезе, что безопасное поведение рабочих в условиях сложной сенсомоторной реальности современного производства и склада основано особенностях способности к имPLICITному обучению, уровне интеллекта и специфике подавления иррелевантных стимулов при равных условиях обучения технике безопасности, инструкции

поведения в условиях рабочего пространства. Более того, когнитивные особенности могут связаны с социальным аспектом безопасности, например, принятием на себя ответственности за безопасное поведение другого или группы, выполнения контролирующих функций, оценке рисков и развития безопасности как культуры поведения.

Ранее нами в исследовании профессиональной успешности было показано, что способность к имплицитному обучению особо значима для социально-ориентированных профессий – педагоги и государственные гражданские служащие в противоположность тому, что успешности в IT-сфере более значимыми оказывались параметры IQ и креативности. При этом при средних и средневисоких значениях IQ имплицитная обучаемость вносила больший вклад в прогноз успешности и достижений в профессии, а при высоких и сверхвысоких значениях IQ у испытуемых этот эффект не обнаруживался.

На выборке в 83 человека складских работников и 67 производственных рабочих сверх высоких значений IQ не было выявлено (измерения на основе таблиц Равена), что позволило ожидать большего вклада параметра имплицитной обучаемости в профессиональную успешность и безопасное поведение. Маркерами безопасного профессионального поведения послужили следующие параметры: благополучное без нарушений техники безопасности выполнение профессиональных обязанностей, отсутствие несчастных случаев и случаев угрозы и риска для жизни и здоровья или трудового процесса. Был проведен анализ видеонаблюдения, использовались экспертные оценки руководителей складов и цехов, начальников смен. Поскольку когнитивная интерференция наряду с основными способностями (общий интеллект и имплицитное обучение) может приводить к затруднениям в оценке риска или небрежному поведению, то наряду с экспериментальным материалом искусственных грамматик, был использован тест Струпа.

Кластерный анализ данных применялся нами ранее и в этом случае как практикоориентированный метод, позволяющий идентифицировать испытуемых как носителей тех или иных паттернов когнитивных свойств и формировать релевантные группы риска, группы испытуемых с наилучшими показателями. При помощи данного метода можно оценивать динамику перехода испытуемого из одной кластерной подгруппы в другую после воздействия в форме терапии или обучения. Было выполнено два измерительных среза (ноябрь 2019 и март 2020 гг). Испытуемые прошли профобучение по безопасному поведению в форме семинаров и тренингов, с января по март 2020 г. была запущена и работает система наставничества и аттестации безопасного поведения. Ожидалось улучшение по результатам экспертных оценок и в чек-листах наблюдений за дисциплиной и безопасным поведением.

Первоначально было выделено 2 кластера испытуемых: средне-высокий интеллект (центроидное значение 106) и средне-низкий интеллект

(центроидное значение 90), минимальное значение IQ = 80 , максимальное – 111. Экспертами были даны ожидаемые характеристики как по более высокой производительности, умению соблюдать порядок в трудовых процессах, осторожному обращению с техникой и более высокой оплатой при сдельной форме заработной платы – для первой группы средне-высокий интеллект. В первую группу вошли все лидеры производственного и складского труда (превышение нормы выработки, допуски к инвентаризациям, дополнительные работы и усовершенствование труда).

Существенные различия в кластерных подгруппах были выявлены как в показателях эксперимента с искусственной грамматикой , так и в показателях методики Струпа. Ожидаемые улучшения в поведенческих показателях были зафиксированы только в первой группе «средне-высокий интеллект» у испытуемых наилучшим образом выполнивших эксперимент с искусственной грамматикой. Во второй подгруппе были выявлены случаи ухудшения поведенческих показателей, при отсутствии общей значимой динамики. Поведенческие показатели сохранили лица, справившиеся с заданиями на искусственные грамматики.

Положительная динамика в освоении безопасного стиля поведения в производственных и складских условиях связана со способностью к имплицитному обучению и уровнем интеллекта. Наиболее полная интерпретация данного факта возможна с позиции теории динамической градуированной перспективы (Cleeremans, 2001-2020), согласно которой имплицитная обучаемость как базовый когнитивный процесс модулирует соотношение сознательного и неосознаваемого компонентов знаний, навыков и поведения.

#### *Список литературы*

1. Cleeremans A, Allakhverdov V., Kuvaldina M. (2019) *Implicit Learning: 50 Years On* 1st Edition. Routledge. 276 p.
2. Horswill M.S. (2016). Improving fitness to drive: the case for hazard perception training. *Aust. Psychol.* 51 173–181. 10.1111/ap.12132.
3. Kamp van der, Duivenvoorden, Kok I & Ivo van Hil (2015) Motor Skill Learning in Groups: Some Proposals for Applying Implicit Learning and Self-Controlled Feedback Aprendizaje de habilidades/destrezas motoras en grupos: Propuestas para la Aplicación de Aprendizaje Implícito, autocontrolado y retroalimentado.
4. Lim P.C., Sheppard E., Crundall D. (2014). A predictive hazard perception paradigm differentiates driving experience cross-culturally. *Transp. Res. Part F* 26 210–217. 10.1016/j.trf.2014.07.010
5. Tagliabue M,\* Gianfranchi E, and Sarlo M (2017) A First Step toward the Understanding of Implicit Learning of Hazard Anticipation in Inexperienced Road Users Through a Moped-Riding Simulator. *Front Psychol.* 2017; 8: 768. Published online 2017 May 11.
6. Zohar D, Erev I. (2007) On the difficulty of promoting workers' safety behaviour: overcoming the underweighting of routine risks. // *Risk Assessment and Management*, Vol. 7, No. 2.

## **Значение архаичных языков Тихоокеанской зоны для исследования эволюции человеческого языка**

*О.Н. Иконникова, С.С. Калинин*

*Ростовский институт повышения квалификации  
и профессиональной переподготовки работников образования,  
Ростов-на-Дону, Россия  
Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия  
iconolga@mail.ru, rage\_of\_gods@inbox.ru*

Ключевые слова: *эволюция языка, архаичные языки, Тихоокеанская зона.*

Мы понимаем под архаичным типом языка языки, которые в силу особых условий общественного развития своих носителей сохранили в большей степени древнее языковое состояние, которое позволяет реконструировать диахронные процессы и модели, в частности, частеречного языкового развития, происхождения языка, процессы категоризации мира на начальных этапах развития языка. Таким образом, становится понятной важность исследования языков такого типа для изучения происхождения и эволюции человеческого языка, в том числе, и на ранних этапах его развития.

В работе Дж. Николз и Б. Бикеля (2006: 6) на основании квантитативно-статистического анализа был выделен и описан языковой ареал под названием «Тихоокеанское прибрежное кольцо» (Pacific Rim, далее – PR), который входит в более крупную Тихоокеанскую языковую зону (Circum-Pacific Area, далее – CP). Последняя, являясь весьма обширной, включает в себя Северную и Южную Америку, Австралию, Новую Гвинею и тихоокеанское побережье Азии (за исключением континентальных районов Юго-Восточной Азии) (Nichols&Bickel 2006: 6). Таким образом, в зону CP включаются австронезийские языки, нивхский и айнский, чукотско-камчатская и эскимосско-алеутская семья, языки аборигенов Австралии, папуасские языки, а также языки коренного населения Северной, Центральной и Южной Америки.

На наш взгляд, архаичные бесписьменные языки Тихоокеанской зоны, сохранившие реликты предграмматической модели развития языка, могут пролить свет на процесс категоризации мира на начальных этапах развития языка.

А. Бердичевским (Бердичевский 2012: 118-120) в связи с исследованием проблемы языковой сложности была отмечена следующая закономерность: в социально закрытых сообществах язык, используемый данным сообще-

ством, имеет тенденцию к усложнению, в то время как в открытых сообщениях язык, используемый ими, упрощается. Это объясняет наличие в языках, сохраняющих архаические черты, таких параметров, как полисинтез и вершинное маркирование, использование полипредикативных конструкций, часто – с глагольной сериализацией. При этом сложный синтаксис (гипотаксис и паратаксис) в них либо отсутствует, либо начинает развиваться относительно поздно и под воздействием контактов с другими языками.

Яркой грамматической особенностью языков исследуемого типа является синкретизм и полисемантизм частей речи. Салишские языки являются наиболее проблемными в плане частеречной дифференциации и выделения субстантивной лексики. Анализ языкового материала салишских языков дает нам основание выдвинуть гипотезу о том, что в процессе категоризации на начальных этапах развития языка мир воспринимался как динамичное явление, что обусловило доминирование глагольного предиката, который прошёл процесс номинализации для выражения актанных членов предложения.

Характерна также нерасчленность выражения категорий времени-аспекта-наклонения или времени-аспекта-модальности, зачастую – явное отсутствие категории времени, как, например, в гренландском эскимосском или в австралийском языке дирбал, либо же категория времени занимает подчиненное положение в сравнении с аспектуальными категориями (повидимому, так устроен тиви – язык-изолят Северной Австралии).

К семантическим особенностям языков, обладающих архаическими чертами, можно отнести: наличие голофразиса и голофрастических конструкций, а также семантическую дробность лексики при отсутствии гиперонимов, как в ряде австралийских языков, в которых отсутствуют общие обозначения для «дерева» и «рыбы» вообще, при наличии многочисленных слов для наименования конкретных видов деревьев и рыб.

В языках рассматриваемого типа имеются интересные особенности, связанные с передачей числовых значений. Отдельной части речи «числительное» там, как правило, не выделяется, либо же при выделении структура системы числительного оказывается тесно связана с классификацией исчисляемых предметов. Примером такой особенности может служить нивхский язык, в котором выделяется 26 рядов различных числительных для подсчета различных (семантически) предметов и вещей. Другой «крайностью» являются крайне просто устроенные системы числительных, в которых счет ограничивается передачей числовых значений до 3-5 максимум, в остальных случаях употребляется неопределенное множественное «много». Такие системы числительных обнаружены в языках Амазонии и Огненной Земли, в частности, они есть в языке пираха, каинганг (семья же),

селькнамском и яганском языках и языке кавескар. Система цветообозначений в таких языках также, как правило, организована достаточно сложно. В ней могут присутствовать как производные, так и непроизводные цветообозначения. Могут встречаться и исключительно непроизводные цветообозначения от соответствующих имен, подобно тому, как это представлено в австралийском языке вальбири.

Ранее мы писали о том, что к исследованию малых языков, какими являются языки тихоокеанской зоны, необходим междисциплинарный и трансдисциплинарный подходы (Иконникова 2018). Относительная удаленность данных языков от древнейших центров цивилизаций способствовала созданию своего рода консерванта древнейших форм культуры человечества, мифотворчества и собственно системы языка, которая может пролить свет на диахронные модели и процессы языкового развития. Здесь особенно важно говорить о локальных цивилизациях как ареалах распространения бесписьменных языков в контексте экологического подхода, который предполагает рассмотрение локальных цивилизаций в контексте единства общества и среды его обитания.

Междисциплинарность и трансдисциплинарность в когнитивных исследованиях архаичных бесписьменных языков зон PR и CP позволяет компенсировать отсутствие памятников письменности у лингвиста, с одной стороны, и расширить границы предметной области изучаемого предмета, с другой стороны, с тем, чтобы приблизиться к наиболее вероятной гипотетической реконструкции эволюции человеческого языка и его категорий.

#### *Список литературы*

1. Бердичевский А. (2012). Языковая сложность (language complexity). Вопросы языкознания. 2012. №5. С. 101-124.
2. Иконникова О.Н. (2018). Междисциплинарность и трансдисциплинарность в когнитивных исследованиях бесписьменных салишских языков // Восьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2018. С. 440-442.
3. Bickel B., Nichols J. (2006). Oceania, the Pacific Rim and the Theory of Linguistic Areas. Berkeley Linguistic Society 32.2006. No. 2. P. 3-15.

## Типовые русские жесты в представлении учащихся средних классов<sup>1</sup>

С.И. Переверзева  
НИУ ВШЭ, Москва, Россия  
P\_Sveta@hotmail.com

Ключевые слова: *типовые русские жесты, учащиеся средних классов.*

В настоящей работе предпринимаются первые шаги к описанию концепта «жест» в русской культуре. Несмотря на огромное количество публикаций, посвящённых различным концептуализациям тела и телесности на материале русских знаковых кодов, в том числе языка жестов (Крейдлин 2010а; Крейдлин, Переверзева 2010б; Урысон 1999), концептуализация жестов как таковых, насколько нам известно, до сих пор не получала достаточного внимания. Проведённый нами эксперимент призван хотя бы отчасти восполнить эту лакуну. Мы ставим целью (1) выявить типовые жесты с точки зрения «наивных» носителей русского языка; (2) выделить основные признаки этих жестов; (3) выяснить, какие типы жестов лучше других осознаются их носителями. Мы также надеемся, что наша работа послужит вкладом в изучение жестовой компетенции детей. Исследования в этой области (см. главу книги Carigi et. al. 2011 и литературу к ней) опираются на наблюдения над телесным поведением детей в процессе порождения речи и дают ответ на вопрос, какие жесты дети могут исполнять, но не какие жесты они знают лучше всего.

Мы поставили эксперимент на занятии со школьниками, посвящённом жестам и жестикуляции, в январе 2020 г. В эксперименте участвовало 24 ученика 7-8 классов, а также 2 куратора – ученики 9 класса, которые делали задание вместе. В самом начале занятия слушателям было дано задание примерно в следующей формулировке: «Напишите пять жестов, которые первыми придут вам в голову».

В результате мы получили 25 листков с ответами, 21 листок с 5 примерами жестов и 4 – с 6 примерами. На материале 126 обозначений мы выявили 57 жестов. Анализ результатов показал следующее:

**(1) К самым частотным (типовым) жестам** (> 5 примеров) относятся: *помахать рукой в знак приветствия* (16 примеров), *большой палец вверх* (13 примеров), *жест «ОК»* (11 примеров), *жест «Victory»* (он же *жест «Peace»*) (7 примеров), *большой палец вниз* (6 примеров), *улыбка* (5 примеров).

---

<sup>1</sup> Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

## **(2) Процент совпадения:**

**(2а) количество совпадений** в ответах школьников – около 70 %, количество уникальных примеров – 38 из 126 (30 %).

**(2б) количество совпадений** между ответами школьников и жестами, представленными в словаре СЯРЖ 2001, – совпадает 12-13 жестов (около 20 %). Тем самым, можно предположить, что «наивное» представление о жесте достаточно сильно отличается от «научного».

**(3) Способ обозначения жеста.** По этому признаку все примеры можно разделить на три группы – обозначается 1) способ исполнения жеста (словами и/или рисунком) вместе с пояснением его значения (52 примера), 2) только способ исполнения (52 примера), 3) только значение (22 примера, из них в 20 случаях значение пояснялось с помощью типового речевого сопровождения: «Привет!», «Класс!», «Так себе», «Дай пять!» и др.). Отсюда видно, что жестов с самоочевидным значением (группа 2) существенно больше, чем жестов с самоочевидной физической реализацией (группа 3).

**(4) Активный орган, участвующий в исполнении жеста.** Почти все отмеченные жесты – мануальные, или ручные (82 %); жесты головы – 20 примеров (16 %), жесты ног – 2 примера (*переступание с ноги на ногу, вытянуть ногу*), жест корпуса – 1 пример (*поклон*).

## **(5) Тип жеста:**

**(5а) эмблемы ~ иллюстраторы ~ регуляторы** (Efron 1941): все примеры могут быть интерпретированы как эмблемы (жесты – аналоги речевых высказываний или отдельных слов). Чистых иллюстраторов (жестов, не употребляющихся без сопутствующей речи) и регуляторов (жестов, управляющих речевым потоком) в ответах не встретилось.

**(5б) исконные жесты ~ заимствованные** (Крейдлин 2002): 32 % жестов – заимствования (*большой палец вверх, жест «ОК», жест «Victory», жест рокеров «коза»*). По-видимому, степень осознанности жеста имеет корреляцию со степенью его освоенности.

**(5в) коммуникативные ~ симптоматические эмблемы** (Крейдлин 2002): почти все примеры представляют собой коммуникативные жесты. Симптоматических жестов – только 5 примеров, из них 3 – у одного и того же респондента.

**(5г) жесты, имеющие особую сферу употребления ~ общекоммуникативные жесты** (Крейдлин 2002): особую сферу употребления имеют 11 жестов (9 %), среди них табуированные жесты, жесты узких социальных групп, игровые жесты, жесты языка глухих.

Таким образом, типовой жест, по данным нашего эксперимента, – это мануальный аналог речевого высказывания, несущий информацию, которую жестикулирующий намеренно передаёт адресату, и достаточно часто имеющий стандартное речевое сопровождение.

### Список литературы

1. Capirci et al. 2011. Learning to Use Gesture in Narratives: Developmental Trends in Formal and Semantic Gesture Competence. Capirci O.; Cristilli C.; De Angelis V.; Graziano M. In: Stam, Gale (ed. and introd.); Ishino, Mika (ed. and introd.) Integrating Gestures: The Interdisciplinary Nature of Gesture. John Benjamins Publishing Company. 187–200.
2. Efron D. 1941. Gesture and Environment. NY: King's Crown Press.
3. Крейдлин Г.Е. 2002. Невербальная семиотика. М.: Новое литературное обозрение. Крейдлин Г.Е. 2010. Тело в диалоге: семиотическая концептуализация тела (итоги проекта). часть 1: тело и другие соматические объекты // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии (по материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (Бекасово, 26–30 мая 2010 г.)). М. Вып. 9 (16), 226–234.
4. Крейдлин Г.Е., Переверзева С.И. 2010. Тело в диалоге: семиотическая концептуализация тела (итоги проекта). Часть 2: Признаки соматических объектов и их значения // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии (по материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (Бекасово, 26–30 мая 2010 г.)). М., Вып. 9 (16), 235–240.
5. СЯРЖ 2001 – Григорьева С.А., Григорьев Н.В., Крейдлин Г.Е. 2001. Словарь языка русских жестов. Москва – Вена: Языки русской культуры – Wiener Slawistischer Almanach. Урысон Е.В. 1999 Дух и душа: к реконструкции архаичных представлений о человеке // Арутюнова Н.Д., Левонтина И.Б. (отв. ред.) Логический анализ языка. Образ человека в культуре и языке. Москва: Индрик. 11-26.

## Когнитивная картина мира у женщин с онкологическим заболеванием: возрастные особенности<sup>1</sup>

*Д.А. Циринг, И.В. Пономарева, Я.Н. Сизова*  
*Томский государственный университет, Томск, Россия*  
*Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия*  
*[L-di@yandex.ru](mailto:L-di@yandex.ru); [ivp-csu@yandex.ru](mailto:ivp-csu@yandex.ru); [sizova159@yandex.ru](mailto:sizova159@yandex.ru)*

Ключевые слова: *когнитивная карта мира, возрастные особенности, онкологическое заболевание.*

Когнитивная картина окружающего мира и собственного «Я» обеспечивает субъекту необходимую опору и ощущение стабильности в динамических условиях современной реальности. При помощи системы когнитивных базисных убеждений, составляющих картину мира, субъект структурирует собственный опыт и формирует модель поведения. Согласно М.А. Падун и А.В. Котельниковой, «базисные убеждения – это обобщенные, имплицитные, устойчивые представления человека об окружающем мире, собственном Я и об отношениях между Я и миром» (Котельникова, Падун, 2012).

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-18-00426).

Высокая значимость системы базисных убеждений обнаруживается в ситуации онкологического заболевания. Базисные убеждения субъекта оказываются подвержены влиянию сильного стрессового события, наблюдается изменение имеющихся убеждений, «разрушение» картины мира. По мере совладания со стрессом система базисных убеждений восстанавливается, однако теперь она отличается от прежней, той, что была до столкновения с травмирующей ситуацией онкологического заболевания. Восстановление картины мира, обеспечивающей субъекту чувства безопасности и стабильности, становится особенно значимым и актуальным процессом в ситуации совладания со стрессом и психосоциальной адаптации к новым реалиям жизни (Сирота, Московченко, 2014).

Целью данной работы является выявление особенностей когнитивной картины мира (системы базисных убеждений) у женщин разного возраста, имеющих онкологическое заболевание. В данном исследовании приняли участие 174 женщины с раком молочной железы разных стадий в возрасте от 30 до 80 лет, находящиеся на стационарном лечении и под наблюдением онколога с момента постановки диагноза до 6 месяцев. Все испытуемые в зависимости от возраста были распределены в группы: респонденты в возрасте от 30 до 40 лет ( $N = 26$ ), респонденты в возрасте от 41 до 50 лет ( $N = 36$ ), в возрасте от 51 до 60 лет ( $N = 44$ ), в возрасте от 61 до 70 лет ( $N = 50$ ) и респонденты в возрасте от 71 до 80 лет ( $N = 18$ ). В качестве методов исследования выступили анкета о социальных показателях, составленная авторами, и методика «Шкала базисных убеждений» (адаптация М.А. Падун, А.В. Котельникова), для математико-статистической обработки полученных данных был использован однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с использованием процедуры апостериорных сравнений.

В результате проведенного исследования были обнаружены следующие данные: у женщин в возрасте 30-40 лет наблюдается большая выраженность базисных убеждений об удаче ( $p = 0,000$ ) по сравнению с данными женщин другого возраста (от 41 до 80 лет); выраженность базисных убеждений о ценности и значимости собственного Я ( $p = 0,002$ ) и о контроле ( $p = 0,002$ ) по сравнению с полученными данными на выборке женщин в возрасте от 51 года до 80 лет. Согласно полученным данным, 30-40-летние женщины имеют в своей картине мира убеждение о том, что они являются в целом везучими людьми, достойными любви и уважения, способными управлять происходящими с ними событиями и извлекать пользу из ситуации. Данные убеждения помогают даже в ситуации неподдающейся контролю, поддерживая у женщины чувство собственной неуязвимости (Котельникова, Падун, 2012). Различий относительно базисных убеждений о доброжелательности и справедливости окружающего мира выявлено не было, данные убеждения выражены на высоком уровне и среднем уровнях у респондентов всех возрастов соответственно.

Представленные данные получены в результате проведения первого среза лонгитюдного исследования психологических факторов риска заболевания злокачественными новообразованиями. Выявленные на сегодняшний день различия в картине мира у пациентов с раком молочной железы позволяют расширить представления о процессах совладания с ситуацией заболевания и обогатить имеющуюся информацию о характере течения заболевания, а также в дальнейшем послужат основой для разработки системы психологической поддержки пациентов онкологическими заболеваниями.

#### *Список литературы*

1. Падун М.А., Котельникова А.В. 2012. Психическая травма и картина мира. Теория, эмпирия, практика. М.: Институт психологии РАН.
2. Тарабрина Н.В. 2014. Посттравматический стресс у больных угрожающими жизни (онкологическими) заболеваниями // Журнал консультативной психологии и психотерапии. 1, 36-90.
3. Сирота Н.А., Московченко Д.В. 2014. Когнитивные и эмоциональные индикаторы совладающего поведения у женщин с онкологическими заболеваниями // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. 4 (27). [Электронный ресурс]. URL: <http://mprj.ru> (дата обращения: 30.04.2020).

### **Оценка индекса сложности пертурбаций (РСІ) по данным ТМС-ЭЭГ у пациентов с хроническими нарушениями сознания<sup>1</sup>**

*М.А. Пирадов, Н.А. Супонева\*, А.Г. Пойдашева, И.С. Бакулин,  
Д.О. Симицын, Ю.В. Рябинкина, Е.И. Кремнева, С.Н. Морозова, Е.Г. Язева,  
Л.А. Легостаева, Д.В. Сергеев, А.Н. Сергеева, К.А. Ильина  
ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия  
\*Электронная почта: [nasu2709@mail.ru](mailto:nasu2709@mail.ru)*

Ключевые слова: *индекс сложности пертурбации, РСІ, ТМС-ЭЭГ, хроническое нарушение сознания, вегетативное состояние, состояние минимального сознания.*

**Введение.** Хронические нарушения сознания (ХНС) – вегетативное состояние (ВС; синоним – синдром ареактивного бодрствования) и состояние минимального сознания (СМС) – представляют собой серьезную медицинскую и социальную проблему, что связано с потребностью таких пациентов в постоянном уходе, отсутствием эффективных подходов к реабилитации и низкими шансами на восстановление сознания. Сложности вызывает и

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-15-00274).

установление диагноза: в его основе лежит поиск в ходе клинического осмотра по крайней мере минимальных признаков осознанной реакции на внешние стимулы, однако она может отсутствовать как вследствие истинной утраты пациентом способности к осознанной деятельности, так и в связи с невозможностью продемонстрировать целенаправленную реакцию на осмотр из-за грубейшего неврологического дефицита (Laureys and Schiff, 2012; Owen, 2013). Поиск методов, способных объективно оценить наличие или отсутствие сознания, является важной задачей. В качестве одного из таких методов может выступать анализ ТМС-индуцированных ВП (ТМС-ЭЭГ) с расчётом индекса сложности пертурбаций (PCI), выражающим в числовой форме характер ответа нейронов на магнитный импульс (Casali *et al.*, 2013). На основании исследований у здоровых добровольцев в состоянии бодрствования, сна, общей анестезии, а также у пациентов с нарушениями сознания было предложено и проверено на тестовой популяции пациентов с ХНС пороговое значение PCI ( $PCI^*=0,31$ ) для разделения бессознательных состояний и состояний с сохранным сознанием (Casarotto *et al.*, 2016).

**Целью** работы являлось изучение возможности применения методики ТМС-ЭЭГ с расчётом PCI у пациентов с ХНС.

**Пациенты и методы.** В исследование включались пациенты в ВС или СМС в возрасте 18 лет и старше, как минимум через 3 месяца после эпизода гипоксии или через 12 месяцев после травмы головного мозга в стабильном соматическом состоянии и при отсутствии противопоказаний к ТМС и МРТ. У пациентов проводилась клиническая оценка с помощью шкалы Coma Recovery Scale – Revised (Giacino, Kalmar and Whyte, 2004; Iazeva *et al.*, 2019) и ТМС-ЭЭГ на аппарате навигационной ТМС NBS eXimia (Nexstim) с расчётом PCI.

**Результаты.** За период с 2016 по 2019 гг. изучено 52 случая ХНС (в исследовании приняло участие 49 пациентов, трое из которых обследовались дважды). Поддающиеся анализу данные ТМС-ЭЭГ были получены в 38 случаях (20 пациентов в ВС, медиана оценки по CRS-R 6 баллов [5;6]; 18 пациентов в СМС, медиана CRS-R 13 баллов [11;18]). В остальных случаях исследование удовлетворительного качества не удалось провести в связи с отсутствием ответа на стимул, выраженными мышечными артефактами, невозможностью позиционировать катушку стимулятора из-за двигательной активности пациента.

Результаты расчёта PCI приведены на рисунке. Величина PCI у пациентов с ХНС варьировала в зависимости от точки стимуляции. У 12 из 18 пациентов в СМС (66 %) она находилась в диапазоне 0,31-0,50, т.е. выше порогового значения  $PCI^* = 0,31$ . У 6 пациентов значения PCI составляли от 0,17 до 0,3. Это может быть связано с вариабельностью ответов ТМС-ЭЭГ

у пациентов с грубыми структурными поражениями головного мозга, поскольку после проведения стимуляции в нескольких точках учитывается максимальное полученное значение PCI. В данных случаях, которые представляли собой пациентов в СМС травматического генеза с грубым и относительно небольшим по объёму повреждением, оно могло быть не достигнуто. Следует отметить, что у 5 из 6 пациентов в СМС с индексом ниже PCI\* оценки по шкале CRS-R были невысокими (до 12 баллов).

У 18 из 20 пациентов (90 %), находящихся в ВС, значения PCI находились в диапазоне 0,1-0,29, то есть ниже PCI\* = 0,31, что свидетельствовало об отсутствии интегрированной и дифференцированной реактивности коры головного мозга в ответ на стимуляцию (Tononi *et al.*, 2016). Кроме того, у 2 пациентов в вегетативном состоянии были выявлены ответы, которые имели высокую сложность распределения и соответственно, высокие значения PCI. Подобные пациенты имеют сложный дифференцированный ТМС-вызванный ЭЭГ-ответ при полном отсутствии признаков сознательной деятельности. Значения PCI коррелировали с клинической оценкой (общий балл по CRS-R;  $r$  Спирмена 0,59,  $p = 0,0002$ ).

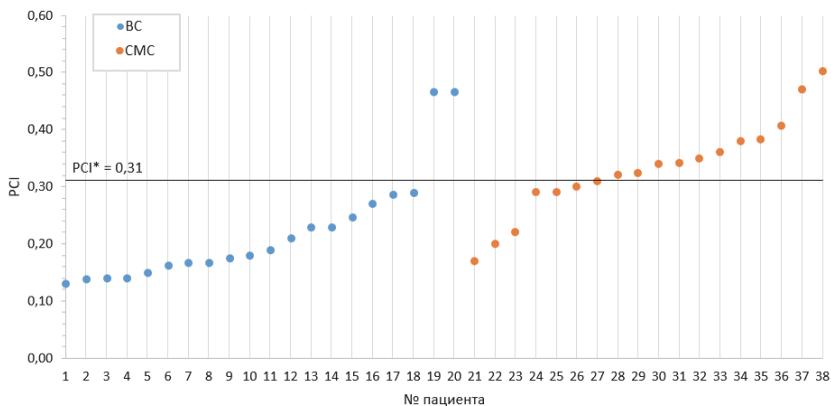


Рис. 1. Распределение индекса сложности пертурбаций (PCI) у 38 пациентов с хроническими нарушениями сознания. Эмпирически определенное значение PCI\* = 0,31 соответствует границе сознательного и бессознательного состояния

**Выводы.** Несмотря на сложный процесс сбора и обработки данных, ТМС- ЭЭГ с расчётом PCI является достаточно надёжным методом, позволяющим в большинстве случаев получить объективную оценку наличия или отсутствия сознания у пациентов с ХНС. Особый интерес представляют пациенты в ВС, у которых был получен нехарактерный для этого со-

стояния дифференцированный ответ, что может быть косвенным признаком наличия у них элементов сознания. Возможно, это указывает на способность метода предоставлять информацию о потенциальной сохранности осознанной активности, недоступную при клинической оценке.

#### Список литературы

1. Casali A.G. *et al.* (2013) 'A Theoretically Based Index of Consciousness Independent of Sensory Processing and Behavior', *Science Translational Medicine*, 5(198). P. 198ra105-198ra105. doi: 10.1126/scitranslmed.3006294.
2. Casarotto S. *et al.* (2016) 'Stratification of unresponsive patients by an independently validated index of brain complexity', *Annals of Neurology*, 80(5). P. 718–729. doi: 10.1002/ana.24779.
3. Giacino J.T., Kalmar K. and Whyte J. (2004) 'The JFK Coma Recovery Scale-Revised: measurement characteristics and diagnostic utility.' *Archives of physical medicine and rehabilitation*. JFK Johnson Rehabilitation Institute and New Jersey Neuroscience Institute, JFK Medical Center, Edison, NJ 08820, USA. jgiacino@solarishs.org, 85(12). P. 2020–9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15605342>.
4. Iazeva E.G. *et al.* (2019) 'A Russian validation study of the Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R)', *Brain Injury*, 33(2). P. 218–225. doi: 10.1080/02699052.2018.1539248.
5. Laureys S. and Schiff N.D. (2012) 'Coma and consciousness: Paradigms (re)framed by neuroimaging', *NeuroImage*. Elsevier Inc., 61(2). P. 478–491. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.12.041.
6. Owen A.M. (2013) 'Detecting Consciousness: A Unique Role for Neuroimaging', *Ssrn*. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143729.
7. Tononi G. *et al.* (2016) 'Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate', *Nature Reviews Neuroscience*. Nature Publishing Group, 17(7). P. 450–461. doi: 10.1038/nrn.2016.44.

## **Влияние альтернативной и дополнительной коммуникации на развитие общения у детей с тяжёлыми и множественными нарушениями развития**

*А.А. Балякова*

*Институт физиологии им. ак. И.П.Павлова РАН,*

*Санкт-Петербург, Россия*

*anna\_baliakova@mail.ru*

Ключевые слова: *развитие общения, тяжёлые и множественные нарушения развития, альтернативная коммуникация, дополнительная коммуникация, дети.*

Возможность коммуникации представляет собой одну из основ жизни человека и общества. Ее проявления и средства могут быть различными, в частности, иметь вербальный (использование устной речи и языковых правил) и невербальный (использование спонтанных жестов, знаков) характер. При этом освоение специальных систем жестовой и/или знаковой коммуникации подразумевает развитие вспомогательного языка (описание внутренней модели внешнего мира), в котором отсутствует вокальная составляющая речи, но возможно использование текстовых сообщений. Способы коммуникации, которые заменяют или дополняют речевое взаимодействие между людьми, относят к альтернативной и дополнительной формам коммуникации (АДК). При этом дополнительная коммуникация может использоваться на протяжении всей жизни человека (нарушения артикуляции, неразборчивость речи) или выполнять временную функцию, обеспечивая процесс общения при задержке речевого развития или в периоды потери способности к устной речи (операции на гортани, нарушения мозгового кровообращения), реабилитация глухих пациентов после кохлеарной имплантации. С учетом различий в степени понимания и использования устной речи и языка, способности в будущем научиться понимать и использовать их для реализации коммуникативного поведения выделяют три основных направления применения АДК: средство выражения, вспомогательный язык и альтернативный язык (Стивен фон Тичнер и др. 2015). АДК один из основных способов общения для детей с тяжёлыми и множественными нарушениями развития (ТМНР). ТМНР – это врождённые или приобретённые в раннем возрасте сочетание нарушений различных функций организма. Эти обучающиеся требуют специальных коррекционных воздействий для компенсации нарушений (Pirila S. Et al. 2007, Бгажнокова И.М. 2005, Ильина С.Ю. 2005).

В эксперименте приняли участие 11 детей в возрасте 7-10 лет с диагнозом ТМНР. У 9 детей был диагноз детский церебральный паралич, нарушение зрения и у восьми из этих детей отмечалось умеренная умственная отсталость. У двух детей диагноз – расстройство аутистического спектра, нарушение зрения и слуха. Со всеми детьми в течении 18 месяцев проводились занятия на развитие коммуникации по средствам карточек и жестов; логопедические занятия на развитие артикуляторной моторики; консультации с эрготерапевтом по поводу позиционирования детей и развитие их двигательной сферы.

В начале, середине (через 9 месяцев) и в конце курса (через 18 месяцев) на каждого испытуемого специалисты совместно с родителями заполняли матрицу коммуникации. Этот метод позволяет оценить на каком уровне коммуникативного развития находится человек. Матрица освещает два аспекта коммуникации: мотивы (причины, по которым люди общаются) и действия, которые они используют для общения. Существуют четыре мотива для коммуникации: отказ от нежелаемого; получение желаемого; участие в социальном взаимодействии; сообщение или просьба в получении информации. Матрица разбита на семь уровне коммуникативного поведения. Для каждого уровня рассматриваются специфические ответы – действия, согласно четырём мотивам. Всё это образует профиль коммуникации. Действия соотносятся с 9-ю категориями коммуникативного поведения: движения тела; ранние звуки; выражение лица; взгляд; простые жесты; общепринятые жесты и голосовые сигналы; конкретные символы; абстрактные символы; язык. Составление профиля по матрице коммуникации позволяет оценить актуальный уровень, на котором находится ребенок, выявить то, что еще не освоено на этом уровне, увидеть «зону ближайшего развития», то есть следующий уровень, а также систематизировать коммуникативные действия ребенка – как именно он сообщает то или иное.

В результате лонгитюдного исследования мы получили следующие результаты: 10 детей показали значительное улучшения. Причём двое из этих испытуемых по оценкам матрицы коммуникации и субъективным оценкам специалистов находились на ранних уровнях коммуникации. Однако, как только детям были предоставлены средства АДК и они могли выразить свой язык, испытуемые сразу продемонстрировали более высокий уровень коммуникации. Одни ребёнок показал незначительные продвижения, что обусловлено частыми пропусками занятий из-за болезни.

Результаты исследования показывают положительный эффект от применения АДК у детей с тяжёлыми и множественными нарушениями развития – увеличение возможности в коммуникации, обучении, социализации.

### Список литературы

1. Pirila S., van der Meere, J., Pentikainen T., Ruusu-Niemi P., Korpela R. and Kilpinen J. 2007. Language and motor speech skills in children with cerebral palsy. *Journal of Communication Disorders*, 40. 116–128.
2. Бгажнокова И.М. 2010 Воспитание и обучение детей и подростков с тяжелыми и множественными нарушениями развития. М.
3. Ильина С.Ю. 2005 Речевое развитие умственно отсталых школьников. – СПб.: Каро.
4. Стивен фон Тичнер, Харальд Мартинсен 2015 Введение в альтернативную и дополнительную коммуникацию: жесты и графические символы для людей с двигательными и интеллектуальными нарушениями, а также с расстройством аутистического спектра. – М.: Тервинф.

## Зрачковые ответы как предиктор утомления в ситуации переключения задач<sup>1</sup>

*И.М. Чистяков, Б.Б. Величковский*  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*  
*[cim\\_95@mail.ru](mailto:cim_95@mail.ru); [velitchk@mail.ru](mailto:velitchk@mail.ru)*

Ключевые слова: *предиктор утомления, переключение задач, зрачковые ответы.*

Широко известно, что как острое умственное утомление (Леонова, 1984), так и переключение задач (Monsell, 2003) негативно влияют на эффективность выполнения. Тем не менее, число исследований, посвящённых взаимодействию этих факторов по-прежнему не велико, несмотря на высокую частоту встречаемости обоих явлений среди работников (O’Connell, Frohlich, 2003)). Настоящее исследование посвящено исследованию влияния острого умственного утомления (ОУУ) на эффективность переключения задач, а также возможности диагностики данного негативного функционального состояния посредством динамики зрачковых ответов (TEPR).

**Методика исследования.** Исследование проводилось по квазиэкспериментальной схеме в парадигме подсказанной задачи (task-cueing paradigm). Аналогом одной независимой переменной являлось функциональное состояние испытуемого, измеренное с помощью опросника для оценки острого умственного утомления Леоновой-Савичевой (Стрелков, 2003).

---

<sup>1</sup> Исследование поддержано РФФИ, грант #19-13-00806.

Другой независимой переменной выступило наличие переключения в текущей пробе. В качестве зависимых переменных выступили время реакции, точность ответов испытуемых и среднепиковые значения вызванных зрачковых ответов (Hershaw, Ettenhofer, 2018).

**Описание выборки.** Исследование проводилось на базе факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. В выборку вошли 61 человек, средний возраст которых составил 21.9 года ( $SD. = 2.7$ ). Мужчины составили 46 % выборки.

Все испытуемые имели нормальное зрение или скорректированное до нормального и не имели патологий, приводящих к нарушению нормальной фокусировки на объекте.

**Описание процедуры.** Исследование состояло из двух серий: тренировочной (32 пробы) и экспериментальной (256 проб), проводимых непосредственно друг за другом. Испытуемые приглашались либо в начале, либо в конце дня, что, согласно нашему предположению, должно было дать необходимый разброс по степени выраженности утомления. Непосредственно перед началом процедуры, участники заполняли опросник для оценки ОУУ.

Задания представляли собой задачи на классификацию стимулов: определение чётности/нечётности или гласности/согласности предъявляемых цифр и букв соответственно. В начале каждой пробы предъявлялась текстовая подсказка длительностью 750 мс, задающая целевой стимул в паре. Подсказка представляла собой слово «Буква» или «Цифра» в соответствии с целевым стимулом в текущей пробе. На решение каждой отдельной задачи испытуемому отводилось 5 секунд, нажатие клавиши ответа инициировало немедленное начало следующей пробы.

**Обработка данных.** В ходе подготовки данных к анализу были удалены выбросы по времени реакции. Стоимость переключений оценивалась как разность между средними успешностью и временем прохождения проб с переключением и без. Наличие переключения в пробе определялось через отличие целевого стимула в актуальной пробе по сравнению с предыдущей. Пиковые значения TEPR рассчитывались как разница между базовым уровнем размера зрачка и максимальным проявлением реакции. При этом абсолютные значения размеров зрачка были переведены в относительные по сравнению с базовым уровнем.

**Результаты.** Ввиду лёгкой выраженности ОУУ у испытуемых (среднее = 11.9, скошенность = 0.644) выборка была разделена на группы по утомлению посредством медианного рассечения. Также из-за большого числа наблюдений в анализе, все публикуемые уровни значимости приводятся после пермутационной проверки с использованием 10000 перестановок.

Утомление приводит к значимому снижению ( $F = 90.834, p < 0.001$ ) времени реакции испытуемых, в то время как наличие переключения в пробе –

к её увеличению ( $F = 181.975$ ,  $p < 0.001$ ). Статистически значимого взаимодействия между двумя факторами обнаружить не удалось.

Также утомление приводит к значимому падению точности ответов ( $F = 5.367$ ,  $p = 0.021$ ), как и наличие переключения в пробе ( $F = 17.387$ ,  $p < 0.001$ ). Взаимодействия между факторами также обнаружить не удалось.

Факторы переключения и утомления приводят к увеличению амплитуды пиковых зрачковых ответов ( $F = 8.846$ ,  $p = 0.02$  и  $F = 103$ ,  $p < 0.001$  соответственно), но при этом не проявляют значимого взаимодействия.

**Обсуждение.** В настоящем исследовании не удалось обнаружить достоверного взаимодействия факторов утомления и переключения задач. Тем не менее, данные результаты можно объяснить недостатками использованного экспериментального дизайна: из-за длительности предъявления подсказки (750 мс), предшествовавшего предъявлению стимульной пары, можно утверждать, что нами была измерена остаточная стоимость переключения (residual cost). Также стоит отметить неудачность манипуляции утомлением через время прохождения эксперимента, что отражено в значительной положительной скошенности распределения этого параметра. Таким образом, отвергнуть выдвинутую гипотезу на настоящий момент не представляется возможным, так как есть основания полагать большую выраженность как основных эффектов, так и значимость их взаимодействия при экспериментальной индукции умственного утомления и предъявлении подсказки одновременно со стимульной парой.

При этом стоит отметить большую чувствительность зрачкового ответа именно к выраженности ОУУ по сравнению с наличием переключения в пробе. Последнее может быть также частично атрибутировано недостаткам настоящего дизайна. Тем не менее, данный эффект потенциально открывает возможность неинвазивного предсказания снижения работоспособности без отрыва специалиста от его основных задач.

#### *Список литературы*

1. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека. М.: Изд-во Московского университета, 1984.
2. Практикум по инженерной психологии / Под ред. Ю.К. Стрелкова. М.: Academia, 2003.
3. Hershaw J.N., Etenhofer M.L. Insights into cognitive pupillometry: Evaluation of the utility of pupillary metrics for assessing cognitive load in normative and clinical samples // International Journal of Psychophysiology. – 2018. – Т. 134. – С. 62-78.
4. O'Conaill B., Frohlich D. Timespace in the workplace: Dealing with interruptions // Conference companion on Human factors in computing systems. – ACM, 1995. – С. 262-263.

**Социализация в детском саду – миф или реальность?  
Различия в когнитивных, творческих  
и социальных способностях у детей,  
посещавших и не посещавших детский сад**

*Е.А. Шепелева<sup>1</sup>, Е.А. Валдуева<sup>2</sup>, В.В. Овсянникова<sup>3</sup>, Н.М. Лаптева<sup>4</sup>*  
*<sup>1</sup>Московский государственный психолого-педагогический университет,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Институт психологии Российской академии наук, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия*

*<sup>4</sup>Институт психологии Российской академии наук, Москва, Россия*  
*[e\\_shep@rambler.ru](mailto:e_shep@rambler.ru); [ekval@list.ru](mailto:ekval@list.ru); [vovsyannikova@hse.ru](mailto:vovsyannikova@hse.ru);*  
*[n.m.lapteva@mail.ru](mailto:n.m.lapteva@mail.ru)*

Ключевые слова: *социализация, когнитивные способности, творческие способности, детский сад.*

**Введение.** Вопрос о желательности или нежелательности для развития ребенка посещения детского сада в раннем и дошкольном возрасте является предметом острых дискуссий среди родителей, педагогов и психологов. Сторонники посещения детского сада, как правило,<sup>1</sup> убеждены в лучшей последующей социализации посещавших сад детей. Противники полагают, что посещение сада не имеет существенного значения для социализации, в то время как отрыв от семейного окружения может негативно сказаться на эмоциональном благополучии и творческом развитии ребенка. В то же время, в научной литературе преимущественно изучается роль дошкольного образования в последующей успешности школьного обучения (Camilli et al, 2010; Haslip, 2018). Результаты масштабного лонгитюдного исследования в США (проект «STAR»), в котором приняли участие 11,571 учащихся, показали существенное значение качества дошкольного образования для дальнейшей жизни человека. В частности, экзаменационные оценки достижений ребенка в детском саду связаны с такими отдаленными результатами, как доход в 27 лет, поступление в колледж, владение недвижимостью и пенсионными накоплениями. Кроме того, дети с более опытным педагогом в детском саду имели во взрослом возрасте более высокий доход (Chetty et al, 2011). Эти данные демонстрируют значимость дошкольного детства для дальнейших жизненных перспектив человека. Наличие

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект №18-013-01023.

подобных исследований в России может помочь родителям принять решение о посещении детьми детских садов, а также улучшить качество дошкольного образования.

Целью настоящего исследования являлось изучение отдаленной перспективы посещения детских садов для развития у детей творческих, когнитивных и социальных способностей, а также эмоционального благополучия ребенка.

**Методы.** В исследовании использовались следующие методики.

1. Для оценки когнитивных способностей – матрицы Равена, тест вербального интеллекта Амтхауэра.

2. Для оценки социальных способностей – тест социального интеллекта (Valueva, Shepeleva, Ovsyannikova, 2019); социометрическая анкета.

3. Для оценки эмоционального благополучия – опросник эмоционального благополучия Хюбнера-Гордеевой.

4. Для оценки творческих способностей – тест «Необычное использование» Гилфорда; рисуночный тест Урбана.

5. Анкета для родителей тестируемых детей для оценки семейной среды и финансового состояния семьи (разработана авторами), в которую входил вопрос о том, сколько времени в общей сложности ребенок посещал детский сад. Родители выбирали один из следующих вариантов: «не посещал вообще», «посещал в общей сложности менее 3 месяцев», «посещал в общей сложности от 3 месяцев до 1 года», «посещал в общей сложности от 1 до 2 лет», «посещал в общей сложности более 2 лет» или «другое». Также анкета включала вопрос о том, с кем из взрослых проводил большую часть времени ребенок дома до посещения школы, на который абсолютное большинство респондентов ответило, что это была мать.

В исследовании приняли участие учащиеся 6-8 классов пяти общеобразовательных школ г. Москвы и г. Брянска (3 школы без специальной направленности, 1 школа творческой направленности и 1 школа религиозной направленности). Общее число испытуемых составило 363 человека, при этом анкету про посещение детского сада заполнили 234 родителя.

**Результаты.** При обработке полученных данных результаты по тестам интеллекта и креативности были стандартизованы по возрастным группам и переведены в шкалу со средним 100 и стандартным отклонением 15. Общий балл по интеллекту был посчитан как среднее стандартизованных оценок по тесту Равена и тесту Амтхауэра, а общий балл по креативности – как среднее стандартизованных оценок по тесту Урбана и тесту Гилфорда. Также контролировался уровень материального положения в семьях детей, посещавших и не посещавших детский сад.

Сравнивались результаты детей из группы не посещавших детский сад вообще ( $N = 18$ ) и посещавших детский сад более 2х лет ( $N = 190$ ). Дети,

посещавшие сад в общей сложности менее 2х лет, были исключены из анализа. Сравнения проводились с использованием критерия Манна-Уитни.

Анализ показал, что дети, не посещавшие и посещавшие детский сад, не различаются по уровню интеллекта ( $M = 104.1$  и  $M = 101.6$  соответственно,  $p = 0.37$ ) и по уровню эмоционального благополучия ( $M = 81.5$  и  $M = 80.1$  соответственно,  $p = 0.86$ ). Также не различался позитивный ( $p = 0.54$ ) и негативный ( $p = 0.8$ ) социальный статусы среди одноклассников.

При этом дети, не посещавшие детский сад, по сравнению с детьми, посещавшими детский сад, демонстрируют более высокий уровень креативности ( $M = 107.8$  и  $M = 100.4$  соответственно,  $p = 0.017$ ) и более высокий уровень социального интеллекта ( $M = 108.1$  и  $M = 101.7$  соответственно,  $p = 0.04$ ).

**Выводы.** Полученные результаты демонстрируют, что, вопреки бытующим представлениям о необходимости посещения детского сада для успешной социализации ребенка, не посещавшие сад дети демонстрировали более высокий уровень социального интеллекта в среднем школьном возрасте, чем те, кто посещал детский сад. Кроме того, у таких детей лучше развиты творческие способности. Вероятно, это может быть связано с лучшим усвоением социальных норм детьми, проводящими большее количество времени наедине со взрослыми, чем со сверстниками, а также с большей свободой развития ребенка, воспитывающегося в домашних условиях.

#### *Список литературы*

1. Chetty R., Friedman J.N., Hilger N., Saez E., Schanzenbach D.W., Yagan D. 2011. How Does Your Kindergarten Classroom Affect Your Earnings? Evidence from Project Star. *The Quarterly Journal of Economics* 126(4). 1593–1660.
2. Camilli G., Vargas S., Ryan S., Barnett W.S. 2010. Meta-analysis of the effects of early education interventions on cognitive and social development. *The Teachers College Record* 112(3). 579–620.
3. Haslip M. 2018. The effects of public pre-kindergarten attendance on first grade literacy achievement: a district study. *International Journal of Child Care and Education Policy* 12, 1 <https://doi.org/10.1186/s40723-017-0040-z>.
4. Valueva E., Shepeleva E., Ovsyannikova V. 2019. Situational Judgment Tests in the assessment of emotional and social abilities. *Book of Abstracts of the 15th European Conference on Psychological Assessment*. Brussels, Belgium. P. 87.

## **Когнитивная социология науки: теоретико-методологические основания**

*Н.Н. Шевченко*

*Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ», Санкт-Петербург, Россия  
n.n.shevchenko@mail.ru*

Ключевые слова: *когнитивная социология, методология науки, картина познания.*

Когнитологическая проблематика приобретает особую актуальность в связи с тем, что стремление к познанию становится главной характеристикой современного мира, трансформирующей способы его теоретической концептуализации в направлении замещения классического рационального метанарратива новыми методологическими подходами, ориентирующими познание не на онтологический смысл познаваемого (что познается), а на его эпистемологический статус (как познается), как отмечает в своей работе Н.Н. Витченко (2006: 17). Перенос исследовательского интереса с внешних объектов на механизмы когнитивных функций осуществляется в коэволюционных процессах развития дисциплин, объединяемых общим названием – когнитивные исследования. Решение этими дисциплинами задачи выработки теоретической конструкции, концептуализирующей когнитивные механизмы, осуществляется в процессах системного осмысления ментальных процессов в когнитивно-антропологическом, естественно-научном, информационном и других аспектах. При значительном уровне развития этих исследований остается непроясненной роль социальных взаимодействий в процессах производства знания, не выявлены продуктивные стратегии ассимиляции когнитологическими дисциплинами принципов социальной эпистемологии, вытесняющей индивидуалистические установки классической эпистемологии.

Существенный вклад в исследование механизмов аргументации, обладающих социальными характеристиками, вносит когнитивная социология, методологически ориентированная не на инспекцию ментальных репрезентантов, а на изучение социальной природы познания как продукта совместной деятельности членов сообщества. Исследователи этого направления утверждают, что «... что геометрическим местом точек познания – вместо индивида – становится сфера его отношений» [2: 161]. Фундаментальные методологические принципы данной дисциплины, имеющие антиэмпиристскую направленность, отрицающие репрезентативную природу знания и утверждающие наличие связи между знанием и его социальной основой,

эксплицируются в исследованиях когнитивной социологии науки, концептуальные идеи которой сформированы на основе критики индивидуалистической интерпретации процесса познания и утверждения статуса науки как сферы «рефлексивного производства». Основные программы социологии научного знания сформировали представление о научном знании как социальном представлении, в процедуре принятия которого играют свою роль социальные интересы, констативный и контингентный форумы; исследовали методологию социального конструирования научных фактов в процессе изучения жизни лабораторий; вскрыли механизмы утверждения нового знания в науке и обоснования научных открытий в «сетях исследователей».

Когнитивная социология науки, ориентируясь на принципы эмпирического конструктивизма, ориентирующего на изучение реальности через изучение эпистемической практики, является вызовом классической эпистемологии и традиционному философскому анализу науки. Этот вызов заключается, по мнению К. Кнорр-Цетины (3: 17), в том, что последний не в состоянии систематично обдумать роль социальных факторов и включить их в нормативную картину научной деятельности. Противопоставив интерналистскому методологизму экстерналистский социологизм, когнитивные социологи науки убеждены в том, что источник естественнонаучного знания, так же как и других видов знания, социальных институтов и систем веры, коренится в социокультурном мире, в разнообразных видах деятельности, посредством которых знание переходит в науку.

Когнитивная социология науки отказывается от принципов натурализма и социоморфизма, развиваемых в социологии знания предшествующего периода; не ориентируется на субъект-объектную модель познания и объективистскую концепцию знания; стремится выявить сопряженность активности субъекта знания, его целеполагания, желаний, стремлений и мотивов с природными процессами; ориентируется на «очеловечивание» объекта исследования, понимаемого как отношение, конституируемое в сознании и т.д.

Когнитивная социология науки, ориентированная на познание познания (т.е. осуществляющая рефлексивную практику второго порядка), стремится расширить пространство исследовательского процесса до уровня его социального измерения, отодвигая на второй план рационалистические объяснения механизмов порождения научного знания и утверждая принцип взаимосвязи знания и социальной структуры науки. При этом внутренняя социальность науки не рассматривается в качестве «социального контекста», как внешнего по отношению к науке, наоборот, социальные процессы понимаются как неотделимые от хода исследования и производства научных фактов, вследствие чего «научные факты» не могут быть поняты как

утверждения, описывающие «реальность» такой, как она есть. Ибо эта реальность, как мы её видим, сама есть следствие, а не причина процесса научного конструирования», происходящего в микроструктурах повседневной жизни научных лабораторий (3: 16).

Появление когнитивной социологии науки в рамках когнитологии, как междисциплинарного научного направления, объединяющего философию (теория познания), когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную антропологию, когнитивную лингвистику, теорию искусственного интеллекта и другие науки, представляющей собой междисциплинарный синтез наук связанных единой проблематикой (сознание-мозг-язык), является свидетельством расширения предметного поля и формирования новых направлений исследований, наряду с традиционными.

Таким образом, когнитивная социология науки, оспаривая позитивистские воззрения на науку, согласно которым форма и содержание естествонаучного знания свободны от принципов социального производства и социальных предпосылок, стремится переосмыслить роль социальных факторов в нормативной картине научного познания.

#### *Список литературы*

1. Витченко Н.Н. 2006. Неклассическая теория познания: стратегия case-study и методология конструкционизма // Вестник Томского государственного педагогического университета. Вып. 7 (58). Серия: Гуманитарные науки (Философия и культурология). С. 17-26.
2. Gergen K.G. 1994. Realities and Relationships. Soundings in Social Construction. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Knorr-Cetina K. 1995. Epistemic Cultures. How Scientists Make Sense. Cambridge: Harvard University Press.

## Гипотеза двухактной структуры сознания

А.Б. Хомяков

Департамент VI, ЭТМ, С-Петербург, Россия  
alexander.xom@gmail.com

Ключевые слова: *сознание, двухактная структура, автобиографическая память, произвольное поведение.*

1. Большинство объяснений сознания заключается в приписывании его другим функциям мозга. Или приписывании функциям психики «особого свойства» осознанности. Например, восприятию, эмоциональному переживанию, вниманию, категоризации. При этом совершенно не понятно, чем сознание отличается от них. Причина невозможности выделить какой-то характерный признак сознания является неразличимость внутренней структуры сознательного, что и приводит к причислению сознания всему, что нами осознается и является той или иной когнитивной функцией – мышлению, вниманию, восприятию, бодрствованию вообще. Или интеграции всех функций сразу как в интеграционной теории сознания (Эдельман, Тонони, 2000).

2. Объяснения сознания с привлечением других когнитивных функций опровергаются тем, что все эти функции возможны и в бессознательном состоянии. «В результате экспериментальных исследований последних лет оказалось, что практически всё, что раньше считалось прерогативой исключительно сознания (принятие решений, семантические преобразования, постановка целей, социальные оценки, моральные суждения и пр.), – всё это вначале делается неосознанно и лишь потом осознается» (В.М. Аллахвердов, 2012, 2014).

3. Задача исследования – выделить такое свойство сознания, которое присуще только ему. Свойство, которое порождено только им, но при этом может быть объяснено как функциональная способность психики. Из всех когнитивных функций есть одна, которая отличает именно осознанное восприятие. Если мы что-то делаем в сознании, мы можем вспомнить об этом, и наоборот, если действие осуществлялось неосознанно, то не можем извлечь информацию о нем из (эпизодической) памяти. *В сознании формируется автобиографическая память.* По мнению Нурковой В., отличие от рассказа о чем-то еще, автобиографический рассказ обязательно содержит сведения о самом субъекте. О его действиях, ощущениях, переживаниях, мыслях. Отсюда следует, что сознание, как и автобиографическая память, отличается наличием знания о своих действиях. (В. Нуркова, 2011).

4. Таким образом, можно заключить, что сознание – двухсоставной элемент, в который включено не только то, что воспринимается, но и то, что

это воспринял сам субъект. Причем последовательно – сначала распознавание внешнего, потом распознавание своего распознавания как действия, что подтверждается экспериментально (В. Карпинская, 2009). Но для нас эта структура не эксплицирована, свернута из-за частого повторения акта сознания.

5. Как возникла такая структура сознания? Как отмечал Якобсон Р. (Якобсон Р. 1996, с. 236-237) про особенности речевого взрыва у детей 2-3 лет: «В его (*ребенка* – автор) речи впервые возникает фраза с субъектом и предикатом, позволяющая приписывать субъекту различные предикаты и относить каждый предикат к различным субъектам. Это нововведение освобождает ребенка, погашает его зависимость от *hic et nunc*, т.е. от непосредственно данной временной и пространственной обстановки. Отныне он может говорить о том, что происходит на временном и пространственном расстоянии от него, и с переменностью исходных пунктов – временных и пространственных – он усваивает также идею чередующихся соучастников речевого общения. В речь ребенка проникает идея времени, а также идея большей близости или отдаленности в пространственном плане: я и ты, мое и твое, здесь и там, сюда и туда». Именно эти возникшие способности делают возможным автобиографическую память, что связывает их с сознанием.

6. Важно отметить роль речи в формировании сознания. По мнению автора, появление шифтера «я» позволяет ребенку назвать свои действия, приписать их себе (как субъекту действия) и таким образом распознать их в себе, что и является актом первичного сознания.

7. Доброва Г. (Доброва Г.Р., 2014) отмечает, что «Ребенок интуитивно, конечно, начинает понимать про себя, что в нем важно, что в нем интересует его близкого другого, и он учится запоминать и описывать те события, которые фиксируют эти важные стороны его самого, его взаимодействия с миром и так далее». То есть ребенок не только овладевает личными местоимениями, но и научается при помощи взрослых формировать рассказ о себе. То есть обращать внимание на свои действия. Нуркова (Нуркова В.В., 2011) отмечает также, что «эта рамка, которая формируется в автобиографическом рассказе, на котором и вырастает автобиографическая память, формирует личность».

8. Экспериментальные подтверждения двухактной структуры – осознания после действия, были получены в оригинальном эксперименте Карпинской В. (Карпинская В., 2009). на иллюзорных стимулах, в котором убедительно показано, что осознание зависит от самого стимула и происходит строго ПОСЛЕ его распознавания Это значит, что осознание принципиально состоит не из одного акта, и только второй акт составляет осознанный опыт. Так же в гипотезе могут быть иначе объяснены результаты эксперимента Либета.

9. Ключевая роль указательных и личных местоимений в формировании сознания подтверждается эволюционными исследованиями. Для гоминидов более важными были отношения между членами стада (племени), что отмечается многими авторами (Бурлак С., лекция 2018). В отношениях же было важно различать участников. С развитием речи и связанной с ней семантики стали возникать простые указательные местоимения как способ различить участников ситуации. Появление протоуказательных местоимений вместе с жестом («э») произвело революцию, так как позволило древним людям научиться распознавать свои и чужие действия при помощи речи, указывать на них, что сформировало новые когнитивные схемы. Предполагается, что благодаря им люди научились управлять своим поведением через социальную, а после и внутреннюю речь (Бурлак С. 2011).

10. Один из вопросов, на который должна отвечать гипотеза о сознании: зачем появилось сознание, какую эволюционную пользу оно дает индивиду. Из гипотезы следует, что при помощи сознания индивид может менять свое поведение через модель своих ощущений, которая становится доступной благодаря рефлексивному сознанию. Например, человек получает возможность тормозить реакцию на свои ощущения. Именно благодаря сознанию появляется то, что мы назвали произвольным поведением.

#### *Список литературы*

1. Gerald Edelman; Giulio Tononi (June 2000). *Consciousness: How Matter Becomes Imagination* (book). Allen Lane.
2. В. М. Аллахвердов, Когнитивная психология сознания, Вестник СПбГУ. Сер. 6. 2012. Вып. 2.
3. Нуркова В.В., 2011, Автобиографическая память с позиций культурно-деятельностной психологии: результаты и перспективы исследования, журнал Вестник Московского университета. Сер. 14: Психология, издательство Изд-во Моск. ун-та (М.), № 1. С. 79-90.
4. Доброва Г. Р. Педагогическое образование в России, №5, 2014.
5. Карпинская В.Ю. Принятие решения об осознании и неосознании в задачах обнаружения и различения. Известия Самарского научного центра РАН. Самара, 2009. С. 404-412.

## Модель психического (theory of mind) как ментальный ресурс благополучного старения женщины

*А.И. Мелёхин – кандидат психологических наук,  
клинический психолог высшей квалификационной категории,  
сомнолог-консультант, когнитивно-поведенческий психотерапевт,  
Москва, Россия  
clinmelehin@yandex.ru*

Ключевые слова: *модель психического, психологические предикторы, качество жизни, старение женщин.*

На данный момент наблюдается прирост населения среди женщин пожилого (55-74 лет) и старческого возраста (75-90 лет) по сравнению с мужчинами. К характеристикам благополучного старения относят способность мобилизовать скрытые и нераскрытые психические (ментальные) ресурсы, гибкость в поведении и принятии решений, которые поддерживают индивидуальное благополучие и оптимистичный взгляд на старение. Мобилизация индивидуальных ментальных ресурсов женщиной позволяет ей минимизировать риски и/или справиться с саркопенией, депрессией, поддерживать когнитивное функционирование, социальную поддержку, производительность, экономическую удовлетворенность и удовлетворенность качеством жизнью (Grainger, 2018).

Способность понимать как собственные психические состояния, так и других (модель психического) включена в регуляцию различных аспектов жизнедеятельности женщины позднего возраста и выступают ключевым фактором благополучного старения (Gonçalves, 2018). Отметим, что изменения модели психического, являются проявлениями ряда физических, неврологических и психических расстройств позднего возраста, что позволяет рассматривать эту способность как психосоциальный маркер благополучного течения старения (Hengy et al., 2016; Njombo, 2017). Мы рассматриваем модель психического как метакогнитивную способность, которая является ментальным ресурсом благополучного старения, и обеспечивают *метакогнитивный сдвиг*, развитие новой позиции по отношению восприятия жизненных ситуаций, увеличивает решительность, автономию.

**Цель исследования:** рассмотреть способности когнитивного и эмоционального компонентом модели психического как психологические предикторы удовлетворенности качеством жизни у женщин позднего возраста.

**Участники исследования:** 1) 55-60 лет – 120 человек (56,2±1,5 лет); 2) 61-74 лет – 120 человек (65,3±3,1 лет) и 3) 75-90 лет – 50 (78,2±3,3 лет). От общего количества основной группы респондентов 35% (103 человека)

имели высшее, 48,2 % (140 человек) средне- специальное, 12,7 % (37 человек) среднее образование. Состояли в браке 42% (122 человека), и 44% (129 человек) работали.

**Методы исследования:** опросник оценки здоровья гериатрического респондента (Geriatric Health Questionnaire, University of Iowa Health Care); гериатрическая шкала кумулятивности расстройств (Cumulative Illness Rating Scale for Geriatrics, Miller et al, 1992); краткий опросник качества жизни Всемирной организации здравоохранения (WHOQOL - BREF, WHOQOL Group, 1998); Монреальская шкала оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment, Nasreddine, 2005); гериатрическая шкала оценки депрессии (Geriatric Depression Scale-30, Yesavage, 1983); Калифорнийская шкала оценки чувства одиночества (Revised UCLA Loneliness scale, Russell, 1996). Распознавание (Penn Emotion Recognition Task-40, Kohler, 2004) и дифференциация (Penn Measured Emotion Discrimination Task, Erwin, 1992) простых эмоций по лицу; тест на оценку способности прагматической интерпретации жизненных событий (Pragmatic interpretation short stories, Winner, 1998); Пенсильванский тест запоминания лиц (Penn Facial Memory Test, Gur, 1993).

**Результаты.** В трех группах женщин общие предикторы удовлетворённости КЖ были представлены социо-демографическими (изменения в семейном статусе) и психологическими факторами (симптомы депрессии, чувство одиночества, изменения в динамике оценки субъективного возраста, распознавания простых эмоций по лицу и память на лица). Наряду с общими предикторами благополучного старения мы отметили, что в отличии от старческого (75-90 лет) в пожилом (55-60 и 61-74 лет) уровень образования, рабочий статус, дифференциация эмоций по лицу как компонент ментализации выступают предикторами удовлетворенности КЖ женщин. В 61-74 и 75-90 лет уровень полиморбидности и способность понимать обмана начинают предсказывать изменения в удовлетворённости КЖ у женщин. В отличии от других возрастных групп женщин, в старческом возрасте изменения в непосредственном воспроизведении лиц по памяти и когнитивном функционировании влияют на удовлетворенность качеством жизни. Результаты факторизации исследовательских параметров (показывают наличие множества корреляционных связей между ментальными ресурсами (моделью психического), физическим и психологическим здоровьем, что говорит том, что эти ресурсы выступают индикатором течения старения.

• **Респонденты 55-60 лет.** Были выделены 16 компонентов, входящих в три фактора, суммарная дисперсия которых составила 72,4 %, что характеризует полноту и достоверность их общности. Фактор: «психологические ресурсы благоприятного старения» (распознавание эмоций по лицу, понимание обмана, дифференциацию эмоций по лицу, состояние семейного статуса); «потенциал старения» (удовлетворенность качеством жизни, непосредственное и отсроченное воспроизведение лиц людей по памяти);

«риски неблагоприятного течения старения» (симптомы депрессии, чувство одиночества, полиморбидность, изменения в рабочем статусе).

• **Респонденты 61-74 лет.** Были выделены около 16 параметра, входящих в три фактора, суммарная дисперсия которых составила 82,2%. Факторы: «ресурсы психологической устойчивости женщины» (симптомы депрессии, распознавание, дифференциация эмоций по лицу, удовлетворенность качеством жизни, изменения в семейном статусе); «ресурсы продуктивности старения женщины» (чувство одиночества, полиморбидность, память на лица (непосредственное и отсроченное воспроизведение), изменения в рабочем статусе и уровень образования); «понимание отношений с Другими» (понимание обмана).

• **Респонденты 75-90 лет.** Были выделены 16 параметров, входящих в три фактора, суммарная дисперсия которых, составила 86,3 %. Факторы: «когнитивно- аффективный ресурс понимания окружения» (распознавание, дифференциация эмоций по лицу, непосредственное и отсроченное воспроизведение лиц других людей по памяти, изменения в семейном положении, уровне образования и рабочий статус); «риски неблагоприятного течения старения» (субъективное чувство одиночества, удовлетворенность качеством жизни, симптомы депрессии и полиморбидность); «ресурс когнитивной сохранности» (когнитивное функционирование).

Факторный анализ позволил показать, что такая метакогнитивная способность как модель психического выступает ментальным ресурсом и взаимосвязана с социодемографическими характеристиками (уровнем образования), состоянием физического и психологического здоровья женщины. Это взаимодействие образуют психологические системы, обеспечивающие благополучное течение старения у женщины, а также позволило выделить факторы неблагоприятного течения старения.

#### *Список литературы*

1. Gonçalves A.R., Fernandes C., Pasion R. Effects of age on the identification of emotions in facial expressions: a meta-analysis. // Peerj. 2018.Vol. 6. P. 1-19 doi: 10.7717/peerj.5278
2. Grainger S.A., Henry J.D., Naughtin C.K. Implicit false belief tracking is preserved in late adulthood. J Exp Psychol. 2018. Vol. 71. № 9. P. 1980-1987. doi: 10.1177/1747021817734690.
3. Henry J.D., von Hippel W., Molenberghs P. Clinical assessment of social cognitive function in neurological disorders. //Nat Rev Neurol. 2016. Vol. 12. N21. P. 28-39. doi: 10.1038/nrneurol.2015.229.
4. Njomboro P. Social Cognition Deficits: Current Position and Future Directions for Neuropsychological Interventions in Cerebrovascular Disease // Behavioural Neurology. 2017. Vol. 2017. P. 1-11.

# Сон и когнитивные процессы<sup>1</sup>

*В.Б. Дорохов*  
*ИВНД и РФ РАН, Москва, Россия*  
*vbdorokhov@mail.ru*

Ключевые слова: *сон, когнитивные процессы, «микросон», реконсолидация памяти, обучение, сновидения.*

Система регуляции сна и бодрствования едина и является первичной по отношению к системам, обеспечивающим «высшие» функции мозга. Действительно, эти функции – сенсорные и моторные, эмоции и мотивации, обучение и память, наконец, поведение, сознание и когнитивная деятельность человека, – возможны только в том случае, если нормально работают механизмы восходящей активации коры большого мозга, т.е. бодрствования. При нарушении функционирования последних головной мозг млекопитающего погружается в состояние комы, и ни поведение, ни сознание не могут быть реализованы. Во время сна параллельно реализуются два взаимосвязанных процесса: физиологический и психический. Физиологические репаративные процессы на молекулярном и системном уровнях обеспечивают восстановление нормального функционирования всех систем организма и, соответственно, готовят его к последующей деятельности в состоянии бодрствования. Психика в измененном виде продолжает функционировать и во время сна. При засыпании на начальной стадии сна часто возникают так называемые гипнагогические галлюцинации, когда человек видит и ощущает воображаемые предметы и события, которые представляются ему довольно реалистичными. По мере углубления сна сознание угнетается и почти полностью исчезает в глубокой стадии сна (дельта-сон). К концу 90-минутного цикла ночного сна сознание возникает опять, но в измененной форме, в виде ярких сновидений в парадоксальной фазе сна. На этой стадии сна можно говорить об измененном состоянии сознания. Такие циклы повторяются 4–6 раз в течение ночи. По мере углубления ночного сна человек не утрачивает полностью контакта с внешним миром, так как существует необходимость мониторинга биологически значимых внешних раздражителей, но порог восприятия стимулов значительно повышается, само восприятие чаще всего происходит на подсознательном уровне. С одной стороны, при появлении значимых раздражителей (сигнал опасности,

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20–013–00683а).

крик ребенка и т.д.) надо проснуться, но с другой – следует тормозить реакции на незначимые раздражители и продолжать спать.

В состоянии бодрствования довольно часто возникают кратковременные эпизоды восстановительного сна («микросна»), длящиеся несколько секунд, которые обычно не осознаются, но становятся заметны при выполнении непрерывной деятельности. Такие эпизоды во время вождения автомобиля в однообразных условиях могут сопровождаться кратковременной потерей сознания и довольно часто являются причиной аварий (Ткаченко и др., 2013). Используя феномен появления эпизодов «микросна» при выполнении непрерывной монотонной деятельности, мы разработали экспериментальную модель исследования нейрональных коррелятов сознания в парадигме сон-бодрствование (Dorokhov et al., 2018, 2020). В течение одного часа испытуемый выполняет монотонный психомоторный тест, во время которого наблюдаются несколько эпизодов «микросна» с потерей сознания и прекращением выполнения теста, с последующим спонтанным пробуждением и возобновлением выполнения теста, требующего активации сознания. Другой подход к исследованию механизмов сознания возможен во время осознанных сновидений, когда человек одновременно видит сон и способен осознанно воспринимать информацию от внешнего мира. В исследовании, проведенном в нашей лаборатории, мы разработали методологию, позволяющую осуществлять двусторонний обмен информацией (диалог) между испытуемым в состоянии осознанного сновидения и экспериментатором (Миронов и др., 2018).

Сон играет важную роль в консолидации памяти, а значит, и в процессах обучения. В настоящее время роль сна в обучении объясняют две основные теории: стабилизации и закрепления памятных следов (консолидации памяти). Согласно теории активной консолидации памяти во время сна, нейрональные сети коры головного мозга, участвовавшие в кодировании новой информации, реактивируются и реорганизуются для интеграции в долговременную память с участием гиппокампа. Гиппокамп-зависимая память тесно связана с медленным сном и веретенами сна. Другая, популярная сейчас теория синаптического гомеостаза предполагает наличие обратных процессов: общее снижение синаптической активности на сне. Но при этом репрезентации важных следов памяти подвергаются минимальному ослаблению, а остальные синаптические контакты возвращаются к исходному уровню. Это позволяет улучшить соотношение «сигнал–шум» в нейронных ансамблях и подготовить головной мозг к работе с новой информацией.

В последнее время получены свидетельства возможности некоторых форм обучения во сне, что долгое время было дискуссионным. В статье А.Н. Пучковой (2018) представлен обзор работ, посвященных проблеме

обучения и формирования новых следов памяти во сне, которые сохраняются в бодрствовании. Показана возможность ассоциативного, условнорефлекторного, перцептивного и других форм обучения, среди которых преобладает имплицитное.

Функции бодрствующего мозга, эффективность человеческой деятельности и реализация его когнитивных возможностей зависят от количества и качества ежедневного ночного сна. Любая профессиональная деятельность требует активного участия всех когнитивных функций человека. Однако определенные стороны и механизмы при разных видах деятельности доминируют в большей или меньшей степени. Поэтому при анализе влияния нарушений цикла сон-бодрствование на профессиональную деятельность особое внимание уделяется специфичности воздействия депривации сна на отдельные составляющие когнитивных процессов, что детально разобрано в обзорах (Killgore 2011; Дорохов 2013). Наиболее чувствительной к депривации сна являются лобная кора, причём важно подчеркнуть, что ее отдельные области являются критическими структурами, обеспечивающими многие когнитивные процессы (Killgore 2011).

#### *Список литературы*

1. Dorokhov V., Gruzdeva S., Tkachenko O., Cheremushkin E. Petrenko N. (2020) Experimental Model of Consciousness in the Sleep-Wake Paradigm: Determining Consciousness Activation Using Behavioral and Electromyographic Indicators *Procedia Computer Science* 169 840–844.
2. Dorokhov V.B, Malakhov D.G., Orlov V.A., Ushakov V. (2018) “Experimental Model of Study of Consciousness at the Awakening: FMRI, EEG and Behavioral Methods” *Proceedings of the Ninth Annual Meeting of the BICA Society*. In book: *Biologically Inspired Cognitive Architectures*: 82-87.
3. Killgore W.D.S. (2011) Effects of sleep deprivation on cognition. In G.A. Kerkhof and H.P.A. Van Dongen (Eds.) *Human Sleep and Cognition, Basic Research.. Progress in Brain Research*. 2011. 185: 105-129.
4. Дорохов В.Б. (2013) Сомнология и безопасность профессиональной деятельности, *Журн. высш. нерв. деят.*. 63(1): 33-47.
5. Миронов А.Ю., Синин А.В., Дорохов В.Б. (2018) Методика диалога со спящим испытуемым в состоянии осознанного сновидения с использованием дыхательных движений // *Социально-экологические технологии..* No 2. С. 83–107.
6. Пучкова А.Н. (2019) Исследования обучения во сне: проблемы, достижения и перспективы. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*; 119(4 вып. 2):8-14. Ткаченко О.Н., Лаврова Т.П., Дорохов В.Б., Дементенко В.В., Силькис И.Г. (2013) Микросон: анализ особенностей изменений ЭЭГ при психомоторных нарушениях. *Журн. высш. нерв. деят.*. 63(1): 141–153.

## **Классы информации как основа перехода к синтезу решений в системах искусственного интеллекта<sup>1</sup>**

*М.В. Макаров, А.В. Астафьев, Н.С. Трантина*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)», г. Владимир, Россия  
makarov.mikhail@yandex.ru*

*Ключевые слова: синтез решений, классы информации, искусственный интеллект.*

Переход к инновационным принципам организации технических средств интеллектуальной обработки информации и искусственному интеллекту невозможен в полной мере без устранения ограничений, в которых сегодня существуют объекты данной отрасли. В первую очередь, в качестве такого сдерживающего фактора можно рассматривать то обстоятельство, что процесс обработки информации и принятия решения внутри обозначенных систем по-прежнему существует в строгой алгоритмической форме, сводящейся к использованию комбинаторных методов. По этой причине процесс функционирования такой системы носит детерминированный на каждом этапе характер, что не позволяет инкорпорировать в него когнитивные функции, важные для автономного исследования среды существования и принятия решения в условиях изменяющихся внешних обстоятельств.

Если обратится к мозгу человека, как к идеальной модели организации процесса преобразования информации с возможностью выполнения когнитивных операций, то одним из принципиальных отличий данного биологического инструмента познания от средств вычислительной техники является тот факт, что его эффективность при решении познавательных и творческих задач обусловлена ориентацией на синтез решения. Очевидно, что данное различие является ключевым препятствием для возникновения квази-когнитивных процессов в технических системах обработки информации.

Таким образом, является актуальным проведение исследований, направленных на формализацию новых фундаментальных закономерностей

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-07-00951.

стей, необходимых для реализации квази-когнитивных функций, направляющих рассматриваемые системы на синтез решений в процессе функционирования с учётом условий влияния внутренних факторов и внешней среды.

В рамках предлагаемой концепции синтеза решений, было проведено экспериментальное исследование, нацеленное на теоретическое обоснование частной гипотезы. Данная гипотеза предполагает, что существование и взаимодействие различных классов информации в изучаемых объектах может являться причиной возникновения квази-когнитивных функций и, как следствие, механизмов синтеза операционных решений, что необходимо для организации самостоятельного дообучения системы в процессе её функционирования в стохастических условиях.

В качестве объекта исследования использовалась компьютерная модель абстрактной системы интеллектуальной обработки информации, в которой центральный компонент принятия решений вырабатывает обеспечивающие её мобильность управляющие воздействия, на основе входной информации, содержащей в себе сведения о состоянии наблюдаемого динамического объекта (внешней среды).

Исследование подразумевало применение оригинальных научных идей и методов, позволяющих реализовать внутри исследуемой системы механизмы разделения информации на два класса, их независимого существования в системе, а также пересечения этих информационных потоков для принятия решений.

На основе полученных в ходе экспериментального исследования результатов был сделан вывод, что существует возможность формирования в системе новых когнитивных информационных единиц, которые могут использоваться как основа синтеза решений. Однако для реализуемости этого процесса с максимальной эффективностью необходима разработка природных когнитивных семантик как форм существования в системе каждого из классов информации, а также разработка аналогового и не описываемого алгоритмически механизма их пересечения, способного найти свое аппаратное решение при реализации рассматриваемых систем в качестве прикладных технических систем обработки информации.

## Аттитюды подростков в отношении насилия: гендерный аспект

*В.Е. Купченко*

*Омский государственный университет  
им. Ф.М. Достоевского, Омск, Россия  
kupchenko07@mail.ru*

Ключевые слова: *гендерный аспект, аттитюды подростков, фактор насилия.*

На сегодняшний день насилие остается распространенным явлением в различных сферах общественных отношений, проявляясь на различных уровнях социальной организации: государственном уровне, уровне больших и малых социальных групп, уровне межличностного общения. Данный феномен активно распространяется в обществе, приобретая новые формы проявления, вместе с этим становятся тяжелее и последствия для личности, испытавшей на себе насильственные действия. Особое место в изучении феномена насилия занимает специфика подросткового насилия, потому что в последнее время все больше стали фиксироваться случаи насилия с участием данной социальной категории граждан. При этом стоит отметить, что подростки не фокусируются на применение насильственных действий только к своим сверстникам, они также могут приносить ущерб людям разных возрастов, животным, самим себе. Последствия физического и сексуального насилия могут проявляться в различных симптомах: травматические стрессовые реакции, развитии подозрительности и недоверия, депрессии и суицидальном поведении (Finkelhor D., Dziuba-Leatherman J., 1994; Фурманов, 2001).

Высокая распространенность насилия в обществе и его деструктивные воздействия на человека создает необходимость понимания механизмов его возникновения и поддержания, теоретического и эмпирического анализа социальных и психологических причин проявления насилия. Общеизвестно, что система ценностей и убеждения являются важными определяющими факторами индивидуального поведения (Birt L. Duncan, 1976). Исследования показали, что позитивные аттитюды родителей в отношении физического наказания детей являются значимым предиктором для его использования (Durrant, Rose-Krasnor & Broberg, 2003; Holden, Coleman & Schmidt, 1995; Pinderhughes, Dodge, Bates, Pettit & Zelli, 2000). Аттитюды к насильственным преступлениям и наказаниям имеют важные последствия для государственной политики в борьбе с преступностью (Flanagan & Longmire, 1996; Roberts, 1992). Анализ англоязычной литературы отражает

широкий интерес ученых к вопросу формирования ценностей и аттитюдов (в отношении жизни, здоровья, власти, окружающей среды, школы) в детском и юношеском возрасте (J.M. Halstead, M.J. Teylor, 2001), учитывая чувствительность данного периода в плане подверженности влияниям со стороны семьи, сверстника, СМИ.

Однако на сегодняшний день отсутствует описание теоретической модели, объясняющей классификации и группировку аттитюдов к проявлению насилия, недостаточно исследований, направленных на понимание взаимосвязи между выбором насильственного поведения и личностными чертами личности (L. Simane-Vigante, Y. Chuzhuyeva, 2017).

В исследовании, выполненном под нашим руководством Д.Д. Федоровой, мы предприняли попытку выявить и описать гендерные особенности аттитюдов подростков в отношении насилия. С данной целью нами создан авторский опросник на выявление у подростков различных установок в отношении насилия. Опросник включает 36 вопросов, образующих 5 шкал: установки в отношении физического насилия, установки в отношении психологического насилия, установки в отношении порчи, забирая чужих вещей, установки в отношении кибербуллинга и установки в отношении использования альтернативных вариантов поведения.

Общая выборочная совокупность составила 64 человек, среди них 35 подростков женского пола и 29 подростков мужского пола. Критерием отбора выступил возраст 14-17 лет. При статистической обработке полученных эмпирических данных нами использован подсчет среднего арифметического ( $\bar{X}$ ), критерий Z-Колмогорова-Смирнова, критерий U-Манна-Уитни, критерий T-Стьюдента.

Опишем полученные результаты. Мальчики с позитивными установками в отношении насилия имеют большую выраженность установок в отношении психологического насилия (55 %), установок в отношении физического насилия (60 %), установок в отношении порчи, забирая чужих вещей (51 %), установок в отношении кибербуллинга (69 %). У мальчиков с негативными установками в отношении насилия большую выраженность имеют установки в отношении использования альтернативных вариантов поведения (74 %). Наиболее значимые различия между мальчиками с разными установками в отношении насилия были обнаружены с помощью критерия T-Стьюдента по таким шкалам, как установки в отношении психологического насилия ( $T = 2,321$  при  $p \leq 0,05$ ), установки в отношении кибербуллинга ( $T = 2,538$  при  $p \leq 0,05$ ) и установки в отношении физического насилия ( $T = 3,538$  при  $p \leq 0,001$ ). Можно предположить, что подростки мужской выборки с позитивными установками в отношении насилия в большей степени готовы применять психологическое насилие, потому что данное поведение может способствовать повышению авторитета в глазах сверстников, получению превосходства над более слабыми

людьми. Помимо этого готовность применять психологическое насилие может сопровождать готовность использовать физическое насилие, в котором также имеются различия в показателях внутри группы мальчиков. Девочки с позитивными установками в отношении насилия имеют большую выраженность следующих параметров: установки в отношении психологического насилия (59 %), установки в отношении физического насилия (61 %), установки в отношении порчи, забирая чужих вещей (34 %), установки в отношении кибербуллинга (54 %). В свою очередь, у девочек с негативными установками в отношении насилия большую выраженность имеют установки в отношении использования альтернативных вариантов поведения (81 %). Наиболее значимые различия между девочками с разными установками в отношении насилия были обнаружены с помощью U-критерия Манна-Уитни по таким шкалам, как установки в отношении психологического насилия ( $U = 3,000$  при  $p \leq 0,05$ ) и установки в отношении физического насилия ( $U = 1,500$  при  $p \leq 0,01$ ). Можно предположить, что подростки женской выборки с позитивными установками в отношении насилия в большей степени готовы применять психологическое насилие из-за того, что в данном способе оказания насилия они видят свои преимущества. У девушек есть возможность придумывать клички, распространять их, настраивать против человека других людей, рассказывать чужие секреты, оставаясь при этом анонимными. С другой стороны, нанесение человеку удара словом иногда бывает больше, чем физические увечья, что также может привлекать девушек использовать данный способ. Для девочек с негативными установками в отношении насилия в меньшей степени свойственны установки в отношении психологического насилия. Подростки осознают последствия использования психологического насилия и в связи с этим готовы применять данный способ не так выражено, также это может быть связано с личностными особенностями девочек, так как для оказания психологического насилия нужна смелость, напористость. Таким образом, исследование показало, что у подростков с позитивными установками в отношении насилия в большей степени выражены те установки, которые касаются следующих видов насилия: психологическое (59 % у девочек, 55 % у мальчиков), физическое (61 % у девочек, 60 % у мальчиков), порча и забирание чужих вещей (34 % у девочек, 51 % у мальчиков), кибербуллинг (54 % у девочек, 69 % у мальчиков). У подростков с негативными установками в отношении насилия большую выраженность имеют установки в отношении использования альтернативных вариантов поведения (81 % у девочек, 74 % у мальчиков).

## **Развитие слухоречевой памяти у школьников с трудностями становления навыка чтения**

*Ю.А. Майорова*

*Московский психолого-социальный университет, Москва, Россия*

*jul\_g@mail.ru*

Ключевые слова: *навык чтения, слухоречевая память, школьники.*

В настоящее время увеличилось количество исследований посвящённых изучению особенностей запоминания вербальной информации у детей разных возрастных категорий, с различными особенностями в развитии [1-4]. Ранее уже рассматривался вопрос об организации и протекания мнестических вербальных процессов у учащихся с трудностями в становлении навыка громкого чтения. Благодаря проведённому экспериментальному исследованию удалось выявить особенности слухоречевой памяти, обнаружить взаимосвязь между техническими параметрами чтения, пониманием прочитанного и возможностью запоминать воспринятую на слух вербальную информацию, тем самым подчеркнуть роль слухоречевой памяти в процессе становления навыка чтения [2].

Для предупреждения и преодоления нарушений чтения десятилетиями создавалась и дополнялась комплексная коррекционно-развивающая методика, включающая в себя несколько направлений: 1) развитие устной речи; 2) развитие синтеза звучащей речи; 3) развитие визуального восприятия, памяти, 4) развитие техники чтения; 5) формирование понятийной стороны чтения. Анализ результатов проведенного исследования особенностей слухоречевой памяти у школьников с трудностями становления навыка чтения подтверждает необходимость в дополнении классической методики формирования чтения, таким направлением как развитие слухоречевой памяти.

Для определения эффективности разработанной коррекционно-развивающей программы, направленной на преодоление трудностей чтения, было организовано экспериментальное исследование, состоящее из трёх экспериментов: констатирующего, формирующего и контрольного. В эксперименте приняли участие 34 школьника, обучающихся во втором классе, у которых были выявлены особенности чтения и слухоречевой памяти (констатирующий эксперимент) [4]. Все участники эксперимента получали логопедическую помощь, в рамках которой была апробирована методика формирования, развития и совершенствования слухоречевой памяти (формирующий эксперимент). По завершению коррекционно-развивающей работы, продолжительность которой составила 8 месяцев, было проведено повторное изучение навыка чтения и слухоречевой памяти (контрольный эксперимент).

Специально разработанной методикой формирования, развития и совершенствования слухоречевой памяти включала в себя четыре последовательных этапа. Каждый этап имел несколько ступеней, выстроенных с учётом общедидактических принципов. На первом этапе школьник учился не только внимательно слушать и находить изображения соответствующие услышанным словам, но и соблюдать последовательность, удерживая порядок услышанной информации, с опорой на зрительное восприятие. На втором этапе аналогично заданиям первого этапа ребёнку предоставлялась возможность пользоваться вспомогательным зрительным стимульным материалом после восприятия слуховой информации. На каждой ступени ребёнку предстояло запомнить лексические единицы – пары слов и синтаксические единицы – словосочетания, короткие предложения – инструкции. На третьем этапе проводилась работа только с услышанной информацией, использование зрительного вспомогательного материала исключалось. Школьнику предстояло запомнить: слоги; лексические единицы – слова, имеющие разную слоговую структуру, слова и квазислова, рифмующиеся слова, пары слов – паронимы; синтаксические единицы – словосочетания, короткие предложения – инструкции. На четвертом этапе осуществлялось совершенствование слухоречевой памяти, ребёнку предстояло не только запоминать вербальную информацию, но и осуществлять метаязыковой синтез.

Об эффективности использования комплексной методики в коррекционной работе с детьми, имеющими трудности становления громкого чтения, свидетельствовали результаты сопоставительного анализа исследования особенностей чтения и особенностей слухоречевой памяти у учащихся вторых классов до и после формирующего эксперимента. При сопоставлении результатов изучения слухоречевой памяти была выявлена явно выраженная динамика в формировании синтеза звучащей речи (критерий Mann-Whitney,  $p=0,026$ ); школьники значительно точнее воспроизводили услышанные предложения (критерий Mann-Whitney,  $p=0,023$ ); запоминание схожих по звучанию слов (критерий Mann-Whitney,  $p=0,031$ ) и запоминание групп слов осуществлялось школьниками с меньшим количеством ошибок.

Сопоставление результатов исследования чтения показал, что 22 учащихся в конце второго класса перешли на ступень становления целостных приемов чтения. У школьников значительно увеличилась скорость чтения с 197 знаков до 264 знаков в минуту (критерий Mann-Whitney,  $p = 0,023$ ), количество повторов при чтении сократилось, количество ошибок уменьшилось, после обучения учащиеся допускали от 3 до 7 ошибок (до формирующего эксперимента фиксировалось до 12 ошибок). При чтении у учащихся преобладали ошибки в окончаниях зависимых слов, замена слов по оптическому сходству, нарушения правил орфоэпического чтения. Анализ

результатов изучения смысловой стороны чтения позволил отметить увеличение показателя успешности пересказа с 39,9 до 63,8 % (критерий Mann-Whitney,  $p = 0,029$ ). Если в начале второго класса у учеников отмечались нарушения цельности и смыслового оформления пересказа: искажение ситуации, фрагментарное изложение сюжета прочитанного, перечисление событий без обобщающей линии, то после формирующего обучения школьники способны были передать фактическое содержание рассказа, а после утоняющих вопросов давали полное описание ситуации.

Для успешной реализации комплексной коррекционно-развивающей работы со школьниками, имеющими трудности становления навыка чтения, в случае выявления несформированности слухоречевой памяти следует дополнять традиционную методику направлением по формированию, развитию, совершенствованию слухоречевой памяти. Разработанное направление актуально как для школьников, испытывающих трудности в обучении, так и для дошкольников с нарушениями речи, относящихся к группе риска по возникновению нарушения чтения.

#### *Список литературы*

1. Величенкова О.А. Нарушение понимания прочитанного у детей с предрасположенностью к дислексии: роль мнестических трудностей // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – № 49-1. – С. 29-34.

2. Майорова Ю.А. Роль слухоречевой памяти в процессе становления навыка чтения. Восьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 18–21 октября 2018 г. / Отв. ред. А.К. Крылов, В.Д. Соловьев. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2018. – С. 1237-1239. [Электронный ресурс]. URL. <https://cogconf.ru/materialy-konferentsii/Abstracts%202018.pdf> (дата обращения: 16.05.2020).

3. Петрикова Е.Ю., Бабиева Н.С., Медведева А.А. Исследование слухоречевой памяти у дошкольников с общим недоразвитием речи // Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции Тенденции инновационного развития науки и практики, 2017. – С. 71-88.

4. Paulesu E, Shallice T, Danelli L, Sberna M, Frackowiak RSJ, et al. (2017) Anatomical Modularity of Verbal Working Memory? Functional Anatomical Evidence from a Famous Patient with Short-Term Memory Deficits. *Front Hum Neurosci* 11: 231. [ЗрeKТрoHHиH pecypc]. URL. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28567009> (дата обращения: 21.02.2020).

## Диагностические возможности методики «Стратегии решения задачи ментального вращения»<sup>1</sup>

Д.Ю. Баланев

Томский государственный университет, Томск, Россия

*balanevd@gmail.com*

Ключевые слова: *ментальное вращение, стратегии решения.*

Название «Ментальное вращение» используется в связи с историческими причинами, по определению первой достоверно выявленной Р. Н. Шепардом стратегии решения пространственных задач. Модифицированный вариант методики открывает новые возможности отображения перцептивного пространства испытуемого не на плоскость, а в трехмерном пространстве за счет использования технологии 3-D моделирования, что дает возможность конструирования мысленного движения, как движения, производимого в пространстве. Кроме того, при переносе акцента от операционального, «измерительного» подхода к содержательному, собственно психодиагностическому, зависимую переменную можно представить как «Стратегия решения задачи».

В ходе тестирования по методике «Стратегии решения задачи ментального вращения» испытуемому предоставляется набор из 32 заданий, в ходе выполнения которых необходимо сравнить между собой две фигуры, расположенные в пространстве трех измерений. Независимыми переменными являются: различие фигур по форме, угол поворота между фигурами в пространстве, угловая скорость вращения фигур относительно общего центра координат. Операциональное представление зависимых переменных – количество правильных ответов и время, затраченное на решение задачи. Различие фигур по форме определяется двумя уровнями – одинаковые или различные, угол поворота задается как сумма углов трех пространственных осей.

Связь угла поворота между фигурами и временем решения задачи обобщается в представлении о механизме решения задачи. В случае статистически значимой корреляции между этими величинами, делается заключение о наличии психологического новообразования, позволяющего производить мысленное вращение фигур. Отсутствие такой связи свидетельствует либо о дефиците механизма решения, либо о наличии какой-либо другой стратегии. В первом случае результативность действий испытуемого оказывается существенно ниже средней, во втором – выше и подразумевает существование психологического новообразования, связанного с применением более сложной, по сравнению с ментальным вращением, формой решения пространственных задач. Эта форма получила название стратегии схематизации.

---

<sup>1</sup> Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0040.

В ряде случаев, испытуемые, очевидно имеющие необходимые средства для решения задачи, как правило, показывают большое количество ошибок. При этом они не затрачивали время необходимое для решения задачи. Эмпирически выявлена критическая величина времени, необходимого для того, чтобы признать испытуемого включенным в процесс решения. Оказалось, что если на выполнение диагностической задачи в среднем затрачено менее 8 секунд, и при этом допущено более 8–9 ошибок во время выполнения теста, то испытуемый либо не имеет средств решения задачи, либо не принимает её. Обе эти ситуации обобщаются под общим названием «Интуитивная стратегия».

Еще один переход к психологическому определению сущности переменных касается уточнения смысла независимой переменной, определяющей движение фигур друг относительно друга. Эта переменная представлена двумя основными уровнями – первые 16 фигур теста являются неподвижными, вторые 16 – движутся. Таким способом обобщается представление об угле поворота фигуры не только как самостоятельной когнитивной категории, при помощи категории движения, относящегося к предметам, воспринимаемых человеком с точки зрения его действия. При этом оказывается возможным проверить гипотезу о том, представлены ли механизмы «ментального вращения» одним универсальным психологическим новообразованием, или различными.

В докладе представлены обобщенные результаты исследования на выборке, которая была разделена на несколько подгрупп: студенты учреждений начального профессионального образования, студенты–психологи (1 и 2 курс), студенты– архитекторы (1 и 2 курс), магистранты факультета психологии, преподаватели. Ниже представлены статистические параметры, описывающие вариации времени и результативности решения задач теста «Стратегии решения задачи ментального вращения» (табл. 1).

Обобщая экспериментальные результаты, можно сделать несколько диагностических фиксаций:

- большое количество ошибок может свидетельствовать как о дефиците средств решения когнитивных задач, что может создать затруднения в реальной деятельности, так и о возможном «ухуде» от решения задачи, что также является признаком дефицита, связанного когнитивной защитой, способной стать барьером для принятия задач в реальных условиях;

- стратегия решения пространственных задач «ментальное вращение», выявляемая на основании корреляции между углом поворота фигуры и временем решения задачи, может быть представлена различными психологическими образованиями и может быть оценена с точки зрения реальности нескольких стратегий, неразличимых в традиционной форме задачи «ментального вращения».

Таблица 1

**Статистические параметры решения задач теста  
«Стратегии решения задачи ментального вращения»**

Диапазон заданий №–№	Время (сек)				Ошибки				
	Mean	Std.dev	L.Quart	U.Quart	Mean	Std.dev	L.Quart	U.Quart	
Студенты НПО									
1–32	256,4	115,8	169,7	318,2	7,24	4,10	4	10	
1–16	127,3	62,3	87,5	155,4	3,44	2,75	2	5	
17–32	129,0	57,5	81,9	170,4	3,80	1,94	2	5	
Студенты–психологи									
1–32	276,6	131,7	178,5	326,9	7,90	3,12	6	10	
1–16	143,1	78,6	84,6	180,9	3,66	1,99	2	5	
17–32	133,4	61,3	89,0	169,0	4,24	1,89	3	5	
Студенты–архитекторы									
1–32	413,7	237,3	248,7	548,5	6,24	4,24	4	7	
1–16	201,7	125,3	108,3	285,5	2,88	2,18	2	4	
17–32	212,0	120,4	136,2	247,8	3,37	2,57	1	5	
Магистры									
1–32	362,4	203,0	218,5	513,3	9,94	3,36	7	11	
1–16	186,9	127,2	93,9	215,7	5,06	2,22	3	6	
17–32	175,5	92,6	92,5	239,4	4,88	1,80	4	6	
Преподаватели									
1–32	303,1	146,4	227,7	404,3	7,43	3,77	5	9	
1–16	150,7	79,7	91,2	203,7	3,53	1,72	2	4	
17–32	152,4	81,2	106,5	178,1	3,90	2,52	2	5	

## **Формирование профессионального менталитета специалистов экстремальных видов деятельности<sup>1</sup>**

*Ю.В. Бессонова, А.А. Обознов  
Институт психологии РАН, Москва, Россия  
farandi@mail.ru, aao46@mail.ru*

Ключевые слова: *профессиональный менталитет, экстремальные виды деятельности.*

Профессиональный менталитет признается ключевым фактором обеспечения и поддержания безопасности сложных человеко-машинных комплексов (методические рекомендации IATA, МАГАТЭ, US Fire Department и др.), ассоциирован с увлеченностью трудом и высокой личной ответственностью (Anghelache, 2015), эффективностью и надежностью (Пономаренко, 2004), препятствует развитию неблагоприятных состояний (Schaufeli et al., 2008; Nahrgang et al., 2011). Опираясь на понимание профессионального менталитета как совокупности специфичных норм, ценностей, убеждений, представляющих собой эмоционально окрашенный «фильтр» при принятии профессиональных решений, можно полагать, что он наиболее сильно будет проявляться не в штатных ситуациях, регламентированных должностными инструкциями, а в условиях затрудненной деятельности, неопределенности. При принятии решений специалист ориентируется на то, что имплицитно считает правильным в данных условиях, поэтому так велика роль менталитета в обеспечении безопасности на потенциально опасных технических объектах.

Профессиональный менталитет является специфическим, обусловлен особенностями задач и условий конкретной деятельности. Формирование профессионального менталитета связано, во-первых, с профессиональной идентификацией, интериоризацией профессиональных требований в процессе освоения профессии и принятии роли профессионала (Зеер, 2003), усвоением негласных норм и правил (Schneider et al., 2013). Вторым фактором формирования профессионального менталитета признается организационная культура, в наибольшей степени – поощрение тех или иных ценностей, установок и норм поведения (Zohar, Luria, 2005). Профессиональный менталитет формируется под влиянием культуры безопасности как ча-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено по Гос. заданию Минобрнауки РФ, тема № 0159-2020-0001 «Психологические проблемы профессионального менталитета в условиях организационных и технологических инноваций».

сти организационной культуры, но несводим к ней. Сформированный профессиональный менталитет проявляется в сходстве установок, способов действия, отношений к труду у наиболее опытных специалистов (Безносов, 2004; Maglio et al., 2016). Процесс формирования профессионального менталитета большинством авторов отмечается как длительный, однако сроки формирования менталитета и его отдельных компонентов недостаточно изучены. Отдельного внимания заслуживает вопрос, происходит ли формирование его на этапе обучения, в первые годы освоения профессии, при приобретении индивидуального стиля деятельности, мастерства, либо в течение всего профессионального пути? Также остается открытым вопрос, является ли профессиональный менталитет в дальнейшем стабильным либо динамичным, и если он динамичен, то какие факторы оказывают влияние на его изменение.

Цель исследования заключалась в изучении особенностей профессионального менталитета безопасности на разных этапах становления специалиста в условиях сложных технических комплексов. Методы и методики: «Опросник профессионального менталитета» (Обознов и др., 2017), включающий оценку четырех компонентов менталитета (ценностный, когнитивный, аффективный и поведенческий), методика «Профессиональная востребованность личности (ПВЛ)» (Харитоновна, Ясько, 2014); Шкала психологического благополучия К.Рифф (адаптация Шевеленковой, Фесенко, 2005). Респонденты: сотрудники пожарно-спасательных подразделений МЧС г. Санкт-Петербурга (n = 153 чел.), студенты Санкт-Петербургского Пожарно-Спасательного Колледжа, обучающиеся по специальности «спасатель-пожарный» (n = 32 чел.).

Сравнение профессионального менталитета учащихся и наиболее опытных представителей профессии выявило ряд отличий: менталитет профессионалов более структурирован, выделяется иерархия компонентов менталитета, сохраняющаяся и усиливающаяся по мере приобретения профессионального мастерства; менталитет профессионалов отличается большей согласованностью, что проявляется в снижении дисперсии индивидуальных ответов; у профессионалов с ростом опытности отмечается более дифференцированная выраженность различных компонентов менталитета; профессионалы отличаются меньшей категоричностью суждений.

Сравнительный анализ профессиональных групп с различной длительностью стажа (до 3 лет, 3-7, 7-10, 10-20, свыше 20 лет) показал, что, во-первых, формирование профессионального менталитета представляет собой неравномерный процесс. Формирование разных компонентов профессионального менталитета происходит нелинейно. К примеру, выраженность эмоционального компонента на разных этапах профессионализации отмечается двумя пиками – в группе 1 (стаж до 3 лет) и 5 (стаж > 20 лет), однако доминирующие эмоции по отношению к профессии различаются.

Когнитивный компонент, напротив, демонстрирует два спада – в группе 1 (стаж до 3 лет), отличающийся неполнотой когнитивных схем, недооценкой образа Я, и в группе 3 (стаж 7-10 лет), проявляющийся в переоценке образа Я, самоуверенности. Во-вторых, формирование адекватной профессиональной ментальности представляет собой длительный процесс, окончательное становление наиболее адекватных требованиям профессии установок, представлений и пр. происходит не ранее, чем к 7 годам службы. Сформированность профессионального менталитета проявляется в низкой дисперсии индивидуальных ответов, сходстве содержания компонентов менталитета у лиц с высокой надежностью, успешностью и профессиональным опытом.

Формирование и поддержание и проявление адекватных требованиям экстремальной деятельности профессионального менталитета теснейшим образом взаимосвязано с личностными факторами – самооценкой профессиональной востребованности и уровня психологического благополучия личности в профессии. Позитивное отношение к профессии и себе в профессии способствует устойчивости менталитета и скорости его формирования. Психологическое благополучие профессионала поддерживается экстернатальностью в оценках вероятности успеха, доверием коллегам и технике, чувством собственной значимости и востребованности.

#### *Список литературы*

1. Anghelache V. 2015. A preliminary research concerning the relationship between mentality towards work and professional responsibility. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 187, 481-486.
2. Maglio M., Scott C., Davis A.L., Allen J., Taylor J.A. 2016. Situational pressures that influence Firefighters' decision making about personal protective equipment: a qualitative analysis. *American Journal of Health Behavior*, 40 (5), 555-567.
3. Nahrgang J.D., Morgeson F. P., Hofmann D.A. 2011. Safety at work: A meta-analytic investigation of the link between job demands, job resources, burnout, engagement, and safety outcomes. *Journal of Applied Psychology*, 96 (1), 71–94.
4. Schaufeli W.B., Taris T.W., van Rhenen W. 2008. Workaholism, Burnout, and Work Engagement: Three of a Kind or Three Different Kinds of Employee Well-being? *Applied Psychology: An International Review*, 57 (2), 173–203.
5. Schneider B., Ehrhart M.G., Macey W.H. 2013. Organizational climate and culture. *Annual Review of Psychology*, 64, 361-388.
6. Zohar D., Luria G. 2005. A Multilevel Model of Safety Climate: Cross-Level Relationships Between Organization and Group-Level Climates. *Journal of Applied Psychology*, 90(4), 616–628.
7. Безносков С.П. Профессиональная деформация личности. СПб., 2004. Зеер Э.Ф. Психология профессий. М.: Академический проект, 2003.
8. Пономаренко В.А. Психология духовности профессионала. М.: Когито-центр, 2004.

## **Исследование кальциевой активности нейронов ретроспленциальной коры и гиппокампа при обследовании пространства и объектов у мышей<sup>1</sup>**

*О.С. Рогожникова<sup>1</sup>, О.И. Ивашкина<sup>1,2,3</sup>, К.А. Торопова<sup>1,2,3</sup>,  
М.А. Солотёнков<sup>4</sup>, И.В. Федотов<sup>4</sup>, К.В. Анохин<sup>1,3</sup>*

*<sup>1</sup>Институт перспективных исследований мозга*

*Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

*<sup>2</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,  
Москва, Россия*

*<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт нормальной физиологии  
им. П.К. Анохина, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>Физический факультет Московского государственного университета  
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
osrogozhnikova@gmail.com*

*Ключевые слова: обследование пространств и объектов, ретроспленциальная кора, гиппокамп, кальциевая активность.*

Механизмы пространственного кодирования до сих пор остаются одним из ключевых вопросов нейронаук. Несмотря на значительные успехи в их исследовании и открытие процессов формирования когнитивных карт за счет активности клеток места, границ, клеток решеток и других специализированных нейронов, много еще остается неясным. В частности, не понятно, каким образом происходит кодирование разных аспектов пространства, а также, как соотносятся друг с другом популяции нейронов, кодирующие информацию о пространстве и находящихся в нем объектах: что определяет специализацию нейрона в одних случаях относительно пространства, а в других относительно объекта?

Известно, что гиппокамп и ретроспленциальная область коры (РСК) играют ключевую роль в формировании связи между восприятием объекта и окружающим его пространством (Larkin et al., 2014, Минеева и др., 2019, Ásgeirsdóttir et al., 2020). Гиппокамп специфически активируется на пространственные изменения среды, на положение знакомого объекта в среде и на изменение его типа (Eichenbaum et al., 2007, Burke et al., 2011). В свою очередь, РСК специфически активируется в задачах на распознавание типа объектов (Crafa et al., 2017, Bilalić et al., 2019), однако при удалении РСК наблюдается нарушение восприятия объектов-в-контексте, но не самих объектов (Vann and Aggleton, 2002).

---

<sup>1</sup> Работа поддержана грантами РФФИ № 18-32-20212, № 20-015-00427, № 17-00-00215.

В данной работе мы проводили одновременную регистрацию изменения активности клеток поля СА1 гиппокампа и РСК при свободном обследовании мышами нового пространства. После обследования животными пустой арены с нанесёнными зрительными ориентирами им предъявляли в этой же арене два типа объектов в двух типах задач: 1) распознавание на арене нового объекта; 2) распознавание изменения положения уже знакомого объекта. Критерием изменения поведения мыши являлась длительность контакта с объектом (нюхает; трогает; сидит рядом).

Анализ динамики изменения активности клеток указанных структур мы проводили методом оптоволоконной фотометрии флуоресцентной активности кальциевого сенсора GCaMP6s, доставка генного материала которого осуществлялась путем микроинъекции аденоассоциированного вируса в РСК и в поле СА1 гиппокампа. Экспрессированный на мембране нейронов кальциевый сенсор флуоресцирует в случае увеличения внутриклеточной концентрации кальция при воздействии на рабочую область лазерного излучения с длиной волны 473 нм через размещённый на голове животного оптрод.

На основании группы работ с инактивацией или разрушением РСК, в которых было показано нарушение памяти в задаче распознавания объектов (Vann and Aggleton, 2002, de Landeta et al., 2020), нами было выдвинуто предположение о существовании в РСК специфической активности, связанной с обследованием объектов. Действительно, в нашей работе была обнаружена такая специфичность активности РСК по отношению к активному обследованию объектов в среде. Однако указанная специфическая активность РСК не увеличивалась, а уменьшалась, что выражалось в снижении количества пиков суммарного кальциевого ответа. Учитывая, что с помощью использованного метода оптоволоконной фотометрии возможна регистрация только совокупного кальциевого ответа целой популяции нейронов, полученные нами результаты не позволяют полностью опровергнуть выдвинутое предположение, так как даже при снижении суммарной активности в РСК могут существовать нейроны, специфически активизирующиеся в связи с обследованием объектов.

В работе впервые при помощи метода оптоволоконной фотометрии было показано изменение суммарной кальциевой активности нейронов РСК при обследовании животными нейтральных объектов. Однако для понимания функциональной роли нейронов РСК в кодировании пространства и объектов необходимы дальнейшие исследования.

#### *Список литературы*

1. Ásgeirsdóttir H.N., Cohen S.J., Stackman Jr R.W. Object and place information processing by CA1 hippocampal neurons of C57BL/6J mice // Journal of Neurophysiology. – 2020. – Т. 123. – №. 3. – С. 1247-1264.

2. Bilalić M., Lindig T., Turella L. Parsing rooms: the role of the PPA and RSC in perceiving object relations and spatial layout. *Brain Structure and Function*. 2019. С. 1-20.
3. Burke S.N., Maurer A.P., Nematollahi S., Uprety A.R., Wallace J.L., Barnes C.A. The influence of objects on place field expression and size in distal hippocampal CA1 // *Hippocampus*. 2011. Т. 21. № 7. P. 783-801.
4. Crafa D., Hawco C., Brodeur M.B. Heightened Responses of the Parahippocampal and Retrosplenial Cortices during Contextualized Recognition of Congruent Objects // *Frontiers in behavioral neuroscience*. – 2017. – Т. 11. – С. 232.
5. de Landeta A.B. et al. Anterior retrosplenial cortex is required for long-term object recognition memory // *Scientific reports*. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 1-13.
6. Eichenbaum H., Yonelinas A.P., Ranganath C. The medial temporal lobe and recognition memory // *Annu. Rev. Neurosci.* – 2007. – Т. 30. – С. 123-152.
7. Larkin M.C., Lykken C., Tye L.D., Wickelgren J.G., Frank L.M. Hippocampal output area CA1 broadcasts a generalized novelty signal during an object-place recognition task // *Hippocampus*. 2014. Т. 24. № 7. P. 773-783.
8. Vann S.D., Aggleton J.P. Extensive cytotoxic lesions of the rat retrosplenial cortex reveal consistent deficits on tasks that tax allocentric spatial memory. *Behavioral neuroscience*. 2002. Т. 116. № 1. P. 85.
9. Минеева О.А., Безряднов Д.В., Чехов С.А., Сварник О.Е., Анохин К.В. Интегративные функции ретроспленальной коры: данные анатомии, коннектомики и клеточной электрофизиологии у крыс. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2019; 13(1): 47–54.

## **Показатели внимания у аборигенов и не-аборигенов Арктики**

*В.А. Лобова*

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия  
va-lobova@yandex.ru*

**Ключевые слова:** *внимание, Арктика, аборигены, не-аборигены.*

У аборигенов Арктики, по сравнению с не-аборигенами, отмечена ригидность attentionных характеристик и увеличение времени на выполнение одинакового объема работы. Обнаружены гендерные особенности, характеризующие динамику умственной деятельности, с инертностью ментальной концентрации у мужчин. У не-аборигенов ригидность внимания, как у мужчин, так и у женщин, обусловлена арктическим стажем. Инертность внимания и изменения темпоральных характеристик внимания у аборигенов Арктики обусловлены возрастом.

Исследования о влиянии арктических условий на когнитивные процессы и особенности произвольного внимания немногочисленны (Гончаров и др. 2007; Лобова и др. 2007; Линн 2010). У жителей коренных малочисленных народностей Севера выявлены повышенная утомляемость и снижение продуктивности (Сухарев и др. 1997; Шибаев 2015). Установлено, что влияние экологического фактора на продуктивность когнитивных

процессов у коренных жителей Арктики более значимо, чем уровень образования и культурные условия (Гончаров и др. 2007). Однако отдельные исследователи исключают влияние сезонного фактора на процессы внимания и другие когнитивные функции (Brennen et al. 1999).

**Цель нашего исследования** – оценить показатели произвольного внимания у не-аборигенов и аборигенов Арктики с учетом гендерных и возрастных различий. В исследовании приняли участие жители села Ныда, расположенном на Тазовском полуострове Арктической зоны Российской Федерации. Обследованные жители Арктики представлены двумя выборками: первую выборку составили аборигены, 219 человек, ненцы, возраст 16-59 лет. Вторая выборка включала не-аборигенов, 155 человек, славян, возраст 16-59 лет. В исследовании использован вариант цифровой корректурной пробы Аматауни, позволяющий оценить у индивида умственную работоспособность и уровень активного внимания, его продуктивность и регуляцию. Данный тест является невербальным, что позволяет исключить возможность влияния языковой принадлежности испытуемого на результаты тестирования.

**Результаты.** Увеличение периода переработки информации у представителей из числа аборигенов Арктики, по сравнению с не-аборигенами, отмечено во всех возрастных десятилетиях. В молодых возрастных группах временные различия выполнения корректурной пробы между аборигенами и не-аборигенами оказались минимальными, в группе 30–39 лет эти расхождения увеличились (соответственно  $251.4 \pm 7.6$  и  $212.5 \pm 8.1$ ;  $p = 0.002$ ). Указанные различия у аборигенов и не-аборигенов сохранялись и в старших возрастных группах: у 40-летних ( $246.1 \pm 9.1$  и  $205.3 \pm 6.9$ ;  $p = 0.0001$ ) и 50-летних лиц (соответственно  $303.6 \pm 18.7$  и  $257.1 \pm 14.3$ ;  $p = 0.051$ ). В преклонном возрасте (старше 60 лет) темп выполнения корректурной пробы у аборигенов Арктики был в 2 раза медленнее, чем у не-аборигенов (соответственно  $482.5 \pm 32.5$  и  $262.8 \pm 21.2$ ;  $p = 0.002$ ).

В общей группе не-аборигенов время, затрачиваемое на выполнение корректурной пробы, у мужчин и женщин существенно различается (соответственно  $237.4 \pm 8.4$  и  $219.4 \pm 4.8$ ;  $p = 0.005$ ). Однако при анализе по возрастным десятилетиям значимые различия по времени выполнения корректурной пробы получены только у юных (16–19 лет) мужчин и женщин не-аборигенов (соответственно  $236.7 \pm 53.6$  и  $170.7 \pm 6.6$ ;  $p = 0.003$ ). Низкие результаты выполнения пробы в мужской группе могут быть объяснены, с одной стороны, лабильностью ментальной концентрации, наблюдаемой у юношей в переходный период, с другой – отчетливым влиянием арктической среды (климатический и социальный стресс) на протекание психических процессов.

Аналогично общей выборке не-аборигенов, у аборигенов в показателях времени, затрачиваемого на выполнение корректурной пробы, обнаружены

гендерные различия (соответственно  $259.7 \pm 32.5$  и  $236.4 \pm 4.7$ ;  $p = 0.028$ ). Женщины затрачивали меньше времени на работу с корректурной пробой, чем мужчины. Значительные различия временных показателей у мужчин и женщин получены в группе молодых аборигенов (20–29 лет) (соответственно  $256.7 \pm 16.7$  и  $209.3 \pm 8.2$ ;  $p = 0.013$ ). В других возрастных группах значимые различия не были выявлены.

Различия в скорости переработки символической информации у женщин аборигенов и не-аборигенов выявлены практически во всех возрастных группах и составляют примерно 20% от общего времени. У мужчин аборигенов и не-аборигенов различия при выполнении корректурной пробы были получены в 40-летнем возрасте. Инертность внимания и изменения темпоральных характеристик внимания у аборигенов Арктики обусловлены возрастом. Время выполнения корректурной пробы у аборигенов Арктики прямо коррелирует с возрастом ( $r = 0.406$ ,  $p = 0.001$ ). У не-аборигенов ригидность внимания, как у мужчин, так и у женщин, обусловлена арктическим стажем. Корреляционная связь между показателем времени работы с корректурой и арктическим стажем оказалась более тесной, чем с возрастом (соответственно  $r = 0.217$  и  $r = 0.373$ ,  $p = 0.003$ ).

**Заключение.** Сравнительный анализ показал ригидность аттенционных характеристик с увеличением общего времени на выполнение одинакового объема работы у аборигенов, по сравнению с не-аборигенами. Особенности внимания у населения Арктики проявляются быстро наступающей утомляемостью и изменением индекса темпа при длительной интеллектуальной нагрузке. Обнаружены межгрупповые различия в корреляции этих процессов: у аборигенов Арктики определяющим является возраст, у не-аборигенов – арктический стаж.

#### *Список литературы*

1. Brennen T., Martinussen M., Hansen B.O. Hjemdal O. 1999. Arctic cognition: a study of cognitive performance in summer and winter at 69 degrees N. *Applied cognitive psychology*. 13 (6). 561–580.
2. Гончаров О.А., Тяпковин Ю.Н. 2007. Культурные и экологические факторы восприятия перспективы у коренных жителей тундры // *Культурно-историческая психология*. 3 (4). 2–10.
3. Линн Р. 2010. Расовые различия в интеллекте. Эволюционный анализ / Пер. с англ. Д.О. Румянцев. М.: Профит Стайл. 304.
4. Лобова В.А., Буганов А.А. 2007. Характеристика темпа психической деятельности в разных этнических группах Крайнего Севера // *Экология человека*. 12. 41–44.
5. Сухарев А.В., Степанов И.Л., Струкова А.Н. и др. 1997. Этнофункциональный подход к психологическим показателям адаптации человека. *Психологический журнал*. 18 (6). 84–96.
6. Шibaев В.С. 2015. Исследование психометрического интеллекта у народов Дальнего Востока России // *Сибирский психологический журнал*. 58. 149–161.

## Специфика тормозных процессов младших школьников с разными типами рукости<sup>1</sup>

*В.С. Меренкова*

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Россия*

*krakovv@mail.ru*

Ключевые слова: *типы рукости, тормозные процессы, младшие школьники, задача go/no-go.*

Стоит подчеркнуть, что, несмотря на обилие литературы по исследованию исполнительных функций в процессе онтогенеза, в частности, тормозных процессов, работ, направленных на анализ тормозного контроля у детей с разными латеральными предпочтениями практически нет. Возможно, это связано с большими сложностями при выполнении экспериментальных исследований на данных выборках. В связи с этим нами была предпринята попытка изучения специфических особенностей тормозного контроля младших школьников с разным типом рукости.

Было обследовано 80 школьников, которые обучаются в государственных бюджетных образовательных учреждениях г. Ельца Липецкой области. Следует отметить, что тормозный контроль крайне труден для детей от 4 до 9 лет, и потому точность и скорость выполнения задач хуже вне зависимости от конструирования эксперимента (Davidson et al. 2006). Тормозный контроль продолжает созревать и в подростковом возрасте (Luna et al. 2015). Именно поэтому в качестве испытуемых нами были выбраны младшие школьники, возраст которых составил от 9 до 11 лет (средний возраст  $10.3 \pm 0.9$ ), из них 36 девочек и 34 мальчика.

Оценка тормозного контроля у детей производилась посредством авторского метода, специально разработанного для проведения рефлексометрии и оценки сенсомоторной интеграции и тормозного контроля у детей (Vergunov et al. 2018). Для описания способности респондентов на разных этапах онтогенеза распознавать упорядоченность сенсорного потока были использованы следующие варианты оценки простой и сложной сенсомоторной реакции. В случае оценки простой сенсомоторной реакции (go/go) испытуемый должен сидеть перед экраном монитора, на котором будут появляться круги разного цвета. При появлении любого круга респондент должен максимально быстро нажать клавишу «Пробел». В задачах go/no-

---

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом РФФИ № 18-013-00323 «Становление сенсомоторной интеграции и тормозного контроля у детей с разными латеральными предпочтениями».

go (оценки сложной сенсомоторной реакции и тормозного контроля) надо нажимать на клавишу “пробел” при появлении всех кругов, кроме красных (Nikolaeva et al. 2013).

Оценивалось среднее время реакции go/no-go, число неверных реакций разных видов – ошибок (нажатие на пробел при появлении круга красного цвета), пропусков стимулов другого (кроме красного) цвета. Сравнение результатов и показателей первой и второй частей серии позволяет оценить возможности к распознаванию закономерности следования стимулов в потоке времени.

Оценка типа рукоости производилась посредством следующих проб: плечевой тест, поза Наполеона, сцепление пальцев рук в замок. Пробы проводились трижды, в протокол вносились данные о каждом выполнении (Nikolaeva et al. 1995, Nikolaeva et al. 2008). В ходе обработки полученных результатов эксперимента в качестве основополагающей пробы для оценки «рукоости» был выбран «Плечевой тест», поскольку, предположительно, он не связан с социальным давлением. Плечевой тест – это проба, в которой испытуемому предлагается с закрытыми глазами поднять обе руки перед собой. При отсутствии зрительного контроля ведущая рука на некоторое время поднимается выше не ведущей.

Был проведен факторный анализ отдельно для каждой группы младших школьников с разными типами «рукоости». Факторный анализ на основе метода главных компонент с варимакс вращением с нормализацией Кайзера у младших школьников с левыми признаками при коэффициенте Кайзера-Майера-Олкина 0.530 и 85.7 % объясненной дисперсии дает два фактора. В первый входят ошибки реакции go/no-go, а во второй – параметры среднего времени реакции на стимулы.

Факторный анализ на основе метода главных компонент с варимакс вращением с нормализацией Кайзера у младших школьников со смешанными признаками при коэффициенте Кайзера-Майера-Олкина 0.529 и 80.9 % объясненной дисперсии дает три фактора. В первый фактор вошли пропуски стимулов реакции go/no-go. Во второй – параметры среднего времени реакции на стимулы. В третий – ошибки стимулов реакции go/no-go. Представленная факторная структура свидетельствует о том, что у испытуемых с преобладанием смешанных признаков за ошибки и пропуски на всем протяжении реакции go/no-go отвечают разные механизмы.

Факторная структура была получена и для испытуемых с правыми признаками. Однако объясненная дисперсия составила всего 55 % при коэффициенте Кайзера-Майера-Олкина 0.584 и дала два фактора. В первый вошли пропуски стимулов и ошибки первой части реакции go/no-go. Во второй – параметры среднего времени реакции на стимулы. Следует отметить, что только у праворуких во второй фактор помимо среднего времени реакции

входит еще и число ошибок во второй части с обратным знаком: чем короче реакция, тем больше ошибок.

Таким образом, было выявлено большое количество пропусков стимулов в реакции go/no-go при достаточно низком значении пропусков в реакции go/go. Возможно, это связано с тем, что именно в парадигме go/no-go вводится запрещенный сигнал, который позволяет оценить тормозные процессы в центральной нервной системе. Известно, что процессы тормозного контроля только формируются у детей изучаемого возраста. Выполнение инструкции, связанной с активацией тормозного контроля, для большинства из них крайне сложный процесс (Nikolaeva et al. 2017). Факторная структура для наших данных позволила выявить у младших школьников с правыми признаками более высокую устойчивость тормозных процессов и стрессоустойчивость. Однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить объективные причины выявленных различий.

#### *Список литературы*

1. Davidson M.C., Amso D., Anderson L.C., Diamond A. 2006. Development of cognitive control and executive functions from 4–13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia* 44, 2037–2078.
2. Luna B., Marek S., Larsen B., Tervo-Clemmens B., Chahal R. 2015. An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annu. Rev. Neurosci* 38, 151–170.
3. Vergunov E.G., Nikolaeva E.I., Balioz N.V., Krivoschekov S.G. Lateral preferences as the possible phenotypic predictors of the reserves of the cardiovascular system and the features of sensorimotor integration in climbers. *Human Physiology*, 2018, 44(3), 320-329.
4. Nikolaeva E.I., Yavorovich K.N. 2013. The Peculiarities of Qualitative and Reaction Characteristics of Sensorimotor Integration in Young Men and Young Girls Having Different Intensity Degrees of Lateral Features. *The Issues of Psychology* 5, 133.
5. Nikolaeva E.I., Oteva E.A., Maslennikov A.B., Nikolaeva A.A., Leutin V.P., Osipova L.P. 1995. Relationships between left hemisphere predominance and disturbances of lipid metabolism in different ethnic groups. *International Journal of Cardiology* 52 (3), 207-211.
6. Nikolaeva E.I., Borisenkova E.Yu.Ю. 2008. Comparison of different ways to assess the profile of functional sensorimotor asymmetry in preschool children. *Asymmetr*, 2 (1), 32-39.
7. Nikolaeva Elena I., Merenkova, Vera S. 2017. An inner picture of health as a factor in changing a child's behavior to health-promoting behavior. *Psychology in Russia*, 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/an-inner-picture-of-health-as-a-factor-in-changing-a-child-s-behavior-to-health-promoting-behavior> (дата обращения: 07.05.2020).

## Когнитивные основания философии сложности

*А.В. Думов, В.И. Кудашов*  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет,  
Гуманитарный институт, г. Красноярск, Россия  
*avdumov@inbox.ru*  
*vkudashov@mail.ru*

Ключевые слова: *философия сложности, когнитивные основания.*

Сложность представляет собой концепт междисциплинарного характера, чаще всего используемый для описания организационной специфики того или иного рода системных образований. В различных отраслях знания понятие сложности интерпретируется в соответствии с теоретическими задачами и методологическими средствами дисциплины. Определения, выражающего сущностное единство всех возможных проявлений сложности в мире и обобщающего ее онтогносеологическую специфику, вероятнее всего, просто не может существовать: любое из предложенных определений может быть оспорено, поскольку в нем неминуемо будет проявляться парадигмальная и/или дисциплинарная принадлежность. В действительности данное обстоятельство является существенным препятствием для выработки языка междисциплинарной интеракции, необходимого, как бы не было это парадоксально, для исследования самой сложности. Известно, что существуют десятки дефиниций термина «сложность» (Леонов, 2004:27), однако, это скорее может свидетельствовать о редукции сложности к конкретным проявлениям, имеющим значение в контексте определенных исследований, и это обстоятельство является показательным для исследований проявления редуктивных тенденций в так называемых «науках о сложности».

Единство представлений о сложности требует рефлексии ее предельных оснований, анализа философского содержания данного понятия. С одной стороны, началом активных философских исследований сложности ознаменовалась вторая половина XX века, что позволяет рассуждать об интересе к сложности как современной тенденции развития философии, с другой – сложность является извечным объектом исследований в философских науках. В то же время, в сфере философских исследований сложность также представляет собой скорее предмет дискуссии, нежели феномен, относительно которого существует теоретический консенсус. Это приводит некоторых исследователей, в частности – А. М. Леонова, к заключению о том, что понятие сложности принципиально не может обрести терминологическую ясность, поскольку сопряженные с прояснением ее сущности

проблемы чрезвычайно трудны или совершенно не имеют решения (Леонов, 2004:40). Следует отметить, что данный вывод не лишен оснований, но с пессимистическим прогнозом развития исследований феномена сложности нельзя согласиться в полной мере. Сложность в действительности остается и останется непостижимой, пока ее исследователь стремится уложить ее в прокрустово ложе определения и стремится противопоставить сложность себе как нечто внешнее, стороннее по отношению к нему.

Становление знания о сложности не может быть осуществлено без учета когнитивных аспектов сложности, сложности сознания и познания действительности. Сложность обретает существование только лишь в контексте познания: ее возникновение и развитие протекают во взаимоотношении человека и мира, в их связности. Познание сложности требует перехода от мышления в терминах различения к осмыслению реальности в терминах ее связей. Необходима трансформация представлений о самой когнитивной системе: она не может рассматриваться как система внутренних репрезентаций внешнего окружения, поскольку она является распределенной (Аршинов, 1997:23). Ключевые свойства нового миропонимания могут быть описаны с помощью предложенного Э. Мореном термина «диалогика», понимаемого как многообразное взаимодействие онтологически различных логик, предполагающее их взаимополагание, кооперацию, антагонизм и конкуренцию (Морен, 2005:112). Метафора диалога является одним из наилучших средств описания сложности человеческого познания: она явным образом иллюстрирует необходимость отказа от понимания познания как отражения, т. е. интерпретации знания как «приближенного» к объективной реальности образа вещей, явлений и процессов мира, существующего самостоятельно и вне зависимости от человеческого сознания. Понимание диалогической природы познания означает принятие рефлексивности знания: отныне знание объекта становится невозможным без знания себя, такое знание, по мысли Э. Морена, требует самонаблюдения (Морен, 2019:229).

В этом отношении обращение к исследованию когнитивных аспектов сложности представляет собой перспективный путь развития ее философского осмысления. Человеческое сознание и пространство человеческого познавательного действия являются истоками феномена сложности, игнорируя которые невозможно достичь понимания сложности как таковой. Развитие когнитивных исследований может способствовать углублению представлений о сущности феномена сложности, поскольку сама реальность человеческого познания представляет является примером сложности: она не может быть редуцирована ни к антропосоциологическим, ни к биологическим, ни к физическим аспектам взаимосвязи мира и человека, но существует в их взаимопроникновении и взаимодействии.

Возможность заключить о предельном характере когнитивных основной сложности, а также ценности их исследования для философии возникает по следующим причинам: во-первых, обращение к сложности познающего и самого процесса постижения реальности позволяет сформировать циклическую рефлексивность, связать субъект и объект, отказавшись от их редуцирующего противопоставления. Во-вторых, без учета особенностей человеческой когнитивности никакая междисциплинарная кооперация с целью изучения сложности определенных аспектов реальности не будет полноценной. В-третьих, когнитивные исследования обращают различные отрасли науки к единству природы человеческого знания, что является наиболее очевидным основанием для поддержания тенденций интеграции и взаимодействия и противодействию парадигмальному и отраслевому обособлению. В-четвертых, обращение к когнитивным основаниям феномена сложности исключает необходимость спора о содержании определения сложности, поскольку оно предполагает переход от фрагментарного рассмотрения конкретики проявлений сложности к целостному контексту познавательного отношения, в котором происходит ее возникновение и развитие.

#### *Список литературы*

1. Леонов А.М. Наука о сложности в эпоху постмодерна: Монография. Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2004. 560 с.
2. Аршинов В.И. Когнитивные стратегии синергетики // Онтология и эпистемология синергетики. М.: ИФРАН, 1997. 159 с.
3. Морен Э. Метод. Природа природы. М.: «Канон +» РООИ «Реабилитация», 2005. 464 с.
4. Морен Э. О сложности. М.: Институт общегуманитарных исследований, 2019. 272 с.

## **Письмо под диктовку псевдослов младшими школьниками: особенности фонологической обработки**

*О.А. Величенкова, И.Н. Зорюкова*  
*ИСОиП МГПУ, Москва, Россия*  
*[velichenkova@mail.ru](mailto:velichenkova@mail.ru); [zoryukova.inna@yandex.ru](mailto:zoryukova.inna@yandex.ru)*

В отечественной логопедии давно и прочно сформировалось концепция фонологического дефицита как ведущего фактора, вызывающего трудности в овладении письмом и чтением. Создается ощущение, что нарушения фонематического восприятия у детей настолько хорошо изучены, что вряд ли могут являться предметом исследования. Так ли это?

Прежде всего, необходимо уточнение содержания изучаемого явления. Во-первых, восприятие фонем обеспечивается не только слуховым анализатором, оно полимодально: имеет артикуляционную и даже зрительную опору. А в контексте освоения письменности именно накопление визуального словаря имеет особое значение: оно «достраивает» фонологическую систему человека. Во-вторых, фонематическое восприятие не равно восприятию устной речи, и лексический доступ не требует пофонемного анализа. В нем появляется необходимость только при овладении грамотой и записи незнакомых слов. На фонемное решение влияет множество когнитивных факторов, которые не могут быть рассмотрены в ракурсе «услышал – не услышал». Это и скорость обработки информации, и прочность следа, и объем памяти, и степень обученности звуковому анализу и др. В этом смысле использование таких терминов как «фонологическая память», «фонологическая осведомленность» вполне оправдано, но непривычно для российской логопедии.

Кроме того, существует очень мало работ, в которых были бы представлены данные экспериментального изучения фонемного распознавания у русскоязычных детей (Дорофеева и др., 2018; Руль и др., 2018). Логопедические же методики диагностики либо показывают потолочный эффект (проба с распознаванием квазиомонимов), либо имеют низкую конструктивную валидность (повторение серий слогов с оппозиционными согласными) (Величенкова, 2015).

**Цель** данной работы – пилотное исследование возможностей фонемной обработки при письме под диктовку псевдослов у учеников 2 класса.

**Гипотеза** исследования: использование псевдослов позволит оценить возможности распознавания разных фонетических оппозиций, выявить трудности передачи количества и последовательности выделенных звуков.

**Разработка методики.** Использовались 48 псевдослов (22 двусложных, 20 трехсложных, 6 четырехсложных). Частично стимулы были заимствованы из исследования Н. Рувль с соавт. (2018). Сочетания звуков подбирались с учетом частоты ошибок при письме слов, т.е. взяты все сомнительные для различения оппозиции в русском языке. Всего потенциальных мест смешения в сильной позиции: звонких и глухих согласных – 92, мягких и твердых – 86, свистящих-шипящих – 17, аффрикат – 12, звуков [o]-[y] под ударением – 26. В анализ также включены трудные для усвоения способы обозначения мягкости согласных (всего при помощи Ь – 5, йотированными гласными – 15). Стечения согласных встречались в 22 стимулах. Все стимулы проверялись с точки зрения встречаемости звукосочетаний в языке, а также возможного влияния экспериментатора при предъявлении стимула (например, не было стимулов, которые заканчивались бы на парный звонкий согласный).

**Организация исследования.** В 2019-20 году в исследовании приняли участие 56 второклассников г. Москвы (29 девочек и 27 мальчиков). Дети отбирались случайным образом в 3 школах. Школьники записывали под диктовку псевдослова. Каждое псевдослово зачитывалось дважды до написания.

**Результаты.** Успешность написания слов составила от 11 до 86 %, в среднем – 47 % (мальчики – 45 %, девочки – 48 %). Для слов со стечениями согласных – 44 %, для двусложных – 52 %, трехсложных – 42 %, четырехсложных – 43 %.

В среднем дети сделали 44 ошибки в 48 стимулах. Заметим, что к числу ошибок мы не относили варианты написания безударных гласных о-а, е-и-я. Среди ошибок встречались случаи «гиперкорректности» – написание звонких согласных на конце слов, ТС вместо Ц, а также -ГО на конце стимула «ЗАКУНЯВО».

Ошибки детей можно условно отнести к нескольким типам. Значительный кластер составили неоднозначно трактуемые искажения псевдослов (22 % от общего числа ошибок) и отказы от написания (2 %).

Встречались замены псевдослов на слова. Пропуски и вставки букв составили 19 и 10 % от всех ошибок соответственно. Перестановки букв при правильном фонемном распознавании – 2 % ошибок.

Замены букв составили 45 % ошибок. Среди них были замены одной из букв на уже написанную, т.е. персеверации (24 %) и замены одной из букв на последующую, т.е. антиципации (3 %). Многие из этих ошибок могут трактоваться неоднозначно, так как часто замены происходят внутри сходных по акустико-артикуляционным признакам пар звуков. Эти ошибки нуждаются в дальнейшем анализе. Однозначно трактуемые смешения составили 20 %, что больше, чем в словах (Величенкова, 2018). Однако характер ошибок неожиданный: ошибок на парные звонкие-глухие в сильной

позиции меньше – 7 %; на аффрикаты и их компоненты – столько же (3 %), но больше ошибок на б/в – 2 %; л/р, м/н, к/х, к/п – по 1 %. Смешений в ударной позиции [о]-[у] практически не было, но в безударной позиции они встречались, что говорит о качественной редукции [у] в безударном положении. Эти смешения нужно рассматривать как орфографические ошибки. Замены твердых – мягких согласных носили однонаправленный характер: отсутствие обозначения мягкости согласных йотированными гласными – 3 % ошибок.

**Обсуждение и выводы.** Успешность написания псевдослов по сравнению со словами невысока, т.е. отмечается выраженный эффект превосходства слова. Ошибки фонемного распознавания составляют существенную долю при письме псевдослов, большую, чем при письме слов (Величенкова, 2018). Важный результат исследования – иной характер ошибок, чем при письме слов. Возрастает количество смешений артикуляционно сложных звуков: аффрикат, соноров. О значимости артикуляционной составляющей в процессе опознания фонем говорит и увеличение смешений по месту образования звуков. Практически нет смешений огубленных гласных под ударением. Данные об отсутствии смешений по твердости – мягкости совпадают с представленными нами ранее (Величенкова, 2018). Интересно, что практически не обнаружено смешений графически сходных букв, хотя этот тип ошибки обычно очень частотный. Принимая во внимание вероятную моторную природу таких ошибок, уменьшение их количества может быть связано с замедлением темпа письма и большим контролем написания.

#### *Список литературы*

1. Величенкова О.А. Диагностика речевых функций в рамках скрининг-обследования первоклассников // Новые педагогические технологии. М.: Спутник+, 2015. 39–44.
2. Величенкова О.А. Ошибки фонемного кодирования у младших школьников: взгляд логопеда // Проблемы онтолингвистики: Материалы международной конференции. Иваново: ЛИСТОС, 2018. 208–213.
3. Дорофеева С.В., Решетникова В.А., ... Драгой О.В. Батарея тестов для выявления особенностей фонологической обработки у русскоязычных детей: данные нормы и группы детей с дислексией. 8-я Международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. М.: Институт психологии РАН, 2018. – С. 331–333.
4. Руль (Елисеева) Н., Горобец Е., Резвина И. Повторение псевдослов русскоговорящими детьми: материалы для нейролингвистического опросника // Филология и культура. Philology and culture. 2018. №2(52). 121–127.

## **Влияние контекста обратной связи на восприятие сенсорной информации в контуре интерфейса мозг-компьютер на волне П300**

*Н.В. Сыров, А.Я. Каплан*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

*Москва, Россия*

*syrov@mail.bio.msu.ru; akaplan@mail.ru*

*Ключевые слова: интерфейс мозг-компьютер, P300, обратная связь, восприятие сенсорной информации.*

Одним из перспективных подходов к восстановлению двигательных функций после инсульта является активация корковых систем моторного контроля посредством мысленного представления движений (Ietswaart et al. 2011). Терапевтический эффект данной техники реабилитации подтверждается результатами ТМС исследований, которые показали значительное повышение кортико-спинальной возбудимости при представлении движений (Kaplan et al. 2016, Мокиенко, Фролов. 2013).

Ключевым условием мысленной тренировки является наличие обратной связи, сообщающей пациенту о качестве моторного образа при каждой попытке его мысленного представления. Пациент может получать обратную связь в контуре интерфейса мозг- компьютер (ИМК) (Burns et al. 2014). В настоящее время технология ИМК, позволяющая управлять внешними устройствами посредством мысленных усилий, которые находят свое отражение в ЭЭГ, используется для создания нейротренажеров для восстановления подвижности парализованных после инсульта пациентов (Birbaumer et al. 2007, Котов и др. 2015). Обратная связь – важная часть петли ИМК, так как она является информацией для пользователя об успешности его мысленных усилий. Считается, что наличие обратной связи влияет на обучение пользователя работе в контуре ИМК. Так, в работе (Liburkina et al. 2018) было показано, что вибротактильная обратная связь для некоторых испытуемых имеет большую эффективность, по сравнению с традиционно используемой – зрительной, при обучении представлению движений и работе в контуре ИМК. В то же время остается неизвестным, существует ли преимущество наличия замкнутого контура, обеспечиваемого технологией ИМК, когда положительная обратная связь возникает только в ответ на «достаточные» со стороны пользователя усилия. Может ли контекст обратной связи – как ответа на мысленные усилия, влиять на восприятие пользователем сенсорной информации?

Помимо ИМК на основе представления движений, существует технология нейроинтерфейсов на волне П300, основанная на вызванных потенциалах – реакциях на внешние стимулы, регистрируемые в ЭЭГ. Данный тип ИМК обычно используется для создания ассистивных устройств, например, для набора текста (Каплан 2016). В настоящем исследовании проверяется гипотеза: может ли контекст обратной связи влиять на активность моторной коры испытуемых, управляющих движениями роботизированной конечности при помощи ИМК на основе П300.

20 здоровых добровольцев приняли участие в исследовании, в котором они управляли движениями пальцев роботизированной конечности посредством концентрации зрительного внимания, направление которого детектировалось по их ЭЭГ активности в контуре нейроинтерфейса на волне П300. В ходе эксперимента они получали обратную связь разного типа: наблюдали за движением целевого (выбранного ими) пальца, ощущали вибротактильную стимуляцию собственного пальца, либо обратная связь была комбинированной. В качестве контроля все типы сенсорной стимуляции предъявлялись также вне контекста обратной связи, то есть неблюдаемое движение и вибротактильная стимуляция возникали случайным образом, в отрыве от нейроинтерфейса. Было обнаружено, что вызванные транскраниальной магнитной стимуляцией первичной моторной коры миографические ответы имели значимо большую амплитуду в только в тех случаях, когда сенсорная информация (наблюдение движения/тактильная стимуляция) воспринимались испытуемыми в контексте обратной связи, в контуре ИМК. Это говорит о повышении кортикоспинальной возбудимости у испытуемых при восприятии обратной связи.

Таким образом, в настоящем исследовании контекст обратной связи, как сигнала об успешности мысленных усилий испытуемых, влиял на кортикальную обработку воспринимаемой испытуемыми информации. Это, в свою очередь, говорит потенциальной пользе интерфейсов мозг-компьютер на основе волны П300 в создании нейротренажеров для восстановления после инсульта. Это представляется особенно важным, если учесть тот факт, что не у всех пациентов сохраняется способность сформировать яркий моторный образ, необходимый для управления ИМК-тренажерами на основе представления движений. В то же время способность управлять П300-ИМК у пациентов после инсульта остается на высоком уровне (Ortner et al. 2011).

#### *Список литературы*

1. Alexander Kaplan, Anatoly Vasilyev, Sofya Liburkina, Lev Yakovlev. 2016. Poor BCI Performers Still Could Benefit from Motor Imagery Training. 4 (July 2018): 121–31. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39955-3>.

2. Birbaumer, Niels, and Leonardo G Cohen. 2007. Brain-Computer Interfaces: Communication and Restoration of Movement in Paralysis. *The Journal of Physiology* 579 (Pt 3): 621–36. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.125633>.
3. Burns, Alexis, Hojjat Adeli, and John a. Buford. 2014. Brain-Computer Interface after Nervous System Injury. *The Neuroscientist* 20 (September): 639–51. <https://doi.org/10.1177/1073858414549015>.
4. Carvalho, Raquel, Nuno Dias, and João José Cerqueira. 2019. Brain-Machine Interface of Upper Limb Recovery in Stroke Patients Rehabilitation: A Systematic Review. *Physiotherapy Research International* 24 (2). <https://doi.org/10.1002/pri.1764>.
5. Chatterjee, Aniruddha, Vikram Aggarwal, Ander Ramos, Soumyadipta Acharya, and Nitish V. Thakor. 2007. A Brain-Computer Interface with Vibrotactile Biofeedback for Haptic Information. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 4: 1–12. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-4-40>.
6. Ietswaart, Magdalena, Marie Johnston, H. Chris Dijkerman, Sara Joice, Clare L. Scott, Ronald S. MacWalter, and Steven J C Hamilton. 2011. Mental Practice with Motor Imagery in Stroke Recovery: Randomized Controlled Trial of Efficacy. *Brain* 134 (5): 1373–86. <https://doi.org/10.1093/brain/awr077>.
7. Liburkina, S. P., A. N. Vasilyev, L. V. Yakovlev, S. Yu Gordleeva, and A. Ya Kaplan. 2018. A Motor Imagery-Based Brain-Computer Interface with Vibrotactile Stimuli. *Neuroscience and Behavioral Physiology* 48 (9): 1067–77. <https://doi.org/10.1007/s11055-018-0669-2>.
8. Ortner, R., M. Bruckner, R. Prückl, E. Grünbacher, U. Costa, E. Opisso, J. Medina, and C. Guger. 2011. Accuracy of a P300 Speller for People with Motor Impairments. *IEEE SSCI 2011 – Symposium Series on Computational Intelligence – CCMB 2011: 2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence, Cognitive Algorithms, Mind, and Brain* 42 (4): 114–19. <https://doi.org/10.1109/CCMB.2011.5952115>.
9. Каплан, А. Я. 2016. Нейрофизиологические Основания И Практические Реализации Технологии Мозг-Машинных Интерфейсов В Неврологической Реабилитации. *Физиология Человека* 42 (1): 118–27. <https://doi.org/10.7868/S0131164616010100>.
10. Котов, С. Л. Турбина, П. Бобров, А. Фролов, О. Павлова, М. Курганская, Е. Бирюкова. 2015. Применение Комплекса «интерфейс ‘Мозг – Компьютер’ и Экзоскелет» и Техники Воображения Движения Для Реабилитации После Инсульта. *Альманах Клинической Медицины*, 15–21.
11. Мокиенко, О. А., П. Д. Бобров, Л. А. Черникова, А. А. Фролов. 2013. Основанный На Воображении Движения Интерфейс Мозг – Компьютер в Реабилитации Пациентов с Гемипарезом. *Бюллетень Сибирской Медицины*. Т. 12 (№2): С. 30–35.

# Структура психологического благополучия профессионала<sup>1</sup>

Ю.В. Бессонова\*, А.А. Обознов\*, И.В. Кожанова\*\*

\*Институт психологии РАН, Москва, Россия

\*\*Приволжский институт повышения квалификации ФНС России,  
Москва, Россия

farandi@mail.ru; aao46@mail.ru; i\_koj@mail.ru

Ключевые слова: *психологическое благополучие, профессионал, субъективное благополучие.*

В существующих моделях психологического благополучия (Ryff, 1995; Keyes, 2009; Diener, 1984; Seligman, 2009) применяемых к профессиональной деятельности, достижение профессионального благополучия соотносится с удовлетворенностью профессиональной жизнью, реализацией человеком устремлений к личностному саморазвитию и автономности, достижением профессиональной компетентности, доминированием благоприятного эмоционального и психосоматического состояния в комфортной рабочей среде. Смысл профессиональной деятельности как хорошо прожитой и полноценной жизни, участие в осмысленных проектах и личная вовлеченность в значимые отношения (в концепции М.Селигмана) является главным источником субъективного благополучия человека. Оно не может быть сведено к достижению отдельных устремлений специалистов, отношениям в рабочем коллективе, позитивному эмоциональному состоянию и увлеченностью работой. Смысл определяется осознанием востребованности обществом результатов профессиональной деятельности и оценками собственной социально-профессиональной востребованности. Хотя любая профессиональная деятельность изначально нацелена на получение требуемых обществом результатов, востребованность специалиста и результатов труда в качестве фактора профессионального благополучия не учитывалась. Деятельность, результаты которой не соответствуют ожиданиям общества, становится невостребованной, утрачивается востребованность её участников и их место на рынке труда, а проблема их субъективного профессионального благополучия теряет актуальность. Следовательно, оценка человеком своего профессионального благополучия не может рассматриваться вне соотнесения с оценкой собственной социально-профессиональной востребованности.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-013-01021а.

Цель исследования: теоретико-эмпирическое обоснование конструкта субъективного профессионального благополучия, а также апробация методики оценки профессионального благополучия. Методики: «Субъективное профессиональное благополучие (СПБ)» (Обознов и др., 2020), «Социально-профессиональная востребованность личности» (Харитоновна, 2014), методика оценки профессионального благополучия (Рут, 2016), Шкала психологического благополучия К.Рифф (адаптация Шевеленковой, Фесенко, 2005), «Доминирующее эмоциональное состояние личности» (Куликов, 2003), «Увлеченность работой» и «Скука от работы» (Шауфели, Дийстра, Иванова, 2015). Респонденты: 585 сотрудников налоговых органов РФ.

Дисперсионный и факторный анализ результатов тестирования 285 чел. подтвердил гипотезу о вхождении социально-профессиональной востребованности в структуру профессионального благополучия личности. Выявлена прямая зависимость показателей доминирующего эмоционального состояния, увлеченности работой и устремленности к профессиональному росту от социально-профессиональной востребованности. Разработана 3-х компонентная модель психологического благополучия профессионала. Ее структуру образуют три независимых, но тесно связанных группы самооценок: социально-профессиональной востребованности и профессиональной компетентности; реализации устремлений к постоянному профессиональному росту и автономности, удовлетворенности от профессиональных достижений и отношений в рабочем коллективе; самооценки устойчиво доминирующего позитивного эмоционального состояния личности. На основе этих результатов разработан тест «Субъективное профессиональное благополучие (СПБ)», включающий 3 шкалы («Социально-профессиональная востребованность», «Профессиональное саморазвитие», «Доминирующее позитивное состояние»), каждая из которых включает по 3 субшкалы. Общее количество пунктов теста – 54. Тест СПБ прошел эмпирическую апробацию на 288 сотрудниках налоговых органов. Ретестовая надежность, проводимая через 21 день, показала высокую устойчивость результатов теста: от 0,77 (R Спирмена,  $p \leq 0.01$ ) для субшкалы «Профессиональный рост» до 0,82 (R Спирмена,  $p \leq 0.000001$ ) для общего индекса СПБ. Внутренняя согласованность, исчисляемая по методу  $\alpha$  Кронбаха, = 0,89, надежность по методу расщепления = 0,87. Дискриминативность пунктов варьирует от 0,51 до 0,79 (усредненная по всему тесту = 0,67), тогда как средняя интеркорреляция пунктов теста = 0,13, что подтверждает его высокую способность дифференцировать респондентов по измеряемому признаку. Помимо общетеоретической согласованности теста с предлагаемым конструктом профессионального благополучия, был проведен экспертный опрос для проверки содержательной валидности (6 экспертов: психологи, кандидаты и доктора наук). Конкурентная валидность сравнивалась со «Шкалой психологического благополучия К.Рифф»: общий индекс СПБ коррелирует с

общим индексом благополучия по шкале К. Рифф ( $R = 0,56$ ,  $p \leq 0.000001$ ), корреляция отдельных субшкал методик варьирует от  $p \leq 0.01$  до  $p \leq 0.000001$ . Предварительная психометрическая проверка теста СПб подтвердила его валидность для оценки профессионального благополучия.

Апробация теста на профессиональной выборке показала высокий вклад именно «профессионального саморазвития» (68,2 балла) и «социально-профессионально востребованности» (60,7 баллов) в общий индекс профессионального благополучия у сотрудников налоговых органов. Среди субшкал профессиональной востребованности наибольшее значение для благополучия имеет не столько признание личной востребованности в организации (18,9 балла), сколько позитивный образ Я-профессионала (21,2) и признание нужности профессии обществу (20,7). Социодемографические факторы оказывают влияние на значимость отдельных компонентов профессионального благополучия: для мужчин более важным для формирования и поддержания профессионального благополучия является признание и личная востребованность как профессионала (19,4), позитивный эмоциональный фон и удовлетворенность от профессии (18,8). Роль отдельных компонентов благополучия дифференцируется также в зависимости от возраста респондентов: для более молодых более значимыми являются востребованность профессии в обществе, профессиональный рост, увлеченность работой и позитивный эмоциональный фон. Стаж работы в должности имеет сходные тенденции, снижая значимость этих компонентов. Работа на высокой должностной позиции повышает значимость для чувства профессионального благополучия таких компонентов, как позитивный образ себя как профессионала, самостоятельность в принятии решений и исполнении задач (автономность), снижая потребность в позитивных переживаниях от работы. Роль позитивных переживаний от работы нелинейно изменяется в зависимости от ранга должности: наиболее значение имеет для начальных должностных позиций (18,8) и для наиболее высоких (19,4), и несвойственна специалистам среднего звена. Для обследованной профессиональной выборки в целом характерна невысокая роль автономности как постоянного компонента профессионального благополучия – данный компонент плавно приобретает значимость с ростом ранга должностей, достигая значимого веса при занятии должности от консультанта и выше.

#### *Список литературы*

1. Diener E. 1984. Subjective well-being. *Psychological Bulletin*. 95 (3). 542–575.
2. Robitschek C.; Keyes C.L.M. 2009. Keyes's model of mental health with personal growth initiative as a parsimonious predictor. *Journal of Counseling Psychology*. 56 (2). 321–329.
3. Ryff C.D., Keyes C.L.M. 1995. The structure of psychological well-being revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69. 719–727.
4. Seligman M.E.P. 2009. *Authentic Happiness*. New York: Free Press.

## **Влияние функциональной нервно-мышечной стимуляции на десинхронизацию сенсомоторного ритма ЭЭГ при представлении движений**

*Л.В. Яковлев, Н.В. Сыров, А.Я. Каплан  
МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия  
leojackovlev@gmail.com*

*Ключевые слова: интерфейсы мозг-компьютер, представление движений, десинхронизация сенсомоторного ритма ЭЭГ, функциональная нервно-мышечная стимуляция.*

**Введение.** Известно, что идеомоторные тренировки, основанные на мысленном представлении движений (Di Rienzo et al. 2016), могут существенно способствовать освоению новых двигательных навыков у спортсменов (Mizuguchi N. et al. 2012) и повышать эффективность реабилитационных процедур для восстановления движения у пациентов после нейротравм, инсульта (S.J. Page, P. Levine 2007). В частности, показано, что при представлении движений в ЭЭГ сенсомоторной коры наблюдаются точно такие же изменения в виде десинхронизации мю-ритма, как и при физическом выполнении этого движения (Frolov A. et al. 2014). Более того, было показано, что мысленное представление движения приводит к увеличению возбудимости (Pascual-Leone A. et al. 1995) и к повышению метаболизма в моторной коре (Lotze M. et al. 1999), что явным образом указывает на активацию пластических перестроек в корковой мозговой ткани (Debarnot U. et al. 2014). Технологии интерфейсов мозг-компьютер позволяют детектировать сопряженные с представлением ЭЭГ паттерны и транслировать эти события в сигналы обратной связи, позволяющие пациентам контролировать выраженность их мысленных усилий при представлении движений (Каплан и др. 2013). В последние годы все большее внимание исследователей в этой области уделяется соматосенсорной обратной связи, как наиболее органично вписывающейся в контуры управления двигательной функции и самой ментальной задачи на воображение движения (Corbet T. et al. 2018).

Целью настоящего исследования было изучить эффективность функциональной электростимуляции (ФЭС) на параметры десинхронизации мю-ритма ЭЭГ, вызванной представлением движений.

**Материалы и методы.** В исследовании приняло участие 13 добровольцев, прежде имевших опыт в представлении движений. Испытуемые выполняли задачу на представление сгибания правой кисти. В качестве референтной задачей использовалось состояние двигательного покоя. Продолжительность каждой попытки составила 9 секунд, в течение которых ФЭС

подавалась спустя 3 с. после начала представления движений. Длительность ФЭС составила 3 с. Активация сенсомоторной коры оценивалась при помощи расчета десинхронизации мю-ритма во всех экспериментальных состояниях. Групповой статистический анализ на групповом уровне включал в себя тест Фридмана с последующими парными сравнениями состояний до/после/во время ФЭС.

**Результаты.** При представлении движений наблюдалась ярко-выраженная контралатеральная десинхронизация в центральной группе каналов (рис. 1). При этом, величина десинхронизации при представлении движений сопряженном с ФЭС статистически значимо выше ( $p < 0.001$  критерий Фридмана) чем при представлении движений «до ФЭС». Представление движений «после ФЭС» у части испытуемых характеризуется повышенной десинхронизацией по сравнению с представлением движений до ФЭС, однако при групповых сравнениях статистической значимости получено не было.

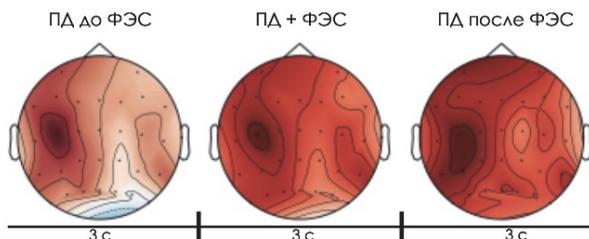


Рис. 1. Пространственное распределение десинхронизации мю-ритма при представлении движений «до», «во время» и «после» ФЭС ( $N = 13$ , построены медианные групповые значения)

Полученные результаты показывают потенцирующее действие ФЭС на десинхронизацию мю-ритма ЭЭГ и позволяют предположить, что этот эффект может быть использован при разработке нейроинтерфейсных тренажерных технологий. Дальнейшие исследования в этой области могут помочь изучению эффектов пластических перестроек при постинсультном двигательном восстановлении.

#### Список литературы

1. Di Rienzo et al. (2016). Online and offline performance gains following motor imagery practice: a comprehensive review of behavioral and neuroimaging studies. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 315.

2. Debarnot U., Sperduti M., Di Rienzo F., & Guillot A. (2014). Experts bodies, experts minds: how physical and mental training shape the brain. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 280.
3. Frolov A.A., Husek D., Bobrov P.D., Mokienko O.A., Chernikova L.A., & Konovalov R.N. (2014). Localization of brain electrical activity sources and hemodynamic activity foci during motor imagery. *Human Physiology*, 40(3), 273-283.
4. Mizuguchi N., Nakata H., Uchida Y., & Kanosue K. (2012). Motor imagery and sport performance. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1(1), 103-111.
5. Page S.J., Levine P., & Leonard A. (2007). Mental practice in chronic stroke: results of a randomized, placebo-controlled trial. *Stroke*, 38(4), 1293-1297.
6. Lotze M., Montoya P., Erb M., Hülsmann E., Flor H., Klose U., ... & Grodd W. (1999). Activation of cortical and cerebellar motor areas during executed and imagined hand movements: an fMRI study. *Journal of cognitive neuroscience*, 11(5), 491-501.
7. Corbet T., Iturrate I., Pereira M., Perdakis S., & Millán J.D.R. (2018). Sensory threshold neuromuscular electrical stimulation fosters motor imagery performance. *Neuroimage*, 176, 268-276.
8. Каплан А.Я. и др. Экспериментально-теоретические основания и практические реализации технологии «интерфейс мозг–компьютер» // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12. – №. 2.

## **Влияние эмоциональной окраски слова на саккадическое отклонение**

*Н.А. Мурзякова, М.В. Фаликман*  
*НИУ ВШЭ, Москва, Россия*  
[namurzyakova@edu.hse.ru](mailto:namurzyakova@edu.hse.ru); [mfalikman@hse.ru](mailto:mfalikman@hse.ru)

**Ключевые слова:** саккадическое отклонение, миндалина, программирование саккады, айтрекинг.

На траекторию движения глаз влияют различные процессы, связанные с анализом информации, присутствующей в поле зрения, и, в частности, с вниманием (Sheliga et. al., 1994). Механизмы таких влияний удобно изучать путем использования irrelevantных задачи стимулов (дистракторов), возникающих на экране во время программирования саккады (Doyle & Walker, 2001).

Поскольку миндалина – структура головного мозга, задействованная в обработке эмоциональной информации, представленной в зрительной сцене, а также подушка таламуса и верхние холмики четверохолмия, которые участвуют в программировании саккады, находятся в одном и том же подкорковом пути, на траектории саккад могут влиять не только физические характеристики дистрактора (Cardoso-Leite & Gorea, 2009), но также

его эмоциональная валентность (Numenmaa et al., 2009, Schmidt et al. 2012). Ограничением таких взаимодействий выступает сложность дистрактора (Laidlaw et al., 2015): чем сложнее отвлекающий стимул, тем больше времени требуется для его анализа и тем более отложенным и слабым будет эффект саккадического отклонения вплоть до его полного исчезновения.

В 2011 году М. Уивер и коллеги исследовали, может ли эмоциональная окраска слова в поле зрения влиять на скрытое внимание путем изменения траектории саккады (Weaver et al., 2011). Результаты показали, что влияние эмоционально окрашенных и нейтральных слов на кривизну саккады было одинаковым в интервале от 100 до 400 мс, однако на более позднем интервале (800 мс) стал статистически значимым.

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы более подробно изучить эффект, обнаруженный в исследовании М. Уивера и коллег (2011) на отрезке от 400 до 800 мс. В эксперименте приняли участие 13 человек. Движение глаз отслеживались с помощью EyeLink1000+ TowerMount. Стимульный материал включал 5 нейтральных и 5 табуированных слов, нормализованных по длине и частоте употребления.

Каждая проба начиналась с предъявления точки фиксации и трех прямоугольников справа, сверху и слева от точки фиксации (рис. 1) на 500 мс. Затем на 100 мс в правом или левом прямоугольнике появлялось слово. Наконец, после задержки в 400, 500, 600, 700 или 800 мс на месте точки фиксации появлялась стрелка, и участник производил саккаду из центра экрана на средний прямоугольник. Саккада исключалась из дальнейшего анализа, если была инициирована до появления стрелки или не заканчивалась в центре среднего прямоугольника.



Рис. 1. Процедура эксперимента

Траектория саккады измерялась путем вычисления угловых отклонений между прямой линией от начала саккады до цели и прямыми линиями от

начала саккады до каждого зафиксированного положения саккады. Основным эффектом значения слова составил  $F(1,9) = 0.51$ ,  $MSE = 0.1$ ,  $p = 0.5$ ,  $\eta^2 = 0.05$ , где суммарная величина саккадического отклонения для эмоциональных слов составила ( $M = 0.03^\circ$ ,  $SD = 0.22$ ), а для нейтральных ( $M = 0.06^\circ$ ,  $SD = 0.19$ ). Основным эффектом временных задержек составил  $F(4,36) = 2.94$ ,  $MSE = 0.05$ ,  $p = 0.03$ ,  $\eta^2 = 0.25$ , где средние значения отклонений для интервалов в 400, 500, 600, 700 и 800мс составили  $M = 0.04^\circ$ ,  $SD = 0.14$ ;  $M = 0.08^\circ$ ,  $SD = 0.21$ ;  $M = 0.01^\circ$ ,  $SD = 0.27$ ;  $M = 0.009^\circ$ ,  $SD = 0.21$ ;  $M = 0.05^\circ$ ,  $SD = 0.17$  соответственно. Взаимодействие эффектов значения слова и временных задержек для саккадических отклонений нивелировало эффект времени ( $F(4,36) = 0.84$ ,  $MSE = 0.07$ ,  $p = 0.5$ ,  $\eta^2 = 0.08$ ). Дополнительное сравнение двух крайних временных интервалов в 400 и 800 мс критерием Стьюдента ( $t(37.97) = -0.128$ ,  $p = 0.89$ ) также не показало значимых различий (рис. 2).

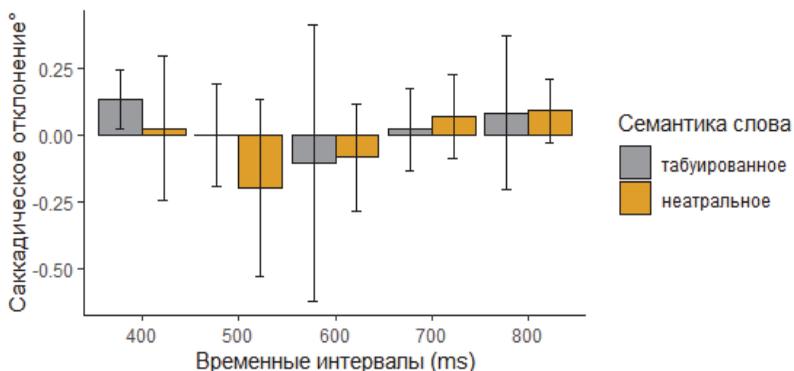


Рис. 2. Саккадическое отклонение для табуированных и нейтральных слов на временных задержках от 400 до 800 мс

Результаты свидетельствуют, что эффект семантики слова является более сложным, чем считалось ранее, и не может описываться линейной функцией от времени с момента предъявления стимула.

#### Список литературы

1. Cardoso-Leite P., & Gorea A. (2009). Comparison of perceptual and motor decisions via confidence judgments and saccade curvature. *Journal of neurophysiology*, 101(6). 2822-2836.
2. Doyle M., & Walker R. (2001). Curved saccade trajectories: Voluntary and reflexive saccades curve away from irrelevant distractors. *Experimental Brain Research*, 139(3). 333-344.

3. Nummenmaa L., Hyo'na J., Calvo M. (2009). Emotional Scene Content Drives the Saccade Generation System Reflexively. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2). 305-323.

4. Sheliga B.M., Riggio L., & Rizzolatti G. (1994). Orienting of attention and eye movements. *Experimental Brain Research*, 98(3). 507-522.

5. Schmidt J., Belopolsky A., Theeuwes J. (2012). The presence of threat affects saccade trajectories. *Visual Cognition*, 20:3. 284-299.

6. Weaver M.D., Lauwereyns J., Theeuwes J (2011). The effect of semantic information on saccade trajectory deviations. *Vision Research*, 51(10). 1124-1128.

## **Категоризация абстрактных и конкретных действий, описанных от первого и третьего лица<sup>1</sup>**

*М.Г. Колбенева\**, *Н.С. Варакина\*\**

*\*Институт психологии РАН, Москва, Россия*

*\*\*Государственный академический университет гуманитарных наук,  
Москва, Россия*

*kolbenevatarina@mail.ru*

Ключевые слова: *концепция воплощенного познания, индивидуальный опыт, категоризация абстрактных и конкретных действий, описание от первого и третьего лица.*

В концепциях, доказывающих телесную основу познания (концепции воплощенного познания, embodied cognition), предполагается, что использование человеком слов, обозначающих действия (их чтение, произнесение), активизирует индивидуальный опыт реализации этих действий. Эти представления соответствуют выдвинутому в рамках системно-эволюционного подхода (Швырков, 2006; Kolbeneva, Alexandrov, 2016) положению о том, что функциональные системы, сформированные при научении разным видам поведения, составляют структуру индивидуального опыта и актуализируются при реализации соответствующего поведения, будь то реализация поведения в среде или во внутреннем плане (воображение поведения, воспоминание о нем, в том числе при использовании слов, описывающих поведение). При этом в исследованиях показано, что использование слов, описывающих действия, может как ускорять, так и замедлять действия, реализуемые участниками исследований. Предполагается, что соответствие между характером действия, описанного словами, и характером

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено по госзаданию № 0159-2020-0001, ФГБУН «Институт психологии РАН».

действия, реализуемого человеком, ускоряет выполнение данного действия (action-sentence compatibility effect, Glenberg, Kaschak, 2002; Bergen, Wheeler, 2005; Borreggine, Kaschak, 2006; Alexopoulos, Ric, 2007; Aravena et al., 2010). Несоответствие между характером действия, описанного словами, и реализуемого человеком (например, по направлению движения, способу его реализации), приводит к тому, что происходит интерференция и реализация выполняемого человеком действия замедляется. В настоящем исследовании проверялась гипотеза о том, что важным фактором, определяющим скорость актуализации опыта действий, является описанное в предложении действующее лицо: сам человек выполняет действие или это делает другой человек. Предполагалось, что описание действий от первого лица может способствовать более быстрой актуализации у человека опыта этих действий, по сравнению с описанием действий от третьего лица.

*Выборка:* эмпирическое исследование было проведено на выборке из 55 человек (36 женщин и 19 мужчин в возрасте от 17 до 41 года, медиана = 20 лет), получающих или уже имеющих высшее образование.

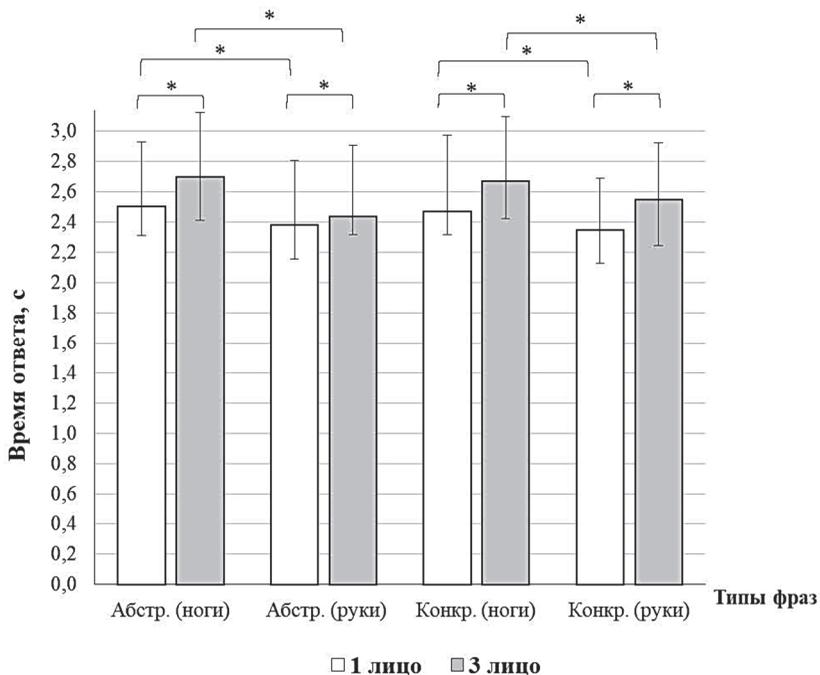
*Процедура исследования:* участнику предъявляли по одному предложению, каждое из которых описывало действие от первого или третьего лица. Ему необходимо было прочитать предложение вслух, а затем ответить устно «да» или «нет» в зависимости от того, может ли описанное в предложении происходить в жизни или нет. Перед тем, как ответить участник должен был нажать на крупную клавишу «Ответ готов» (6x18 см). Половина выборки (26 человек) нажимала на клавишу «Ответ готов» рукой, при этом клавиатура с клавишей располагалась на столе перед участником. а вторая половина (29 человек) – ногой, при этом клавиатура с аналогичной крупной клавишей располагалась под столом около ног участника. Для перехода к новому предложению участник нажимал крупную клавишу со стрелкой.

В ходе категоризации измерялось время ответа (время от момента предъявления предложения на экране до момента нажатия участником клавиши «Ответ готов»).

Предъявлялись осмысленные предложения 4 типов (по 22 предложения для каждого типа), описывающие: 1) конкретные действия, выполняемые ногами (например, «Я подхожу к магазину»); 2) абстрактные действия, описанные теми же глаголами, что и конкретные действия, выполняемые ногами (идиоматические выражения, например, «Я подхожу под описание»); 3) конкретные действия, выполняемые руками (например, «Она закрывает эту дверь»); 4) абстрактные действия, описанные теми же глаголами, что и конкретные действия, выполняемые руками (например, «Она закрывает эту тему»). Каждая ситуация описывалась дважды: один раз от первого лица, а второй раз – от третьего лица. Таким образом, каждому участнику предъявляли в случайном порядке 176 осмысленных предложений, описывающих реальные ситуации в настоящем времени, а также 176 бессмысленных

предложений, в которых был использован неверный глагол из числа тех, что использовались в осмысленных предложениях. Род местоимения третьего лица, использованного в предложениях, соответствовал полу участника исследования.

*Результаты.* Было показано, что категоризация абстрактных и конкретных действий, описанных от 1 лица, занимает меньше времени, чем категоризация этих же действий, описанных от 3 лица (см. рисунок) вне зависимости от того, описывает ли предложение конкретные действия, выполняемые с помощью рук или с помощью ног, или абстрактные действия, описанные с помощью тех же глаголов. Это указывает на то, что оценка действий другого человека является более сложным (более дифференцированным) опытом, по сравнению с оценкой собственных действий (как конкретных, так и абстрактных).



*Примечание:* каждый столбец построен на основе медианного значения и межквартильного размаха, все различия, помеченные звездочкой, выявлены с помощью критерия Вилкоксона и значимы при  $p < 0.001$ .

Обнаруженные в исследовании данные о том, что формулировки от первого лица быстрее понимаются, чем те же формулировки, но с позиции третьего лица могут найти практическое применение в педагогике и в информационной сфере в целом.

### **Асимметрия экспрессии генов в префронтальной коре человека**

*О.И. Ефимова<sup>1</sup>, К.А. Павлов<sup>3</sup>, М.С. Качановский<sup>4</sup>,*

*А.Ф. Аюпова<sup>1</sup>, Я.А. Зоркина<sup>2,3</sup>,*

*А.Ю. Морозова<sup>2,3</sup>, Д.С. Андреюк<sup>2</sup>, Г.П. Костюк<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н.А. Алексеева»*

*Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии  
и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России, Москва, Россия*

*<sup>4</sup>ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России»,*

*Москва, Россия*

*[o.efimova@skoltech.ru](mailto:o.efimova@skoltech.ru)*

*Ключевые слова: префронтальная кора, асимметрия экспрессии, неокортекс.*

Развитая межполушарная асимметрия считается уникальным признаком человеческого мозга (Xiang et al. 2019). Анатомическая и функциональная асимметрия мозга человека позволила более эффективно реализовать специализированные функции и снизить избыточность в условиях высокой сложности социальной и экологической среды (Corballis 2019; Neubauer et al. 2020). Однако, исследования асимметрии мозга человека на уровне экспрессии генов редки и демонстрируют противоречивые результаты.

В ранних исследованиях было показано, что экспрессия генов в неокортексе человека глобально симметрична (Hawrylycz et al. 2012; Pletikos, et al. 2014). Позднее в верхней доле височной коры был обнаружен функциональный кластер генов, имеющий дифференциальную экспрессию генов в разных полушариях человека. Интересно, что ни один модуль не выявил различий в уровне экспрессии между левой и правой височной корой макака (Muntané et al. 2017). Также стали детально известны эпигенетические механизмы асимметричного созревания мозга на ранних стадиях развития человека, в том числе более быстрого созревания коры правого полушария (de Kovel et al. 2018; Schmitz et al. 2019).

Сравнительный анализ транскриптомов префронтальной коры (BA10) левого и правого полушарий человека позволил идентифицировать более 60 генов, имеющих дифференциальный уровень экспрессии (Dolina et al. 2017). Затем там же было выявлено 24 дифференциально экспрессирующихся микроРНК (Velichkovsky et al, 2020).

Предполагается, что обнаруженная асимметрия экспрессии генов обусловлена вычислительным преимуществом разделения нейронных субстратов для обработки новой информации («исследование»), опосредованной преимущественно правым полушарием, и обработки с опорой на установленные когнитивные процедуры и представления («эксплуатация»), опосредованной преимущественно левым полушарием (Velichkovsky et al, 2020). Однако, вопрос о функциональной значимости дифференциальной экспрессии обнаруженных генов в префронтальной коре человека остается открытым.

Целью настоящей работы было выяснить, меняется ли асимметрия экспрессии генов в префронтальной коре левого и правого полушария мозга при психических нарушениях, а именно у больных шизофренией.

Сравнивали уровень экспрессии восьми генов из числа дифференциально экспрессирующихся генов, выявленных в работе (Dolina et al. 2017): ZBTB20 (zinc finger and BTB domain containing 20), ATF5 (activating transcription factor 5), FOS (Fos proto-oncogene, AP-1 transcription factor subunit), PDK4 (pyruvate dehydrogenase kinase 4), GADD45G (growth arrest and DNA damage inducible gamma), CD44 (CD44 molecule (Indian blood group) и AQP1 (aquaporin 1 (Colton blood group) билатерально в префронтальной коре (BA10) мозга больных шизофренией (n = 4,75 % мужчин, 25 % женщин, возраст 57,25±8.33 лет) методом RT-qPCR по стандартной методике.

Полученные результаты показали, что у больных шизофренией уровень экспрессии ZBTB20, ATF5, PDK4, GADD45G, CD44 и AQP1 в префронтальной коре (BA10) в левом и правом полушарии достоверно не отличался, а экспрессия гена FOS в BA10 имела межполушарную асимметрию.

Таким образом, была обнаружена низкая асимметрия экспрессии генов ZBTB20, ATF5, PDK4, GADD45G, CD44 и AQP1 в префронтальной коре мозга человека при шизофрении. Это контрастирует с данными об асимметрии экспрессии этих генов в этом регионе мозга здорового человека. Можно предположить ключевую роль асимметрии экспрессии этих генов в снижении когнитивных функций и социальной адаптации. В пользу данного предположения свидетельствует снижение функциональной асимметрии коннектома мозга при шизофрении (Sun et al, 2017) и при нормальном старении (Dolcos et al, 2002). Полученные результаты хорошо согласуются с гипотезой (Liu et al. 2016) о том, что в основе когнитивного снижения

лежат эволюционно новые молекулярно-генетические механизмы функционирования мозга.

#### *Список литературы*

1. Corballis M.C. 2019. Evolution of cerebral asymmetry. *Progress in Brain Research*. 250, 153-178.
2. de Kovel C.G.F., Lisgo S.N., Fisher S.E., Francks C. 2018. Subtle left-right asymmetry of gene expression profiles in embryonic and foetal human brains. *Scientific Reports*. 8, 12606.
3. Dolcos F., Rice H.J., Cabeza R. 2002. Hemispheric asymmetry and aging: right hemisphere decline or asymmetry reduction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 26(7), 819-25.
4. Dolina I.A., Efimova O.I., Kildyushov E.M., Sokolov A.S., Khaitovich P.E., Nedoluzhko A.V., Sharko F.S., Velichkovsky B.M. 2017. Exploring terra incognita of cognitive science: Lateralization of gene expression at the frontal pole of the human brain. *Psychology in Russia: State of the Art*. 10(3), 231–247.
5. Hawrylycz M.J., Lein E.S., Guillozet-Bongaarts A.L., Shen E.H., Ng L., Miller J.A., et al. An anatomically comprehensive atlas of the adult human brain transcriptome. *Nature* 489 (7416): 391-399, 2012.
6. Liu X., Han D., Somel M., Jiang X., Hu H., Guijarro P., Zhang N., Mitchell A., Halene T., Ely J.J., Sherwood C.C., Hof P.R., Qiu Z., Pääbo S., Akbarian S., Khaitovich P. 2016. Disruption of an Evolutionarily Novel Synaptic Expression Pattern in Autism. *PLoS Biol.* 14(9), e1002558.
7. Muntané G., Santpere G., Verendeev A., Seeley W.W., Jacobs B., Hopkins W.D., Navarro A., Sherwood C.C. 2017. Interhemispheric gene expression differences in the cerebral cortex of humans and macaque monkeys. *Brain Structure and Function*. 222(7), 3241-3254.
8. Neubauer S., Gunz P., Scott N.A., Hublin J.J., Mitteroecker P. 2020. Evolution of brain lateralization: A shared hominid pattern of endocranial asymmetry is much more variable in humans than in great apes. *Science Advances*. 6(7), eaax9935.
9. Pletikos M., Sousa A.M., Sedmak G., Meyer K.A., Zhu Y., Cheng F., et al. Temporal specification and bilaterality of human neocortical topographic gene expression. *Neuron* 81 (2): 321-332, 2014. Schmitz J., Güntürkün O., Ocklenburg S. 2019. Building an Asymmetrical Brain: The Molecular Perspective. *Frontiers in Psychology*. 10, 982.
10. Sun Y., Chen Y., Collinson S.L., Bezerianos A., Sim K. 2017. Reduced hemispheric asymmetry of brain anatomical networks is linked to schizophrenia: A connectome study. *Cerebral Cortex*. 27, 602-615.
11. Velichkovsky B.M., Nedoluzhko A.V., Goldberg E., Korosteleva A.N., Efimova O.I., Sharaev M.G., Ushakov V.L. 2020. New Insights into the Human Brain's Cognitive Organization: Views from the Top, from the Bottom, from the Left and, particularly, from the Right. *Procedia Computer Science*. 169, 547-557.
12. Xiang L., Crow T., Roberts N. 2019. Cerebral torque is human specific and unrelated to brain size. *Brain Structure and Function*. 224(3), 1141-1150.

## **P300 как показатель сдвига внимания на связанные с алкоголем стимулы у лиц с зависимостью от алкоголя<sup>1</sup>**

*А.А. Березина<sup>1,2</sup>, А.Н. Гвоздецкий<sup>2</sup>, С.Г. Климанова<sup>1,2</sup>, А.В. Трусова<sup>2,1</sup>*

*<sup>1</sup>НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева Минздрава России,  
Санкт-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия  
aneta.berezina@gmail.com*

Ключевые слова: *P300, сдвиг внимания, алкогольная зависимость.*

Одним из когнитивных механизмов формирования алкогольной зависимости (АЗ), выступает алкоголь-ассоциированный сдвиг внимания («attentional bias») (ААСВ) (Field et al., 2009). Распространено объяснение этого явления теорией поощрения-сенсibilизации (incentive-sensitization theory) (Robinson & Berridge, 1993), которая постулирует, что при зависимости происходит развитие гиперчувствительности к мотивирующим свойствам потребляемого вещества и связанным с ним стимулов как поощрения. Следствиями этого выступают усиление сдвига внимания по отношению к употребляемому веществу, поведение «приближения» («approach behaviour»). Поведенческие проявления гиперчувствительности от отражают имплицитные (бессознательное желание) и эксплицитные (осознаваемое влечение) характеристики влечения (Stacy&Wiers, 2010). При этом, что имплицитные характеристики влечения включают не только тенденцию «приближения» к алкоголю, но и дополняющую её тенденцию к его избеганию («avoidance») (Stacy&Wiers, 2010), которые могут оцениваться через измерение сдвига внимания. Предполагается, что существует 2 вида ААСВ: автоматическое переключение внимания («shifting of attention», которое проявляется при краткой демонстрации стимула < 200 мс); избегание стимула («attention avoidance», демонстрация > 500 мс) (Field et al., 2008). Обнаружена связь между соотношением этих вариантов ААСВ и тяжестью зависимости (Field et al., 2008). Разделение видов ААСВ позволяет объяснить то, что некоторым авторам не удается его обнаружить у лиц с зависимостью (Field et al., 2008). Существует другое объяснение этого явления. На то, что ААСВ не существует как самостоятельный феномен, указывают сторонники концепции контроля селективности внимания, связанной со

---

<sup>1</sup> Исследование проводится при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-01237.

значимостью стимула (value-driven attentional capture) (Anderson, 2013, 2016). Одним из 5 выделенных Anderson признаков отсутствия отдельного феномена ААСВ выступает то, что он проявляется только в случае конфликта предъявляемого стимула с условиями выполняемой когнитивной задачи. Таким образом, логично предположить ААСВ вне условий конфликта с условиями выполняемого задания может указывать на его специфичность. Наличие ААСВ у лиц с АЗ в условиях отсутствия конфликта с условиями задания и проявление ААСВ при длительной экспозиции стимула может рассматриваться как подтверждение самостоятельности этого феномена. Считается, что ААСВ чаще проявляется при измерении электрофизиологической реактивности, в частности регистрации вызванных потенциалов (ВП) (Field et al., 2009). Измерение P300 как коррелят сдвига внимания распространено, в отличие от N200 отражает разнонаправленные тенденции в его колебании (Han et al., 2014). Цель работы – сравнение амплитуды вызванного потенциала P300 на связанные с алкоголем и нейтральные стимулы у лиц с АЗ. Материалы и методы. Выборку составили 30 человек с АЗ, проходивших лечение в НМИЦ ПН имени В.М. Бехтерева (из них 4 женщины, 13,3 %). Средний возраст – 39,8(10,4) М(σ) лет. Процедура исследования включала последовательный просмотр испытуемыми 2-х серий изображений с безалкогольными и алкогольными напитками. Каждая серия – 45 предъявлений. Время экспозиции – 1000 мс, межстимульный интервал – 300–600 мс. Использовалась программа построения психологических экспериментов (The Psychology Experiment Building Language, PEBL) (Mueller&Piper, 2014). Использовался 21 – канальный электроэнцефалограф «Мицар-201» с программным обеспечением «Win EEG v.2.4». Электроды устанавливались согласно международной системе 10/20 (Jasper, 1958), монтаж – монополярный. Анализ данных проводился с помощью программы MATLAB версии R2019b. Сигнал ЭЭГ был отфильтрован до частоты от 0 до 50 Гц. Работа с артефактами проводилась вручную и с использованием пакета FieldTrip версии aa92b9f с анализом независимых компонент. Сравнение P300 по отведениям проводилось с использованием парного t-критерия Стьюдента с пермутацией. Результаты. Значимо более позитивными были показатели амплитуды P300 в ответ на нейтральные стимулы по сравнению с ответом на алкогольные стимулы в следующих отведениях: Fpz ( $p = 0,016$ ), Fz ( $p = 0,041$ ), P4 ( $p = 0,039$ ), P7 ( $p = 0,036$ ), P8 ( $p = 0,019$ ). Обсуждение. Увеличение амплитуды P300 может отражать «усиление» внимания по отношению к определенному типу стимулов (Field et al., 2009). Полученные в текущем исследовании результаты указывают на усиление тенденции к избеганию связанных с алкоголем стимулов у лиц с зависимостью от алкоголя, находящихся на этапе стационарного лечения (Field et al., 2008), что соответствует современным

данным о механизмах ААСВ у лиц с АЗ и входит в противоречие с концепцией Андерсона (2013). Следует указать на клиническую значимость ААСВ, так как в сходных исследованиях усиление тенденции избегать связанные с алкоголем стимулы была ассоциирована с большим употреблением алкоголя в последующем (Field et al., 2016). Ограничения: отсутствие контрольной группы; малое количество предъявлений.

#### *Список литературы*

1. Anderson B.A. 2013. A value-driven mechanism of attentional selection. *Journal of vision*, 13(3). 7.
2. Anderson B.A. 2016. What is abnormal about addiction-related attentional biases? *Drug and alcohol dependence*, 167. 8–14.
3. Field M., Schoenmakers T., Wiers R.W. 2008. Cognitive processes in alcohol binges: a review and research agenda. *Current drug abuse reviews*, 1(3). 263–279.
4. Field M., Munafò M.R., Franken I.H. 2009. A meta-analytic investigation of the relationship between attentional bias and subjective craving in substance abuse. *Psychological bulletin*, 135(4). 589–607.
5. Field M., Di Lemma L., Christiansen P., Dickson J. 2017. Automatic avoidance tendencies for alcohol cues predict drinking after detoxification treatment in alcohol dependence. *Psychology of Addictive Behaviors*, 31(2). 171-179.
6. Jasper H.H. 1958. The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10. 371-375.
7. Han H.Y., Gan T., Li P., Li Z.J., Guo M., Yao S.M. 2014. Attentional bias modulation by reappraisal in patients with generalized anxiety disorder: an event-related potential study. *Brazilian journal of medical and biological research*, 47(7). 576–583.
8. Mueller S.T., Piper B.J. 2014. The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of neuroscience methods*, 222. 250–259.
9. Robinson T.E, Berridge K.C. The neural basis of drug craving: An incentive-sensitization theory of addiction. *Brain Research Reviews*. 1993;18:247–291.
10. Stacy A.W., Wiers R.W. 2010. Implicit cognition and addiction: a tool for explaining paradoxical behavior. *Annual review of clinical psychology*, 6. 551–575.

## Когнитивные механизмы семантической деривации в сфере зрительного восприятия

А.А. Зализняк

Институт языкознания РАН, Москва, Россия

ФИЦ ИУ РАН, Москва, Россия

anna.zalizniak@gmail.com

Ключевые слова: *зрительное восприятие, семантическая деривация, имплицативный переход, метафорический переход.*

Эффективным инструментом исследования когнитивных механизмов языковой концептуализации представляется понятие *семантического перехода*, понимаемого как объединение – в форме диахронической семантической эволюции, синхронной полисемии, морфологической деривации и некоторых других – двух различных языковых значений (см. Зализняк 2001, Zalizniak 2018). В докладе использован материал из Базы данных семантических переходов в языках мира ([www.datsemshift.ru](http://www.datsemshift.ru)), свидетельствующий о том, что язык трактует зрительное восприятие как источник всех базовых ментальных состояний – знания, понимания и мнения (в том числе – ошибочного): из сферы зрительного восприятия значение сдвигается в *умозрительную* область ментальных состояний с нечеткими внутренними границами.

Возможности семантической деривации глаголов с исходным значением ‘видеть’ на материале различных языков много обсуждались в литературе – как в плане синхронных отношений семантической деривации (ср. Падучева 2004: 197-255), так и в плане диахронии (ср. Sweetser 1990: 23-48), в том числе, в аспекте грамматикализации (ср. Bolly 2012 о франц. дискурсивной единице *tu vois*). Нас здесь будет интересовать лишь вопрос о когнитивных механизмах наблюдаемых в данной сфере семантических переходов. А именно, здесь имеется два базовых механизма, которые условно можно обозначить как «имплицативный» и «метафорический».

1. Семантический переход ‘видеть’ → ‘знать’ среди и-е. языков демонстрирует, прежде всего, основа *\*ueid-* ‘видеть’, к которой восходит лат. *video* и его романские потомки (в значении ‘видеть’); в др.-греческом форма инфинитива (ἰδεῖν), как и форма аориста 2 (εἶδον), означает ‘видеть’, тот же глагол в форме перфекта (οἶδα), употребляется в роли наст. времени глагола со значением ‘знать’. В германских языках в словах, восходящих к этой основе, представлено только значение ‘знать’: ср. нем *wissen*, исл. *vita* ‘знать’; англ. *wit* ‘ум, разум, остроумие’, *wisdom* ‘мудрость’ и др. В русском и других славянских языках данный семантический переход представлен

когнатами *видеть* и *ведать* (*весть, сведение, сведущий* и т.д.), ср. также белорус. *ведаць*, польск. *wiedzieć*, словенск. *vet* и др., означающие ‘знать’. Все перечисленные факты демонстрируют реализацию обсуждаемого семантического перехода в форме семантической эволюции или когнатов. Когнитивный механизм этого перехода – **имплицативный**: когда я нечто увидел, следствием этого является сохраняющийся в момент речи результат данного события – состояние ‘я знаю’. На уровне синхронной полисемии имплицативный механизм работает в конструкции с изъяснительным придаточным (*Я видел, что он входил в подъезд*), где объектом установки является сама «увиденная» ситуация, которая в контексте придаточного с *что* превращается в «факт» (ср. Wierzbicka 1988: 132, Кобозева 1988: 86); глагол *видеть* в таких употреблениях приобретает компонент ‘знать’ в качестве имплицативного.

Иной механизм реализуется в употреблениях типа *Я не вижу причин для отказа*, где *видеть* обозначает «умозрительное» знание (ср. значение 5.4 ‘знать’ глагола *видеть* по Апресян (ред.), 2014: 121). В этом случае в качестве объекта глагола *видеть* выступает не сама «увиденная» ситуация, а результат некоего размышления или вывода (в общем случае, не связанного ни с какими перцептивными данными); связь с исходным значением зрительного восприятия здесь – **метафорическая**: я это *как бы* вижу, вижу «внутренним взором». Этот механизм является мощным инструментом языковой концептуализации для всей ментальной сферы: с помощью метафоры «внутреннего взора» язык представляет широкий спектр ментальных состояний с нечеткими внутренними границами. Соотнесение их с категориями знания, понимания или мнения, во-первых, частично определяется характером подчиненной пропозиции, во-вторых, носит достаточно условный характер, так как соответствие здесь является неполным. Метафорический механизм переноса из сферы зрительного восприятия в ментальную является, по-видимому, универсальным: употребления типа др.-греч. ὁπῶ μ' ἔτῳον δεῖνὸν ἐξεῖταζέμενῃν Soph. – букв. ‘я вижу, что совершила ужасное дело’, норв. *så vidt jeg kan se, skulle det gå bra* – букв. ‘я могу видеть, что все будет хорошо’; итал. *vedo bene che non ci riesco* – букв. ‘я хорошо вижу, что не могу этого сделать’ и др.) и т.п. в той или иной мере допустимы для любого глагола с исходным значением ‘видеть’.

2. Дальнейший этап семантической эволюции от исходного значения зрительного восприятия демонстрируют производные от глагола *видеть* модальные операторы *очевидно, по-видимому* и *видимо* (ср. также англ. *evidently, apparently*, франц. *visiblement, apparemment*). Хотя диахронически основанием для уверенного утверждения здесь является зрительное впечатление, в актуальной семантике всех этих слов компонент апелляции к зрительному восприятию утрачен. Более того, они находятся за пределами не только сферы зрительного восприятия, но также и ментальной сферы: они

не обозначают никакого ментального состояния, а лишь оценку вероятности того, что обсуждаемая ситуация имеет место. При этом оценка вероятности, в соответствии с имеющейся общей тенденцией (ср. франц. *sans doute*, русс. *наверное*) эволюционирует в сторону «снижения достоверности», т.е. происходит переход от уверенного утверждения к менее уверенному предположению. Единицы *по-видимому* и *видимо* в современном русском языке являются вводными словами, выражающими предположение, которое представляет собой умозаключение, основанное на обработке каких-то данных, при этом преимущественно не перцептивных. В XIX в. оба эти слова имели значение интерпретации зрительного впечатления (= ‘на основании внешних признаков можно сделать вывод, что...’); при этом этот вывод мог оказаться ошибочным. Переход от зрительного впечатления к ошибочному мнению широко распространен, ср. *сделать вид, привидеться; с виду (он хорош, да зелен), видимость*, и т.п. Переход от нейтрального мнения к однозначно ошибочному регулярно воспроизводится также в семантике различных глаголов мнения и их производных.

#### Список литературы

1. Апресян Ю.Д. (ред.) 2014. Активный словарь русского языка. Т. 2. М.
2. Зализняк Анна А. 2001. Семантическая деривация в синхронии и диахронии: проект создания «Каталога семантических переходов» // Вопросы языкознания. № 2. 13-25.
3. Кобозева И.М. 1988. Отрицание в предложениях с предикатами восприятия, мнения и знания // Логический анализ языка. Знание и мнение. М. С. 82-97.
4. Падучева Е.В. 2004. Динамические модели в семантике лексики. М.
5. Bolly C. 2012. Du verbe de perception visuelle au marqueur parenthétique ‘tu vois’: Grammaticalisation et changement linguistique. In: Journal of French Language Studies 22(2). 143-164.
6. Sweetser E.E. 1990. From etymology to pragmatics. Cambridge studies in linguistics. 54. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
7. Wierzbicka A. 1988. The semantics of Grammar. Amsterdam: John Benjamins Publishing. Zalizniak Anna A. 2018 The Catalogue of Semantic Shifts: 20 years later // Вестник РУДН. Сер. Лингвистика. 2018. Vol. 22 (4). 770-786.

## Непрерывность в семантике: лексико-типологические свидетельства<sup>1</sup>

*Т.И. Резникова, Д.А. Рыжова*  
*Национальный исследовательский университет*  
*«Высшая школа экономики», Москва, Россия*  
*[tanja.reznikova@gmail.com](mailto:tanja.reznikova@gmail.com); [daria.ryzhova@mail.ru](mailto:daria.ryzhova@mail.ru)*

Ключевые слова: *лексико-топологические свидетельства, семантические поля, языковые поля, языковые семьи, семантическая смежность.*

Исследования в области лексической семантики обычно исходят из возможности разбиения словаря естественного языка на таксономические классы. Это представление унаследовано прежде всего от структуралистов, разрабатывавших понятие семантического поля (см. Trier 1931, Lehrer 1974), но проявилось и в рамках других теоретических направлений (ср., в частности, понятие концептуального домена в когнитивной традиции, см. Lakoff, Johnson 1980, Langacker 1987). Действительно, говоря о наименованиях частей тела, глаголах эмоций или звука, прилагательных цвета или размера, представители самых разных исследовательских школ подразумевают существование в лексике некоторых классов с ясно очерченными границами.

Идея границ между классами фигурирует и в трактовке базовых семантических терминов – метонимии и метафоры. Так, в когнитивной парадигме метонимия, как известно, определяется как переход внутри домена, а метафора – как переход через его границы (см., напр., Lakoff, Johnson 1980, Croft 1993). Тем самым имеется в виду, что границы между полями так или иначе заданы; их нарушение (т.е. пересечение полей) в принципе возможно, но ощущается как метафорический сдвиг в значении слова.

Между тем, материал лексико-типологического анализа показывает, что случаи пересечения семантических полей не ограничиваются метафорическими переносами, т.е. связями между конкретными и абстрактными доменами. Связи прослеживаются и внутри зоны конкретной лексики: одна и та же экстралингвистическая ситуация может покрываться лексемами, принадлежащими к разным семантическим полям. Так, густота вещества, с одной стороны, описывается прилагательными консистенции (рус. густой, калмыцк. өткн), с другой – прилагательными размера (англ. thick, груз. skheli). Действие, в результате которого внешний наблюдатель перестает видеть глаза субъекта, иногда передается глаголом из зоны ‘прятать’ (рус.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 20-012-00240.

спрятать <глаза под козырьком>), а иногда – лексемой из зоны ‘накрыть’ (литовск. *dėngti*).

Подобные пересечения полей происходят за счет того, что ситуации внеязыковой действительности часто включают в себя разные аспекты, каждый из которых соотносится со своей семантической зоной. В зависимости от способа лексификации профилируется тот или иной аспект общей ситуации, и вся она попадает в соответствующее поле. Так, ситуация ‘спрятать глаза’, с одной стороны, подразумевает определенную цель (сделать глаза невидимыми для кого-то – отсюда глагол типа ‘спрятать’), а с другой – способ достижения этой цели (‘накрыть’). Очевидно, что в таком пересечении полей невозможно усмотреть метафору. Напротив, профилирование хорошо известно как механизм метонимического переноса (ср. Падучева 2004, Кустова 2004), однако метонимия, согласно классическому определению, не выходит за границы поля. Тем не менее лексико-типологическая перспектива легко позволяет обнаружить семантическую смежность не только внутри одного домена, но и между разными доменами.

В докладе эффекты смежности такого рода будут подробно рассматриваться на материале глаголов падения – неконтролируемого перемещения в воздушной среде вниз без контакта с поверхностью под действием силы тяжести. Материалом для исследования послужили данные свыше 40 языков, представляющих 12 языковых семей, в т. ч. индоевропейскую, уральскую, чукотско-камчатскую, тюркскую, нахско- дагестанскую, семитскую, сино-тибетскую, австронезийскую и др., а также языки-изоляты (баскский, корейский) и русский жестовый язык. Источниками языкового материала послужили словарные и корпусные данные и результаты опроса информантов, который эксперты по соответствующим языкам проводили с использованием единой анкеты, разработанной в рамках проекта.

Анализ полученных данных показал, что наиболее релевантными для лексических противопоставлений в поле падения являются 4 типа ситуации (в нашей терминологии – фрейма, см. Рахилина, Резникова 2013):

- 1) падение с высоты (‘вдруг откуда-то сверху нам под ноги упал мяч’),
- 2) потеря вертикальной ориентации (‘спиленное дерево упало на землю’),
- 3) открепление из фиксированного положения (‘платье упало с вешалки’),
- 4) разрушение (‘здание рухнуло при землетрясении’).

Языки либо реализуют в этой зоне доминантную стратегию, используя один глагол для всех типов падения (ср. греч. *réfto*), либо лексически выделяют какие-то из фреймов (в предельном случае, как, например, в адыгейской системе, каждый тип ситуации описывается отдельным глаголом). Если такое выделение имеет место, то оно может осуществляться, во-пер-

вых, за счет специальных лексем, значение которых сводится к определенному фрейму падения (ср. японский глагол *taoeru*, закрепленный за потерей вертикальной ориентации). Во-вторых, для описания фрейма может привлекаться глагол из другого семантического поля – случаи такого рода как раз и отражают интересующие нас здесь эффекты семантической смежности.

Существенно, что каждый из фреймов задействует свой набор смежных доменов. Так, падение с высоты предполагает резкое столкновение с поверхностью – отсюда использование в ряде языков глаголов с семантикой ‘ударить(ся)’ (ср., например, шугнанский глагол *ðêdow* ‘стучать/ударить’). Кроме того, упавший объект неожиданно начинает находиться в новом месте – в конечной точке движения, и эта идея тоже может лежать в основе лексикализации, мотивируя появление в этой зоне лексем типа ‘очутиться/оказаться’. В свою очередь, потеря вертикальной ориентации может быть связана с полем вращения, так как поворот – это первая фаза падения вертикальных объектов (ср. шугнанск. *gãxtow* ‘поворачивать/падать <напр., о дереве>’), или с полем отделения, поскольку существенным для такого падения является потеря контакта с поверхностью (ср. агульский корень *-at’as* ‘отрывать’, выражающий падение неодушевленных вертикальных объектов).

В целом материал поля падения наглядно показывает, что смежность семантических полей носит системный характер и обнаруживает типологически регулярные и когнитивно мотивированные модели, тем самым можно говорить о непрерывности как основополагающем принципе организации семантического пространства.

#### *Список литературы*

1. Croft W. 1993. The role of domains in the interpretation of metaphors and metonymies. *Cognitive Linguistics* 4. 335-370.
2. Lakoff G., Johnson M. 1980. *Metaphors We Live by*. Chicago: University of Chicago Press.
3. Langacker, R. 1987. *Foundations of Cognitive Grammar, Volume 1, Theoretical Prerequisites*. Stanford: Stanford University Press.
4. Lehrer A. 1974. *Semantic Fields and Lexical Structure*. Amsterdam: North Holland.
5. Trier J. 1931. *Der deutsche Wortschatz im Sinnbezirk des Verstandes*. Heidelberg: C. Winter.
6. Кустова Г.И. 2004. Типы производных значений и механизмы языкового расширения. М: Языки славянской культуры.
7. Падучева Е.В. 2004. Динамические модели в семантике лексики. – М.: Языки славянской культуры.
8. Рахилина Е.В., Резникова Т.И. 2013. Фреймовый подход к лексической типологии // *Вопросы языкознания* 2, 3-31.

## Искусственный мозг и искусственный разум гуманоидных роботов

*Л.А. Станкевич*

*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,  
С-Петербург, Россия  
Stankevich\_lev@inbox.ru*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, искусственный разум, гуманоидные роботы.*

В этой работе обсуждается проблема и пути технической имитации мозга и разумного поведения человека, в контексте создания искусственного мозга и искусственного разума робота с применением когнитивных технологий. При этом предполагается, что базовым носителем искусственного разума будет искусственный мозг, построенный на сетевых вычислительных средствах. Такая имитация перспективна для будущей робототехники. Гуманоидные роботы с искусственным разумом могут иметь действительно человекоподобное поведение и способность на равных функционировать в среде людей, выполняя их работу и общаясь с ними.

Исследования, направленные на разработку искусственного мозга роботов ведутся широким фронтом. Свидетельством этому являются проекты искусственного мозга COGMOS (Taylor, 2010) и интеллектуальной системы беспилотных аппаратов и роботов (Albus and Barbera, 2005).

Понятие искусственного разума было введено в работе (Станкевич и Юревич, 2012), где предлагалось рассматривать искусственный разум как техническую имитацию (воспроизведение) разумного поведения человека. Позднее было введено понятие искусственной психики (Шумский, 2019), которая, по мнению автора, является единой системой, объединяющей освоенные машинами когнитивные навыки. Предполагается, что искусственная психика 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 в идеале должен быть действующей моделью мозга человека. По аналогии с главной единицей клеточных структур мозга – нейроном, искусственный мозг должен быть реализован на искусственных нейронах, имитирующих нейроны мозга. Трудность состоит в том, что биологический нейрон – минимальная живая сущность, которая не просто собирает входные сигналы и передает дальше результат, а борется за свою жизнь в содружестве с другими нейронами. Имеют место попытки

моделировать биологические нейроны программно или даже аппаратно и строить на них, так называемые, нейроморфные вычислители (Krichmar and Edelman, 2006). Но пока такие вычислители не считаются эффективным средством для создания действующей модели мозга. В настоящее время, вероятно, более приемлемо не моделировать мозг на базе биоподобных моделей нейронов, а рационально использовать современные сетевые вычислители, реализованные на множестве кластеров, составленных в свою очередь из гетерогенных многоядерных процессоров.

Искусственный разум основан на технической имитации разумного поведения человека и проявляется как результат работы искусственного мозга. Он должен обеспечить разумным роботам некоторые когнитивные и даже креативные способности при восприятии информации и формировании поведения. Это требует моделирования психических процессов мышления и сознания (Станкевич, 2014). При этом сознание можно определить как результат мышления в плане осознания того, что воспринимается разумом, а мышление – как реализацию психических процессов целенаправленной обработки информации при решении различных задач. Конечно, эти определения спорны и могут вызвать критику как психологов и физиологов, так и специалистов по искусственному интеллекту. Искусственный разум может быть реализован как сеть когнитивных структур, из которых состоят (виртуальные) когнитивные агенты, образующие когнитивные системы (Станкевич, 2006). Для этого, вероятно, можно использовать сетевые вычислительные средства, способные решать задачи ассоциативным способом непосредственно в памяти.

Основа искусственного разума – когнитивные и креативные модели и методы (Станкевич, 2019). Когнитивные модели реализуют познание и мышление на основе сетевых адаптивных аппроксиматоров. Можно выделить логические и функциональные модели с ассоциативной памятью и выводом. Когнитивные методы – основа когнитивных моделей. Можно выделить методы восприятия и хранения информации, поиска в памяти по внутренним и внешним запросам, формирования поведений разного типа (при общении, навигации, индивидуальном и коллективном решении задач и пр.). Когнитивные модели предполагают обучение и самоорганизацию. Обучение основано на методах структурной и параметрической настройки и адаптации когнитивных моделей путем оптимизации по определенным критериям. Самоорганизация производится методами функционального и топологического конструирования сетевых структур, определяемых новыми целями. Креативные модели реализуют творческие процессы. В определенной степени их можно считать когнитивными моделями, ориентированными на генерацию чего-то нового, что не было заложено при проектировании системы или это новое возникло при обработке поступающих данных.

Таким образом, искусственный мозг может быть реализован на базе сетевых гетерогенных вычислителей, а в перспективе – на нейроморфных вычислителях с иерархической сетевой структурой, которые уже используются для управления роботами (Бахшиев и Станкевич, 2014). Искусственный разум может быть реализован в искусственном мозге программно с использованием виртуализации, на базе специализированной операционной системы. При этом искусственный разум гуманоидного робота может иметь архитектуру многоагентной системы с виртуальными когнитивными агентами, которые решают задачи восприятия и хранения информации, а также ее обработки и формирования целенаправленных поведений.

#### *Список литературы*

1. Бахшиев А.В., Л.А. Станкевич, 2014. Нейроморфные системы управления роботами // Робототехника и техническая кибернетика. № 2(3). С-Пб.: Изд-во ЦНИИРТК. 40-44.
2. Станкевич Л.А., 2006. Когнитивный подход к управлению гуманоидными роботами // От моделей поведения к искусственному интеллекту (под ред. Редько В.Г.). М.: КомКнига. 386-443.
3. Станкевич Л.А., Юревич Е.И., 2012. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике. Учебное пособие. С-Пб.: Изд-во СПбГПУ. 166 с.
4. Станкевич Л.А., 2014. Роботы и мышление // Подходы к моделированию мышления (под ред. Редько В.Г.). Синергетика: от прошлого к будущему, №70, Науки об искусственном, № 13. М.: ЛЕНАРД. 262-304.
5. Станкевич Л.А., 2019. Когнитивные системы и роботы: монография / Л.А. Станкевич. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 631 с.
6. Шумский С.А., 2019. Машинный интеллект. Очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта / С.А. Шумский. – М.: РИОР, 340 с.
7. Albus J.S., Barbera A.J., 2005. RCS: a cognitive architecture for intelligent multi-agent systems // Annual Reviews in control 29(1), 87-99.
8. Krichmar J.L., Edelman G.M., 2006. Principles underlying the construction of brain-based devices. Proc. AISB'6 – Adaptation in Artificial and Biological Systems. Univ. Bristol, vol. 2. 37-42.
9. Taylor J.G., 2010. On Artificial brains / Neurocomputing, 74. 50-56.

## Воссоздание эффекта присутствия собеседника

*В.В. Егоров, С.И. Чубаров, В.Е. Морозов*  
*Белорусский государственный университет информатики*  
*и радиоэлектроники, Минск, Беларусь*  
*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,*  
*Минск, Беларусь*  
*yegorov24@rambler.ru; chubarov@bspu.by; vmorozovipbgpu@gmail.com*

Ключевые слова: *эффект присутствия собеседника, дистанционное общение, виртуальная реальность.*

Система воссоздания эффекта присутствия собеседника предназначена для создания иллюзии присутствия собеседников рядом друг с другом, которые в реальности находятся дистанцированно. Система одновременно служит для повторения этой иллюзии по видеозаписи у одного из собеседников, в будущем без реального присутствия другого собеседника, но без воспроизведения у первого кинестетических проприоцептивных ощущений в мышцах.

Актуальность данной системы возросла с появлением коронавирусной пандемии, требующей сохранения дистанции между собеседниками. Оцифровка, запоминание в компьютере идеомоторных движений. До настоящего времени в системах Skype, Viber, WhatsApp не реализованы эффекты присутствия и взаимодействия, обязательные для систем виртуальной реальности. Только недавно появились нано-чипы, способные производить видеозапись с достаточно высоким разрешением и скоростью; появилось векторное кодирование смены видеок кадров в видеопотоке, появился суперкомпьютер, появились технические средства в on-line режиме регистрировать траекторию движения и вращения в трёх плоскостях туловища собеседника. Считается трудно реализуемым приём как держать зрительную систему собеседника в видеопотоке кадров о другом собеседнике, меняющемся в on-line режиме от поворотов головы первого. Видеопоток в зрительную систему человека в системе виртуальной реальности меняется от поворотов головы, если восприятию подвергалась полигональная 3D модель реального объекта за счет смены ракурсов её вида. То ли видеопоток мог иллюзорно меняться путем создания база заранее сделанных 2D фотографий с разного ракурса 3D пространства вокруг объекта с тегами информации о точках и векторах направления снимков в 3D пространстве.

В настоящее время в системах дистанционного вида общения, например Skype, не реализуется эффект присутствия, за счёт которого создаётся главное: иллюзия пребывания человека в трехмерном пространстве. Для эффекта присутствия необходима мгновенная перерисовка видимый сцены в

реальности, возникающая от перемещения головы смотрящего. В существующих системах видеозаписей в шлеме виртуальной реальности, в комнате виртуальной реальности эффект присутствия поддается реализации, потому что обеспечивается прогноз видео той стены, которая сменится при смене ракурса взора головы. Прогноз обеспечен созданием моделей видеосцены накануне сеанса виртуальной реальности. Для того, чтобы создать иллюзию, что в непосредственной близости перед первым собеседником присутствует второй, удаленный, находящийся в движении, то видеопоток, поступающий с видеокамеры напротив удаленного собеседника, должен суммарно отражать в себе онлайн две динамики: первую динамику головы, лица и туловища удаленного собеседника и вторую динамику от изменения ракурса взгляда на удаленного собеседника первого собеседника. Но в условиях существующих сегодня технологий вторая динамика не в состоянии регистрироваться аппаратно.

Авторами разработки найден искусственный прием наложения двух динамик в он-лайн друг на друга. Прием обеспечивает наложение динамики движений головы, рук, туловища одного собеседника на динамику движений головы, рук, туловища другого собеседника в on-line режиме.

Нами было доказано, что собеседники наносят, наряду с отправкой друг другу сообщений, ещё и воздействие действия на психику друг друга. Именно механизмы несения перцептивных действий одним собеседником на другого не учитываются в рассмотрении живой коммуникации собеседников. Для получения ответа о собеседнике оба собеседника бомбардируют друг друга речевыми, идеомоторными возмущающими их нравственную сферу воздействиями и смотря, слушают ответные реакции. В настоящее время неподвижная видеокамера напротив удаленного собеседника не реагирует на повороты в сторону головы близкого собеседника. И он «эффекта взаимодействия» не ощущает. Поэтому оба собеседника лишены канала обратной оптической связи узнавать морально-нравственные качества друг друга. Этот же механизм нанесения перцептивных действий собеседниками друг на друга способствует одному собеседнику ощутить мгновенно, понял ли смысл его обращения второй. Передача в дистанционном общении информации об отклонениях головы, туловища одного собеседника другому необходима не только для реализации механизма перцептивных действий, но и для отделения на видео сцене объекта от фона. Если видеокамера передаёт изображение удаленного собеседника всё время в фиксированной позиции напротив его лица, то изображение головы, туловища собеседника сливается с изображением фона. Но если камера будет совершать сдвиги, то за счёт трёхмерности пространства фон будет также сдвигаться относительно головы и собеседнику близкому станет проще зрительно отделять на изображении голову и туловище от фона.

Система включает в себя рабочее место удалённого собеседника и симметрично организованное место ближнего собеседника. Оба места соединены между собой через Интернет. Для переключения, управлением работой множество видеокамер двух экранов в системе задействован суперкомпьютер. Рабочее место собеседника включает в себя кресло для него, экран 2м x 2м на стене в виде не реки ди сплея, микрофон и акустические колонки. У собеседника за спиной имеется ширма с текстурным рисунком. Для точной on-line регистрации поворотов и сдвигов головы собеседника может быть использован метод трёх видеокамер, следящих за головой из трёх разных точек пространства вокруг неё. Если в системе дополнительно в on-line режиме реализовать автоматическое распознавание когнитивных мотивов поворотов головы, то появляется возможность синтеза, замены, временного ускорения компьютером подачи мотивов в ходе естественного диалога двух людей.

В предлагаемой системе возможна иллюзия беседы одного собеседника в реальности с отсутствующим собеседником, которая была записана ранее. Для такой иллюзии необходим один собеседник и компьютерное воспроизведение ему «за стеклом» образа отсутствующего собеседника.

Благодаря системе возможен тест Алана Тьюринга на создание искусственного интеллекта. Для такого режима предлагаемая система должна иметь систем у автоматического распознавания речи. В свою очередь, возможно использование предлагаемой системы для удалённого проведения хирургических операций.

Благодаря системе появляется возможность у хирурга, оставаясь удалённо от пациента, совершать посредством дистанционного манипулятора хирургическое вмешательство в тело пациента, вести операцию удалённо и при этом свободно совершать повороты головы, для лучшего обзора находящихся в движении хирургических инструментов и области хирургического вмешательства.

Движения ближнего собеседника, его головы, направление взора могут копироваться удалённым мобильным роботом, который держит видеокамеру и снимает происходящее впереди робота. Для этого система из трёх видеокамер должна в on-line режиме измерять положение головы ближнего собеседника и передавать эти значения удалённому роботу, который оперативно совершает отработку позиции и позы головы. Таким роботом может являться домашний робот в умном доме, который копирует движения находящегося в другом месте хозяина, совершающего зрительный контроль за происходящим в доме.

## **Методика определения звучащего музыкального инструмента на основе его базовых характеристик с использованием нейронной сети**

*В.Л. Розалиев, Ю.А. Орлова, С.А. Фоменков,  
И.А. Беззубцев, Д.В. Корлякова  
Волгоградской государственной технической университет,  
Волгоград, Россия  
vladimir.rozaliyev@gmail.com; yulia.orlova@gmail.com;  
bezzubtsev.ivan@gmail.com; prost-dash@yandex.ru*

Ключевые слова: *нейронные сети, распознавание звучания, музыкальные инструменты, характеристики звука.*

Для распознавания звучащих музыкальных инструментов существуют разные методы, но не один из них не может приблизиться по точности определения и широте спектра определяемых инструментов к человеческому уху. Актуальность исследований в области извлечения информации из звука и использования для этого нейронных сетей подтверждается в работе *Neural Networks For Music: A Journey Through Its History*. При повышении эффективности работы этих методов их можно использовать для: в образовательных темах (транскрибирование, аннотация к произведениям), в качестве компонента в интеллектуальных поисковых системах (определение жанров, стилей музыки и т.п.).

Целью данной работы является разработка метода определения звучащего музыкального инструмента на основе базовых характеристик звука музыкального инструмента и использованием нейронной сети. Также, при анализе предметной области и существующих методов идентификации музыкальных инструментов была выдвинута гипотеза, что в спектре звука есть ключевые характеристики, которые влияют на успешность идентификации инструмента, что было показано в работе.

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

- анализ базовых характеристик звука, как физического явления;
- анализ существующих подходов к извлечению информации из звука;
- выделение ключевых характеристик звука для проверки гипотез;
- сбор и предобработка обучающих и тестовых данных;
- формирование наборов данных для проверки гипотезы;
- разработка нейронной сети;
- проведение экспериментов с различными наборами данных для проверки гипотез.

В качестве данных, с которыми будет происходить работа был выбран набор аудиофайлов, записанных Лондонским филармоническим оркестром. В наборе данных содержатся записанные семплы для 20 музыкальных инструментов, в разных октавах, с разной длительностью, сыгранные с применением разных техник и т.п.

Были проанализированы различные методы для работы с аудиоданными (An Exploration into the Application of Convolutional Neural Networks for Instrument Classification on Monophonic Note Samples, Owers J.). В рассмотрении принимали участие такие методы, как: работа с сырым аудио сигналом, использование дискретного преобразования Фурье, использование мел-кепстральных коэффициентов, Constant-Q преобразование.

Для извлечения базовых характеристик сигнала музыкального инструмента используется следующий подход:

- преобразование входного сигнала из функции времени в функцию частоты с помощью быстрого преобразования Фурье;
- полученный частотный спектр ограничить в области от 1 до 1000 Гц, чтобы не увеличивать объем данных для обработки;
- сдвинуть тон к определенной ноте в пределах выбранной октавы, чтобы минимизировать шанс обучить нейронную сеть распознавать высоту тона, а не тембр звука;
- разделить полученный спектр на конечное число равных отрезков, чтобы значением на отрезке было среднее значение амплитуды частот на этом участке;
- нормализовать данные, чтобы значения были в промежутке от 0 до 1, для дальнейшего обучения нейронной сети.

В итоге работы были сформированы следующие наборы данных: полный базовый, звук инструмента без атаки, только звук атаки, набор только на основе гармоник.

В качестве модели нейронной сети был выбран многослойный перцептрон (Multilayer Perceptron), использующий метод обучения с ранним остановом и упругим обратным распространением ошибки (Resilient Back Propagation).

На входе нейронной сети стоит  $n$  узлов, представляющие значения от 0 до 1 для каждого участка базового набора характеристик, полученного при предобработке данных, где  $n$  – количество участков, на которые делится частотный спектр. В скрытом слое находится 30 узлов, функцией активации в скрытом слое является гиперболический тангенс ( $\tansig$ ). В выходном слое находится  $m$  узлов с функцией активации – сигмоид ( $\logsig$ ), где  $m$  – кол-во инструментов в размеченных наборах данных для обучения, каждый из которых представляет собой один из инструментов. Описание архитектуры и функций активации представлено в документации MATLAB

(multilayer shallow neural network), используемого в качестве инструмента для разработки.

На выходе используется размеченный набор размерностью  $m * k$ , где  $k$  – количество семплов на входе. Для каждого семпла соответствующий инструмент имеет значений 1, остальные – 0.

После предобработки данных и обучения сети на разных наборах были получены следующие средние значения точности распознавания инструментов: базовый набор – 93 %, только атака – 70 %, без атаки – 82 %, только гармоники – 87 %.

По итогу тестовых экспериментов на обученной нейронной сети можно сделать вывод, что наиболее полный спектр звука является наилучшим для распознавания. Из экспериментов следует, что атака звука является довольно важной характеристикой звука, определяющей тембр звучания, так как без нее точность определения снизилась ~ 10 %.

Дальнейшие планы на работу заключаются в исследовании влияния методики выделения ключевых характеристик на успешность распознавания. Рассмотреть применение для выделения характеристик выделения мелкеспектральных коэффициентов.

#### *Список литературы*

1. Jordi Pons, Neural Networks For Music: A Journey Through Its History [Электронный ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/neural-networks-for-music-a-journey-through-its-history-91f93c3459fb>
2. Glenn Eric Hall, Hassan Ezzaidi, and Mohammed Bahoura. Study of Feature Categories for Musical Instrument Recognition. AMLTA 2012: Advanced Machine Learning Technologies and Applications. 152-161.
3. Multilayer Shallow Neural Network Architecture – документация MATLAB [Электронный ресурс]. URL: <https://ch.mathworks.com/help/deeplearning/ug/multi-layer-neural-network-architecture.html>
4. Owers J. 2016. An Exploration into the Application of Convolutional Neural Networks for Instrument Classification on Monophonic Note Sample.

## Разработка метода для развития мелкой моторики рук с использованием сенсорного контроллера

*В.Л. Розалиев, Ю.А. Орлова, А.Д. Ульев, Д.В. Корлякова, И.А. Беззубцев*  
*Волгоградский государственный технический университет,*  
*Волгоград, Россия*  
*vladimir.rozaliev@gmail.com; yulia.orlova@gmail.com; ulyev-ad@yandex.ru;*  
*prost-dash@yandex.ru; 1996vanek@mail.ru*

Ключевые слова: *мелкая моторика руки, сенсорный контроллер, игровое приложение.*

**Введение.** Под «мелкой моторикой» физиологами подразумевается движение мелких мышц кистей рук. Вся жизнь человека связана с точными и координированными движениями. С самого рождения ребенка необходимо развивать мелкую моторику, которая влияет на внутренние органы человека. Для развития мелкой моторики существует множество методик, большое количество игр, а также разнообразных жестов, начиная от самых простых (захват руками игрушек) до очень сложных (захват ручки и написание красивого текста).

Целью данной работы является повышение интереса у детей к играм для развития мелкой моторики рук с использованием сенсорного контроллера. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать классические методы развития мелкой моторики рук, сенсорные контроллеры, программное обеспечение для 3D моделирования объектов, игровые движки;
- разработать игровое с использованием сенсорного контроллера.

**Обзор классических методов для развития мелкой моторики рук.** Классические методы для развития мелкой моторики рук можно разделить на 3 группы: пальчиковые игры (например, сжимание и разжимание кистей рук, поочередное разгибание и сгибание пальчиков рук), игры с различными предметами (например, конструктор, лепка), массаж пальчиков.

В качестве категории игр были выбраны игры с различными предметами, так как массаж пальчиков невозможно реализовать, используя бесконтактный сенсор, а пальчиковые игры нацелены на образное мышление ребенка, что так же не позволяет создать игровое приложение.

**Обзор аппаратного обеспечения для реализации приложения развития мелкой моторики рук.** При обзоре сенсорных контроллеров были выбраны: Leap Motion, Kinect, Kinect v2, Intel RealSense, Asus Xtion Pro Live, Creative Senz3D.

Контроллер Leap Motion является лучшим в рамках решаемой задачи, так как имеет максимальное значение горизонтального и вертикального углов обзора среди остальных устройств, отличается высокой глубиной камеры, имеет небольшие габариты устройства, а также небольшая дальность работы камеры позволяет захватывать и обрабатывать только жесты для развития мелкой моторики рук.

#### **Обзор программного обеспечения для 3d моделирования объектов.**

При обзоре программного обеспечения для 3D моделирования объектов были рассмотрены следующие программы: Blender, Cinema 4D, Houdini, 3ds Max, Maya, Modo.

Blender, 3ds Max и Maya являются лучшими для моделирования 3D объектов, так как имеют множество обучающих материалов, Blender распространяется на бесплатной основе, а 3ds Max и Maya распространяются на платной основе, но имеют бесплатную студенческую версию на 3 года. Для создания игрового приложения был выбран 3ds Max, так как именно его сфера применения – это разработка игр.

**Обзор инструментов для создания 3D игр.** Для анализа инструментов для создания 3D игр были выбраны следующие игровые движки: 3D Rad, NeoAxis 3D Engine, Unity 3D, Unreal Engine 4, CryENGINE 3.

В качестве игрового движка был выбран Unity 3D, у него есть необходимые совместимые библиотеки для работы с Leap Motion, возможен импорт текстур из «3ds max», кроссплатформенность и наличие хорошей документации, в которой описаны все функции игрового движка.

**Разработка игрового приложения с использованием сенсорного контроллера.** В качестве реализации игрового приложения была реализована система, включающая в себя 5 уровней игры, расположенных в порядке сложности: «Боулинг», «Пианино», «Конструктор», «Перемещение шарика», «Лабиринт».

В первом уровне игры «Боулинг» реализован захват объектов. Для перемещения объекта по сцене вначале объект должен быть захвачен рукой. Затем происходит последующий расчёт координат, на которые он сдвигается. Завершение алгоритма предполагается при окончании захвата, однако предметы могут обладать собственными физическими характеристиками и сместиться на большее расстояние по инерции.

Во втором уровне игры реализован жест «Tap» (одиночное короткое нажатие). В начале выполнения жеста палец должен быть поднят вверх, а затем опущен вниз. Так же должна быть выполнена проверка, что жест выполняется одним пальцем (указательным). С контроллера считывается координата указательного пальца, а затем происходит проверка на увеличение значения координат, а затем уменьшение и короткая задержка.

В третьем уровне игры реализовано круговое движение кистью. На первом этапе алгоритма происходит получение информации от сенсора, необходимой для дальнейшего детектирования вращения руки. Далее определяется начальная ориентация ладони руки и пальцев. Без изменения ориентации ладони вращения не происходит. В случае изменения ориентации ладони происходит проверка изменения ориентации пальцев.

В четвертом уровне игры реализован жест *swipe* (перемещение руки по экрану). В данном алгоритме происходит проверка координат ладони руки, при помощи которых можно судить о перемещении руки в пространстве.

В пятом уровне игры реализовано перемещение. Для начала алгоритма нужно определить начальное положение руки. Она должна располагаться в горизонтальном положении. Затем должна происходить проверка на то, изменились ли координаты в правую или левую сторону.

**Заключение.** Игровое приложение с использованием сенсорного контроллера Leap Motion расширяет возможности существующих методов для развития мелкой моторики рук, а именно:

- повышение интереса к играм для развития мелкой моторики рук с использованием сенсорного контроллера Leap Motion по сравнению с классическими играми;

- расширение набора возможных методов для развития мелкой моторики рук.

С целью усовершенствования метода для развития мелкой моторики рук с использованием сенсорного контроллера возможна разработка с использованием шлема виртуальной реальности. Для расширения возможности приложения возможно добавить новые более сложные уровни для развития мелкой моторики рук с отслеживанием жестов человека.

#### *Список литературы*

1. Вавилова А. В. Развитие мелкой моторики как средство улучшения речи [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/64/10336/> (дата обращения: 14.05.2020).

2. А.Е. Хижникова, А.С. Ключков, А.М. Котов-Смоленский, Н.А. Супонева, Л.А. Черникова Виртуальная реальность как метод восстановления двигательной функции руки // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2016. Т. 10. № 3. С. 5-10.

3. Gaoxia Zhu, Su Cai, Yuying Ma, Enrui Liu. A Series of Leap Motion-Based Matching Games for Enhancing the Fine Motor Skills of Children with Autism [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/283463979\\_A\\_Series\\_of\\_Leap\\_Motion-Based\\_Matching\\_Games\\_for\\_Enhancing\\_the\\_Fine\\_Motor\\_Skills\\_of\\_Children\\_with\\_Autism](https://www.researchgate.net/publication/283463979_A_Series_of_Leap_Motion-Based_Matching_Games_for_Enhancing_the_Fine_Motor_Skills_of_Children_with_Autism)

## **Анализ ЭЭГ-реакций и имплицитных поведенческих показателей при распознавании лексики, описывающей ситуации кооперации и конкуренции**

*О.И. Платонова*

*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия  
olesya.pla99@gmail.com*

Ключевые слова: *распознавание лексики, ЭЭГ-реакция, имплицитные поведенческие показатели, кооперация и конкуренция.*

Психологические личностные особенности – постоянные характеристики личности, которые не меняются в течение длительных периодов. С появлением методов экспериментальной нейролингвистики стали применимы более совершенные методы диагностики, в частности, – электроэнцефалография (ЭЭГ), представляющая собой неинвазивный метод регистрации и анализа изменений электрических биопотенциалов на поверхности головы. Данный метод применим для анализа мозговой деятельности в условиях быстрого распознавания стимулов, так как обеспечивает хорошее разрешение во времени, позволяя исследовать разные стадии мозгового процесса (Cacioppo and Gardner, 1999).

Актуальность таких исследований заключается в необходимости разработки нейролингвистических методик диагностики и отслеживания аффективных нарушений. Кооперация и конкуренция – два типа социального поведения, в которых личностные особенности людей могут проявиться особенно отчетливо (Sarogael et al., 1989, Дойч, 2005). Целью данной работы является сравнение поведенческих и ЭЭГ-реакций в условиях распознавания грамматической ошибки в предложениях, описывающих разные типы социального взаимодействия.

*Испытуемые:* в эксперименте участвовало 26 здоровых испытуемых (возраст участников от 19 до 40 лет). Испытуемым предъявлялась задача поиска грамматической ошибки в письменном предложении. Всего в случайном порядке было предъявлено 144 предложения, из которых половина содержала грамматическую ошибку. Корректность высказывания оценивалась участником нажатием соответствующей кнопки на клавиатуре. В эксперименте содержалось скрытое условие, о котором участникам не сообщалось. Предложения описывали 1) ситуации социальной конкуренции, 2) социального сотрудничества, 3) нейтрального социального взаимодействия без конкуренции или сотрудничества. Также, часть предложений описывало ситуации с участием самого обследуемого, а другая часть предложений описывало ситуации без его участия, отнесенные к посторонним

для него людям. Таким образом, предложения были разделены на категории: «Я-конкуренция», «Я-сотрудничество», «Я-нейтральные», «Они-конкуренция», «Они-сотрудничество», «Они-нейтральные».

В настоящем исследовании для оценки функциональных ответов мозга на предъявление предложений использовался метод вызванных потенциалов (ERP), который состоит в усреднении повторяемых электрических реакций организма на внешние стимулы (Иваницкий, 1996). Данный метод позволяет оценить мозговую активность, следующую за предъявлением зрительного стимула (предложения).

Во время выполнения заданий у всех испытуемых регистрировалась электроэнцефалограмма. ЭЭГ обрабатывались при помощи пакета EEGLAB toolbox. Для статистического анализа данных использовался многофакторный ANOVA с факторами корректности, отношения к испытуемому и типа социального взаимодействия. Кроме того, учитывались такие поведенческие показатели как скорость и качество решения заданий для разных категорий предложений.

*Результаты:* выявлены достоверные различия в амплитудах вызванных потенциалов при сравнении реакций на предложения, описывающие ситуации конкуренции и кооперации. Нейрональный ответ при семантическом распознавании, согласно амплитуде пика N400 вызванных потенциалов, оказался сильнее для предложений, описывающих ситуации с участием самого испытуемого, чем для ситуаций, касающихся посторонних людей. При этом, ответы на предложения с собственной кооперацией были распределены по всей коре головного мозга, а с собственной конкуренцией – локализованы в правом полушарии.

Так, предложения, описывающие разные ситуации социального взаимодействия и разной личностной отнесенности, по-разному воспринимаются в головном мозге. Различия в восприятии таких предложений наблюдаются как на поведенческом (т.е в скорости и качестве нахождения ошибки), так и на нейрофизиологическом (т.е в амплитуде и корковой топографии пиков ERP) уровне.

Особенности мозговых реакций в условиях распознавания данной лексики отражают психологические личностные особенности здоровых испытуемых. В дальнейшем, предлагаемая нами экспериментальная модель может послужить основой для создания методов диагностики аффективных нарушений.

#### *Список литературы*

1. Дойч М. 2005. Разрешение конфликта. Н. И. Леонов Конфликтология: хрестоматия, 3е изд. М., 368.

2. Иваницкий А.М. 1996. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза. Журнал высшей нервной деятельности, 46(2). 241.
3. Cacioppo J., Gardner W. 1999. Emotion. Annual review of Psychology, 50. 191-214.
4. Caporael L., Dawes R, Orbell J. 1989. Selfishness examined: Cooperation in the absence of egoistic incentives.

## **Комплексное картирование нейропластичности в мозге мыши**

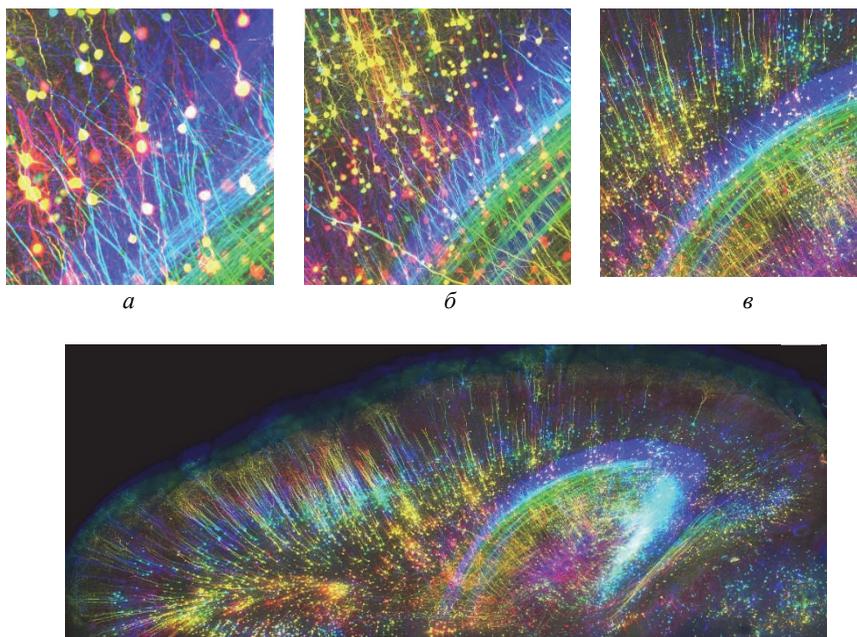
*О.И. Ефимова, И.Н. Курочкин, Е.Е. Храмеева, Г.Н. Владимиров,  
Е.Н. Николаев, Ф.Е. Хайтович  
Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия  
o.efimova@skoltech.ru*

Ключевые слова: *нейропластичность, мозг мыши, архитектуры нейросетей.*

Мультимодальное картирование мозга позволит перейти к анализу качественно новых данных и дать ответы на ключевые вопросы о нейропластичности. Развитие интеграционного подхода и подключение инструментов анализа больших данных к картированию мозга отражается на публикациях последних лет. Например, пространственная транскриптомика, привязанная к гистологии и оптической микроскопии (Ståhl et al. 2016), масс-спектрометрическая визуализация, сочетанная с флуоресцентной микроскопией плоскостного освещения (Blutke et al. 2020) или магнитно-резонансной томографией (Abdelmoula et al. 2019), микроскопия плоскостного освещения в комплексе с нейровизуализацией *in vivo* (Aswendt et al. 2017). Активно развиваются и новые методы функционального картирования нейронных сетей в трехмерном объеме с клеточным разрешением (Ефимова с сотр. 2018; Ueda et al. 2020).

Мостом между результатами исследований на разных уровнях организации мозга оказываются нейроморфология и нейропластичность, детектируемая в клетках мозга с использованием молекулярных маркеров. Для анализа распределенных архитектур мозга, обеспечивающих поведение, в качестве маркеров нейропластичности традиционно использовали паттерны экспрессии непосредственных ранних генов *zif268*, *c-fos* или *arc/arg3.1*. Однако отсутствие прямого совпадения между паттернами активации этих генов делало интерпретацию результатов неоднозначной. Анализ индуцированного транскриптома нервной системы разных модельных организмов выявил как консервативные, так и видоспецифические особен-

ности активации экспрессии генов в мозге при формировании нового индивидуального опыта (Xu et al. 2019). Таким образом, необходимы новые, подходы к исследованию нейропластичности.



2

Рис. 1. Картирование мозга мыши с помощью флуоресцентной микроскопии плоскостного освещения (Zeiss Lightsheet, 5x объектив): клеточное разрешение (a-в) в объеме целого мозга (г)

С целью комплексного картирования архитектуры нейронных сетей и паттернов нейропластичности в мозге мышей мы: 1) проанализировали данные секвенирования транскриптома гиппокампа, миндалины и прелимбической коры мозга мышей после обучения замиранию на контекст и в контроле; 2) валидировали и охарактеризовали паттерны экспрессии новых маркеров нейропластичности в мозге мышей; 3) разработали и реализовали масс-спектрометрическую визуализацию (MALDI MSI) низкомолекулярных метаболитов в мозге мышей после обучения и в контроле; 4) сопоставили паттерны нейропластичности, полученные на основе данных секвени-

рования транскриптома и масс-спектрометрической визуализации низкомолекулярных метаболитов, с результатами картирования мозга мыши с помощью флуоресцентной микроскопии плоскостного освещения (рис. 1).

Таким образом, разработанный новый подход к комплексному картированию нейропластичности мозга мышей может стать эффективной исследовательской стратегией, которая позволит выявить принципы архитектуры и пластичности нейронных сетей, обеспечивающих формирование и хранение памяти, механизмы зависимости, социальное поведение, а также будет способствовать валидации данных моделирования нейropsychических и нейродегенеративных заболеваний человека на мышах.

*Работы по масс-спектрометрической визуализации срезов мозга проводились при поддержке гранта РФФИ №18-29-01026 мк.*

#### Список литературы

1. Ефимова О.И., Балабан П.М., Хайтович Ф.Е. 2018. Новые подходы к молекулярному картированию мозга: трехмерная циклическая иммуногистохимия и оптическое просветление // Журнал высшей нервной деятельности им. Павлова. 68(6). 747-758.
2. Abdelmoula W.M., Regan M.S., Lopez B.G.C., Randall E.C., Lawler S., Mladek A.C., Nowicki M.O., Marin B.M., Agar J.N., Swanson K.R., Kapur T., Sarkaria J.N., Wells W., Agar N.Y.R. 2019. Automatic 3D Nonlinear Registration of Mass Spectrometry Imaging and Magnetic Resonance Imaging Data. *Anal. Chem.* 91(9). 6206-6216.
3. Aswendt M., Schwarz M., Abdelmoula W.M., Dijkstra J., Dedeurwaerdere S. 2017. Whole-Brain Microscopy Meets In Vivo Neuroimaging: Techniques, Benefits, and Limitations. *Mol. Imaging Biol.* 19(1). 1-9.
4. Blutke A., Sun N., Xu Z., Buck A., Harrison L., Schriever S.C., Pfluger P.T., Wiles D., Kunzke T., Huber K., Schlegel J., Aichler M., Feuchtinger A., Matiassek K., Hauck S.M., Walch A. 2020. Light sheet fluorescence microscopy guided MALDI-imaging mass spectrometry of cleared tissue samples. *Sci. Rep.* 2020. 10(1). 14461.
5. Ståhl P.L., Salmén F., Vickovic S., Lundmark A., Navarro J.F., Magnusson J., Giacomello S., Asp M., Westholm J.O., Huss M., Mollbrink A., Linnarsson S., Codeluppi S., Borg Å., Pontén F., Costea P.I., Sahlén P., Mulder J., Bergmann O., Lundeberg J., Frisén J. 2016. Visualization and analysis of gene expression in tissue sections by spatial transcriptomics. *Science.* 353. 78–82.
6. Ueda H.R., Ertürk A., Chung K., Gradinaru V., Chédotal A., Tomancak P., Keller P.J. 2020. Tissue clearing and its applications in neuroscience. *Nat. Rev. Neurosci.* 21(2). 61-79.
7. Xu C., Li Q., Efimova O., Jiang X., Petrova M., K Vinarskaya A., Kolosov P., Aseyev N., Koshkareva K., Ierusalimsky V.N., Balaban P.M., Khaitovich P. 2019. Identification of Immediate Early Genes in the Nervous System of Snail *Helix lucorum*. *eNeuro.* 6(3), ENEURO.0416-18.2019.

Подписано в печать 20.12.2021. Формат 60x84 1/16  
Уч.-изд. л. 53,0. Печ. л. 53,0.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».  
115409, Москва, Каширское ш., 31.

  
*Российская Академия Наук*



Междисциплинарный  
научный центр  
им. Ж.-В. Понселе



**Первый Национальный Конгресс по когнитивным  
исследованиям, искусственному интеллекту и  
нейроинформатике**  
**ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ**  
10–16 октября 2020 г., Москва, Россия  
Сборник научных трудов

**I National Congress on cognitive research, artificial  
intelligence and neuroinformatics**  
**THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON COGNITIVE SCIENCE**  
October 10–16, 2020, Moscow, Russia  
Conference proceedings

Москва, 2021