

КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2025

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман

**КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ
НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2025**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ Е.В. ПЕЧЕНКОВОЙ,
М.В. ФАЛИКМАН, А.Я. КОЙФМАН**

Москва
БукиВеди, Московский институт психоанализа
2025

УДК 159.9
ББК 88.25
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 25 – 26 июня 2025. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. – М.: ООО «Буки Веди», Московский институт психоанализа. 2025 г. – 668 стр.

© Авторы статей, 2025

ISBN 978-5-4465-4437-0

УДК 159.9
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-4437-0

© Авторы статей, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакторов.....	14
Программный комитет конференции.....	16
Организационный комитет конференции	16
 Часть I. Новые исследования	17
 Afonin M., Kotov A., Semenova E. Nameability Effect in 6- to 9-year-old Children on the Basis of Artificial Names	19
 Blazhenkova O., Kotova T., Kotov A., Serebryakova D. Imagined Assembly of Visual-Object and Visual-Spatial Manipulative Tasks of Varying Difficulty Levels	25
 Haider Z., Kotov A.A., Matushkina V. Verbal and Nonverbal Interference Modulate the Effect of Learned Inattention in Category Learning	31
 Komissarenko A.A., Vyazmin A.O., Feurra M., Dragoy O.V. Examination of Optimal Parameters for Language Mapping Using Transcranial Magnetic Stimulation	37
 Orekhova E.V., Naumova S.M., Obukhova T.S., Prokofyev A.O., Goiaeva D.E., Petrovskaya A.V., Artemenko A.R., Stroganova T.A. Trial-by-Trial Dynamics of Visual Gamma Oscillations Point to an Altered Neuroplasticity in Two Clinical Groups	44
 Psaryova N.N., Malyutina S.A. Speech Fluency as a Predictor of Montreal Cognitive Assessment Scores in Older Adults	50
 Абузова Д.С., Морозов М.И. Ригидность направляющего шаблона в зрительном поиске при смене релевантного признака цели	56
 Адамович Т.В., Исмагуллина В.И. Ассоциация метрик топологии сетей функциональной связности ЭЭГ с параметрами диффузной модели принятия решения в задаче Стернберга	62

Акатова Н.Ю., Коровкин С.Ю. Роль субъективного чувства агентности в инсайтном решении	67
Андреева Г.А., Улыбина Е.В. Отвержение как воплощенная основа речевых отрицаний	72
Ануфриева А.А., Сигнаевская К.В., Сапронов Ф.А. Интерфейс не виноват: влияние эффекта наведения, уведомлений и баннеров на устойчивость внимания	77
Ардисламов В.В., Евстафьева М.В. Влияние контекста и когнитивной нагрузки на эффект невозвратных затрат	83
Атнагулова А.А., Дьяконова В.Е., Межерицкий М.И. Больше дышу — меньше сомневаюсь? Дофамин-опосредованная роль дыхания в эффекте двигательной нагрузки на принятие решения в новой среде у нейротоологического объекта	88
Афанасьева В.М., Спиридонов В.Ф. Вклад морфологии и синтаксиса в решение задач на отдаленные ассоциации на русском языке	93
Батуев Н.С., Морошкина Н.В. Показатели семантической и перцептивной предсказуемости как предикторы ага-переживания и оценок трудности задач на поиск отдаленных ассоциаций	99
Борисова В.А., Ожогова Э.А. Способность больших языковых моделей к решению задачи на отдаленные ассоциации	105
Бородачева Ю.В., Шамсиев И.Д., Бондарь И.В. Исследование способности кроликов к обучению сложному двигательному навыку путем наблюдения за сородичами	111
Буйволова О.В., Размыслович А.В., Валяева В.В., Керимова Е.И., Солоухина О.А., Черемин Р.А., Драгой О.В. Влияние полиморфизма Val66Met нейротрофического фактора мозга (BDNF) на восстановление речи после инсульта	116
Бушуева С.А. Сравнение уровня запоминания информации при использовании цифровых и аналоговых способов экстернализации памяти	122

Гаврилова Е.Л., Новоселова К.И., Мячиков А.В., Штыров Ю.Ю. Аутистические черты и чувствительность к контексту при восприятии биологического движения	128
Гайворонская Ю.Р., Ардисламов В.В. Влияние типа текста на оценку неформальных аргументов	134
Гарах Ж.В., Голимбет В.Е., Ларионова Е.В., Стрелец В.Б. Генетические корреляты десинхронизации мю-ритма ЭЭГ при мысленном представлении движения	141
Горшков Г.И., Буйволова О.В. Влияние частотности падежа на правильность его порождения при аграмматизме: пилотное исследование	147
Грищенко Д.И., Фаликман М.В., Печенкова Е.В., Мершина Е.А. Мозговые корреляты опознания направления взгляда другого человека: исследование с использованием методики подсказки взглядом	153
Гулькин А.В., Гершкович В.А., Морошкина Н.В., Саенко Е. Связь ага-переживания с мониторингом источника идей в дивергентной задаче при отсроченном припоминании	158
Дергачев Я.С., Бенчик Р., Кирай И., Котов А.А., Котова Т.Н. Наличие репрезентации эмоций у детей 15-18 мес: ожидание конгруэнтности действия взрослого с объектом его эмоциональной реакции на объект	164
Дубинина Е.С., Котов А.А., Зинина А.А., Аринкин Н.А. Обучение китайскому языку с использованием робота-компаньона	170
Дюгай А.В., Савинова А.Д., Спиридонов В.Ф. Ага-переживание и перенос инсайтного решения	176
Евдокимова А.А. Проксемика в диалоге и ее влияние на жесты головы на материале корпуса CAFE	182
Еремичева Т.А., Лопухина А.А., Паршина О.А. Паттерны адаптации длины саккад у начинающих читателей	188

Зайцева Е.С., Котов А.А., Асланов И.А., Котова Т.Н., Романчева Н.И. Взаимодействие правила категоризации и легкости называния частей объектов при запоминании	193
Замковая М., Гершкович В.А., Морошкина Н.В. Разрешение многозначности и его последствие при распознавании перцептивно схожих стимулов	199
Заруднева А.А., Панич М.Б., Садковский Ф.А., Архипова М.Н., Федорова О.В. Цветовые обозначения в речи кумыкско-русских детей-билингвов	205
Зинина А.А., Мазурок В.Н., Котов А.А., Аринкин Н.А. Роботу-интроверту доверяют больше: сравнение доверия к роботам с разным типом поведения	211
Калошина В.В., Морозов М.И. Влияние загрузки активированной долговременной памяти на процесс верификации в зрительном поиске	216
Каманюк А.П., Савкина Э.М. Психофизиологические механизмы формирования семантической памяти при имплицитном обучении	222
Киосе М.И., Прокофьева О.Н., Агафонова О.В., Смирнова Е.Е. Функции рекуррентных жестов в оценочном позиционировании в диалоге на русском языке	228
Козунова Г.Л., Пульцина К.И., Дуракова К.В., Крупина Е.В., Чернышев Б.В., Строганова Т.А. Принятие решений подростками и взрослыми в условиях стабильной вероятностной среды	234
Колесникова А.Б., Николаева Ю.В. Когда слова подводят: как пациенты с афазией используют жесты в коммуникации	240
Корнеев А.А., Ломакин Д.И., Курганский А.В., Мачинская Р.И. Возрастные особенности удержания вербальной и зрительно-пространственной информации в рабочей памяти в зависимости от способа её предъявления	245

Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В.

Компоненты управляющих функций у детей 6-9 лет: данные структурного анализа результатов нейропсихологического обследования 252

Костанян Д.Г., Зуйков Г.Д., Сысоева О.В.

Связь долговременных корреляций ЭЭГ при прослушивании естественной речи с речевыми способностями у детей 5-6 лет 258

Костина Д.И.

За счет чего релевантность зрительной маскировки влияет на возникновение негативного эффекта соответствия? 264

Косякова А.В., Морошкина Н.В.

Ошибка метакогнитивного прогноза как предиктор ага-переживания в задачах на поиск отдаленных ассоциаций 269

Кох Д.А., Хвостов В.А.

Может ли зрительная система репрезентировать распределение эмоциональных выражений лиц? 275

Кочеткова Е.В., Костанян Д.Г., Мартынова О.В., Сысоева О.В.

Исследование зрительного восприятия букв у взрослых методом быстрой периодической зрительной стимуляции 281

Кравчук М.С.

Более низкая содержательность нарративов как особенность расстройств шизофренического спектра 286

Куприянова М.И.

Восприятие места остановки двойственного изображения в условии бета-движения 292

Курбанов К., Спиридонов В.Ф.

Чувство правильности и скорость ответа в ментальных моделях 298

Куренкова А.И., Лунякова Е.Г., Подхалюзина Д.Д.

Особенности формирования репрезентации лица при личном общении 304

Лапшина Е.С., Лазарева Н.Ю.

Обратная сторона метакогнитивного прогнозирования 310

Ларионова Е.В., Гарах Ж.В. Читательский опыт облегчает восприятие пассивного залога: данные вызванных потенциалов	314
Левкович К.М. Временная организация трудноразличимых стимулов влияет на успешность их различения	320
Логинов Н.И., Агаджанян А.А. Роль метакогнитивных чувств в регуляции аналитических процессов при решении мыслительных задач	326
Лукашкина Е.А., Спиридонов В.Ф. Роль ожидаемой сложности задачи в инсайтном решении	332
Мадни А.О., Захарченко Д.В. Произносимость анаграмм как обманчивый метакогнитивный сигнал	338
Маркевич М.О., Стрельцова А.В., Берлин Хенис А.А. Влияние жанра текста и уровня понимания прочитанного на зрительную обработку при чтении	343
Мартынова Е.Н., Люсин Д.В. Влияние задачи на скорость обработки эмоциональных слов	348
Михаева Д.С., Пряхина Т.В. Влияние компьютерной игры Tetris на запоминание слов	354
Морозов М.И., Филиппова Д.А., Бодрова М.А. Могут ли репрезентации, хранящиеся в активированной долговременной памяти, замедлять верификацию цели при зрительном поиске?	359
Никонова Е.Ю., Рупчев Г.Е., Морозова М.А. Диагностический потенциал анализа движений глаз в тесте Роршаха в норме и при шизофрении	365
Никонова Я.Е., Алексеева С.В. Стратегии распознавания букв при чтении на русском языке: дальнейшие исследования	371

Никонова Я.Е., Еремичева Т.А., Алексеева С.В. Исследование фонологической обработки у русскоговорящих подростков, обучающихся в 8-11 классах	377
Павлова О.А., Риехакайнен Е.И. Чёткие ребята? Фонетическая редукция в речи школьных учителей	382
Петрова А.Е., Шумилов Т.В., Чистопольская А.В. Роль аффективного и когнитивного компонентов инсайтного решения в процессе узнавания на примере концептуального искусства и инсайтных	388
Печенкова Е.В., Королькова О.А., Паникратова Я.Р., Пчелинцева М.Е., Смирнова А.В., Менинг С.М., Маковская Л.А., Сеницын В.Е. Мозговые корреляты удержания и обновления материала в рабочей памяти: фМРТ-исследование здорового старения с помощью эквивалентных вербальных и невербальных задач	394
Пилипец П.А., Староверова В.Н. Как понимание сложных синтаксических конструкций у младших школьников связано с объемом рабочей памяти и навыками чтения	400
Покидько А.Б., Голова Е.В., Комарова А.В., Митюрева Д.Г., Абросимова В.Д., Скрипкина С.М., Кисельников А.А. Сетевая организация психофизиологических механизмов состояний сознания в процессе майндфулнес-медитации	406
Попова Ю.В., Еремичева Т.А. Сравнение подходов к оценке точности чтения у взрослых носителей русского языка	412
Поспелова Т.А., Николаева Ю.В. "Ага, понимаю!": кивки и моргания как маркеры внимания, понимания и подтверждения в диалоге	418
Потапкина Е.К., Бабакова Д.Д., Аксиотис В.А., Володина М.А., Осадчий А.Е. Интероцептивные сигналы как модуляторы процесса обучения: исследование роли висцеральных подсказок	424
Пустовик В.А., Куликова С.П. Пилотное исследование связи черт импульсивности с решениями задач межвременного выбора	430

Пустынников И.П., Подвигина Д.Н., Шаров Д.Д. Особенности зрительного восприятия при выполнении фланговой задачи в условиях дополненной реальности	436
Пучкова А.Н., Тань Ц., Ионова С.В. «Корзина отверженных» — привлекают ли образные единицы в новостных текстах дополнительное внимание и остаются ли в памяти?	441
Пчелинцева М.Е., Лазарев И.Е., Люсин Д.В. Исследование изменений вызванных потенциалов для целевых слуховых стимулов в условии эмоционального отвлечения	447
Рейхерт Е.Е., Морозов М.И. Влияние типа репрезентации цели на эффект пропусков при продолжении поиска в условиях дополнительной когнитивной нагрузки	452
Родионова Е.А., Черкасов Н.С., Зверева А.М., Малютина С.А. Характеристики кластеров в задании на направленные вербальные ассоциации как предиктор когнитивного статуса пожилых людей	457
Рыкова Д.О., Печенкова Е.В., Сеницын В.Е. Нейрокогнитивные аспекты индивидуальных различий в восприятии временной перспективы	464
Саликова Д.А., Позняк Л.А., Косоногов В.В. Фрактальная и гиперболическая геометрия для вызова психоделикоподобных состояний в VR	470
Сафронов П.А., Митюрева Д.Г., Сысоева О.В. Уменьшение задержки вызванного потенциала на выключение второго стимула в задаче попарного сравнения длительности	476
Семина Е.С., Смирнова А.В., Сахибалиева А.А., Мершина Е.А., Печенкова Е.В. Мозговая организация перцептивного и когнитивного компонентов модели психического	482
Сербина А.П., Николаева Ю.В. Оценка эффективности алгоритмов автоматического определения границ фаз жестов рук	487

Славущая М.В., Павлов А.В., Каледа В.Г., Лебедева И.С. Вызванная синхронизация бета-ритма ЭЭГ как коррелят нарушений когнитивного контроля при клинически высоком риске шизофрении	492
Соколова И.В., Хвостов В.А. Есть ли у испытуемых эксплицитный доступ к распределению ориентаций множества объектов?	498
Сыттыков Д.И., Котюсов А.И., Львова О.А. Мозговая связность у детей раннего возраста, перенесших ишемический инсульт	504
Тарасов Д.А., Райманова Е.Р., Исмагуллина В.И., Колясников П.В., Малых С.Б. Связь пространственных способностей и вербального и невербального интеллекта: пилотное исследование	510
Тыщишина Т.Е. Особенности употребления редуцированных референциальных средств как индикатор психических расстройств	515
Фадеев К.А., Ромеро Рейес И.В., Гояева Д.Э., Обухова Т.С., Овсянникова Т.М., Прокофьев А.О., Рытикова А.М., Новиков А.Ю., Строганова Т.А., Орехова Е.В. Детский компонент слухового ответа P100m чувствителен к паттернам и отражает речевые способности детей с расстройствами аутистического спектра	521
Фёдорова Е.Ф., Кох Д.А. Роль внимания в восприятии усредненного эмоционального выражения в ансамбле лиц	527
Фомичева А.Д. Построение общей модели трёх перцептивных пространств эмоциональных экспрессий лица	533
Фролов Д.С., Волянский Д.И., Захаров М.А., Черноусенко С.А., Лелик В.П., Дьячкова М.Д. Частотность падежей в речи взрослых, обращенной к детям в возрасте от 1 до 3 лет, и речи взрослых из устного подкорпуса НКРЯ	539
Хватов И.А., Ганза П.Н., Старобинец Э.В. Секунды перед прохождением: как запрет на поворот плеч влияет на наше решение преодолеть узкий проем	544

Чибисова Е.В., Дегтярева А.С., Смирнова А.А. Могут ли серые вороны находить объекты, исчезнувшие из их поля зрения?	550
Чиркина А.А., Котова Т.Н. Роль коммуникации, направляющей внимание, в эффекте чрезмерного подражания при социальном научении действиям с предметами у детей 8-9 лет	555
Чопчик Д.Ю., Филиппова М.Г. Разница эффектов позитивного и негативного семантического прайминга в задаче классификации	560
Шаповалова А.С., Малютина С.А. Индивидуальные различия в "поверхностной" обработке при понимании предложений: серия исследований	566
Шевцова Ю.Г., Яшин А.С., Свирин Е.П., Васильев А.Н., Шишкин С.Л. Квазидвижения в интерфейсе глаз–мозг–компьютер: новая стратегия сенсомоторного взаимодействия	573
Шишунова А.Н., Кулиева А.К., Большаков З.В. Изменения субъективных оценок временных интервалов при разных методах измерения	579
Яковлева Т.С., Тишко М.Н. Влияние степени графического сходства между латинским алфавитом и кириллицей на распознавание слов английского языка русско-английскими билингвами	585
Яшин А.С., Столярова А.Н., Зинина А.А., Мельничук Е.В., Чжао Д.Г., Аринкин Н.А., Котов А.А. Как антропоморфность робота влияет на готовность человека делегировать ему задачи?	591
Часть II. Новые методы	597
Бодрова М.А., Денисьев С.В., Логинова Т.С., Березнер Т.А., Цигеман Э.С. Адаптация базы задач для оценки ошибки конъюнкции на российской выборке	599

Гершкович В.А., Звездина Л.А.

Разработка базы ассоциативно связанных списков существительных, формирующих иллюзорные воспоминания у носителей русского языка 604

Жегалло А.В.

Индивидуальная вариативность эмоциональных экспрессий в базе ADFES 610

Зубов В.И.

Вложения против соседей: как описать фонологическое сходство слов в ментальном лексиконе с помощью сетевого анализа? 615

Кармен О.Р., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В.

Повторение псевдослов детьми младшего школьного возраста 621

Колтунцева В.Е., Черевик А.С., Алексеева С.В.

Субъективное анкетирование как инструмент для выявления риска дислексии у русскоязычных подростков 8-11 классов 627

Коровкин С.Ю.

Anagrammm: алгоритм оценки сложности анаграмм 631

Котов А.А., Филатов А.А., Носовец З.А., Аринкин Н.А., Бармин А.В.

Моделирование рассуждений роботом-компаньоном как движение в семантическом графе 637

Лунякова Е.Г., Дубровский В.Е., Гильванова Е.К., Крускоп А.С.

Индивидуальная вариабельность движений глаз при решении различных зрительных задач: непараметрический анализ 643

Михайлова И.А., Николаева М.И., Тарасенко Ф.А., Ильин А.А., Володина М.А., Макарова М.М., Федосов Н.П., Тумялис А.В., Осадчий А.Е.

Методика оценки влияния интероцептивных сигналов на возбудимость моторной коры 649

Паникратова Я.Р., Власова Р.М.

Задача для локализации лобных и височных компонентов речевой сети мозга с помощью фМРТ: разработка стимулов и результаты пилотного поведенческого исследования 651

Салькова М.Н., Ковязина М.С., Муромцева Т.С.

Апробация русского аналога зарубежной методики согласно-гласного дихотического прослушивания 661

ОТ РЕДАКТОРОВ

Перед вами сборник материалов Восьмой конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования» (2025). С 2011 года конференция проходит раз в два года в июне и стала уже традиционным событием в жизни российских ученых-когнитивистов. Первоначально конференцию проводил Московский семинар по когнитивной науке, затем «Российский журнал когнитивной науки». В разные годы поддержку в организации оказывали: лаборатория нейрофизиологии когнитивной деятельности Института возрастной физиологии РАО, кафедра академической психологии Института практической психологии и психоанализа и Международный институт психосоматического здоровья. В этом году соорганизаторами выступили факультет наук о жизни Московского института психоанализа, факультет психологии Института общественных наук РАНХиГС и НИИ нейропсихологии письма и речи.

У этой конференции есть две особенности. Первая заключается в том, что конференция является междисциплинарной, и участники получают возможность подробно обсудить результаты своих исследований как с узкими специалистами, так и с представителями смежных областей науки. Традиционно на конференции наиболее широко представлены когнитивная психология, лингвистика и нейронауки; среди участников также есть специалисты в области компьютерных наук, медицины и робототехники.

Вторая особенность — на конференции представляются исключительно стендовые доклады, что открывает больше возможностей для знакомства с коллегами, живого обсуждения и планирования дальнейших совместных исследований. Насколько нам известно, несколько успешных междисциплинарных исследовательских проектов были начаты именно благодаря нашей конференции, в результате дискуссий около стенда между представителями научных групп, которые иначе могли бы не встретиться.

В сборнике представлены материалы 112 из 139 докладов, вошедших в программу конференции. На каждую заявку авторы получили по две или три рецензии членов программного комитета, комментарии научного редактора и англоязычного редактора. Во многих случаях опубликованные в сборнике статьи стали продуктом обстоятельной переписки между авторами, рецензентами и редакторами. Кроме того, в этом году специально для авторов были собраны рекомендации по оформлению графического представления данных.

В первую часть сборника — «Новые исследования» — вошли результаты фундаментальных и прикладных эмпирических исследований восприятия, внимания, памяти, мышления и решения задач, речи, регуляторных функций, обработки эмоциональной информации. Рассматриваются познавательные процессы у детей и взрослых, в норме и патологии, а также у животных и роботов. В работах активно используются и исследуются возможности виртуальной и дополненной реальности, больших языковых моделей и искусственного интеллекта. Вторая часть — «Новые методы» — объединила статьи, в которых предлагаются новые методы и инструменты для проведения когнитивных исследований и диагностики.

Мы признательны членам программного комитета конференции, которые проделали большую работу по рецензированию и отбору поступивших заявок. Мы также благодарим С. М. Злочевского, А. А. Акопяна, Я. Р. Паникратову, И. В. Соколову, В. П. Иванушко, Е. С. Семину, М. Е. Пчелинцеву, А. В. Смирнову, А. Ю. Комарову, К. Кэллахан, П. Г. Лебедеву, Н. П. Власенко, О. Е. Сварник и А. А. Демидова за техническую помощь в обработке результатов рецензирования и в подготовке сборника, прошедшей в традиционно крайне сжатые сроки.

Электронная версия сборника и дополнительные материалы будут выложены на сайте конференции (conf.virtualcoglab.org).

Екатерина Печенкова
Мария Фаликман
Александра Койфман

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Н. А. Адамян, Ph.D. in Cognitive Neuroscience
Т. Е. Алексеева-Нилова, к. филол. наук
С. А. Бурлак, д. филол. наук
Р. М. Власова, к. психол. наук
И. Ю. Владимиров, д. психол. наук
В. А. Гершкович, к. психол. наук
И. И. Иванчей, к. психол. наук
М. А. Иосифян, к. психол. наук
А. А. Кибрик, д. филол. наук
С. Ю. Коровкин, к. психол. наук
О. А. Королькова, к. психол. наук
О. П. Кузнецов, д. техн. наук
А. В. Курганский, д. биол. наук
А. А. Лопухина, к. филол. наук
Д. В. Люсин, к. пед. наук
С. А. Малютин, Ph.D. in Communication Sciences and Disorders
Р. И. Мачинская, д. биол. наук
Н. В. Морощкина, к. психол. наук
Т. С. Муромцева, нейропсихолог
Я. Р. Паникратова, к. психол. наук
Е. В. Печенкова, к. психол. наук
В. К. Прокопеня, к. филол. наук
Е. И. Риехакайнен, к. филол. наук
О. Е. Сварник, к. психол. наук
В. Ф. Спиридонов, д. психол. наук
О. В. Сысоева, к. психол. наук
М. В. Фаликман, д. психол. наук
С. Л. Шишкин, к. биол. наук

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Е. В. Печенкова	О. Е. Сварник
А. Б. Абраменко	Е. С. Семина
В. М. Афанасьева	И. В. Соколова
В. П. Иванушко	А. В. Смирнова
А. Я. Койфман	В. Ф. Спиридонов
А. Ю. Комарова	А. Н. Шишунова
Я. Р. Паникратова	Ю. И. Шпуров
М. Е. Пчелинцева	Н. П. Ячменева

ЧАСТЬ I. НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

NAMEABILITY EFFECT IN 6- TO 9-YEAR-OLD CHILDREN ON THE BASIS OF ARTIFICIAL NAMES

M. Afonin*, A. Kotov, E. Semenova
mdafonin@edu.hse.ru
HSE University, Moscow

Abstract. There are numerous factors influencing the success of categorization. One in particular is nameability: higher learning success occurs with examples featuring easily nameable parts compared to those with parts that are difficult to name. This nameability effect was initially discovered for adults. Currently, researchers are investigating its age boundaries. In the present study, we examined age-specific features of the nameability effect in children aged 6–9 years ($n = 123$, 47 % female). Instead of using traditional materials with easy and difficult to name features, we conducted a formative experiment. We designed a lesson where we taught our participants to associate shapes with either an artificial name or a symbol. Subsequently, all participants performed the same category learning task, wherein these shapes became parts of category examples. According to our hypothesis, learning success should be higher with materials that involve verbal associations than those with non-verbal ones, in children of all ages. This hypothesis was not confirmed: children who were using verbal associative pairs demonstrated a lower learning rate compared to children who either used symbol associative pairs or did not use them at all. Possible explanations are discussed in the text.

Keywords: categorization, category learning, nameability effect, COVIS, labels, symbols

Introduction

The ability to create new categories based on different rules is a fundamental skill not only in adults but also in children. Numerous studies have shown that language and verbalization influence category learning (Zettersten et al., 2024). For instance, researchers recently discovered the nameability effect, wherein learning is more effective when the material contains easily nameable parts rather than difficult-to-name ones (Abaltusov et al., 2023). This effect was first described in a study by Zettersten and Lupyan (2020). Subsequent research further demonstrated that the internal verbalization of object parts helps people test hypotheses more effectively during learning. For example, Kotov's study showed that the effect disappears under verbal interference conditions (Kotov, 2018).

Most studies on the nameability effect have been conducted with adult participants. If reliance on verbalization facilitates learning, does this effect also appear in children? And if so, from what age? Some researchers have found that

the nameability effect in children emerges only around the age of nine (Zherdeva et al., 2019). Before that, children can perform category learning tasks but do not show the effect itself. Nonetheless, Zettersten and colleagues (2024) recently demonstrated that the nameability effect can support learning in children aged 4–6 years, though it is significantly weaker than it is in adults. This may be due to the fact that children rely less on verbalization as a learning tool and have less experience verbalizing materials with easily nameable features (e.g., colors or shapes).

The nameability effect in children can be traced in general, which makes it possible to investigate it in a more detailed form. Problems in previous studies on the topic include a total ignorance of differences in the cultural backgrounds of the children, as well as an absence of unified strategies of solving category learning tasks among children.

In order to compensate for differences in the cultural backgrounds of study participants, it was decided to make an attempt to create culturally-neutral stimuli which differ in their nameability (two types of associative pairs: verbal and symbol (Figure 1)) as well as to construct a category learning task that aims to create a unified strategy of solving it.

Our main experimental hypothesis predicted that children in the high-nameability (verbal) condition will have higher rates of categorization accuracy compared to children in the low-nameability (symbol) condition, among all grades. Another hypothesis proposed that older children will demonstrate higher rates of verbal associative pairs memorization compared to younger participants who will have higher rates of symbol associative pairs memorization.

Method

Participants were children aged from 6 to 9 years ($n = 123$, 47 % female) without neurological diseases and with normal or compensated vision. They were students of the primary grades. All children had written consent from their official representatives that allowed them to participate in psychological experiments. For the main stimuli, 10 figures were selected. The figures were borrowed from the work by Vanderplas and Garvin (1959), wherein they created figures with different quantities of corners that are equal in their perceptive difficulty. In order to make the figures colorful and vibrant, we decided to color them in hues with low-nameability. These colors were borrowed from the study by Zattertses and Lupyan (2020). To operationalize the high-nameability condition and create verbal designations to the figures, we decided to generate 2- and 3-syllable pseudowords on the basis of Russian grammar, using the artificial word generator UniPseudo: a Universal Pseudoword Generator resource (New et al., 2024).

In our experiment, three groups were formed: a control group, a low-nameability group and a high-nameability group. In the category learning task, we used a classification task that is common in the category learning investigation paradigm. The experiment lasted for two days: during the first day children were taught associative pairs, while on the second day they performed the category

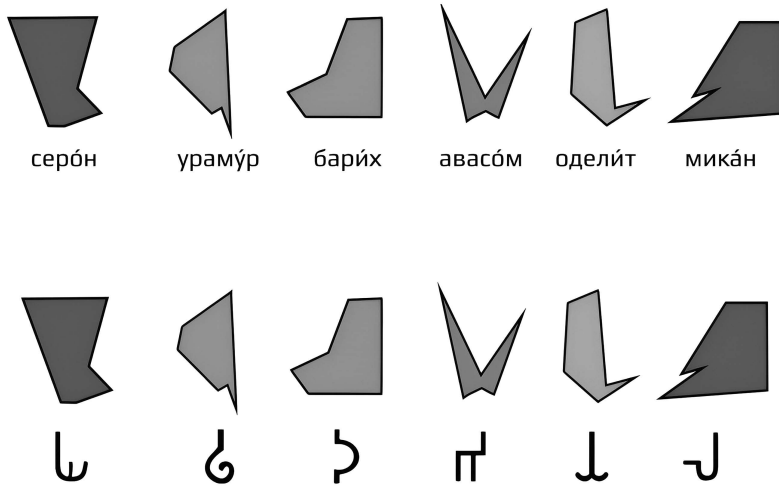


Figure 1. Associative pairs from the high-nameability condition and the low-nameability condition

learning task. The category learning task included a warm-up phase, a learning phase and a test phase.

During the first day of the experiment, children (together with the experimenter) learned associative pairs via a game with cards: on one side of the card there was a figure, while on the other side either a pseudoword or symbol was presented. Children in the verbal group learned the names of the associative pairs orally, while children in the symbol group were given extra cards with only symbols. During the game, all children had to physically match the cards showing pseudowords or symbols with the correct cards depicting figures. After the game, children were assessed on how well they memorized the associative pairs: they were given papers with pictures of figures and they had to write down their names or draw the symbols that they represented. During the second day, children first played a category learning task on tablets, and then they were again assessed on how well they memorized the pairs – writing down either names or symbols, as they had done the day before. During the task, children had to understand the rule of categorization and perform it correctly.

Limitations. One of the limitations that can be outlined is the fact that we did not check the nameability of figures separately with the children. The nameability of figures was checked with an adult sample, and we assumed that children would not come up with names for the figures either.

Results

In the final data analysis, we included data from only 120 participants (Table 1). During the analysis of the category learning task as well as other experimental procedures, we included both between and within subjects effects in three

distinct groups: verbal, symbol and control. We found that children in the verbal condition performed poorly compared to children in the symbol and neutral tasks: there was a significant influence of condition on the variance: $F(2, 117) = 3.389$, $p = .023$, $\eta_p^2 = .062$. During the test phase, we did not find any difference between the verbal and symbol groups: $F(2, 96) = 0.238$, $p = .283$, $\eta_p^2 = .006$. Moreover, children in the first and second grades demonstrated overall better memorization in the symbol condition, while children in the third grade were more successful in the verbal condition, although this effect could be seen only during the first day of memorization: $F(1, 96) = 6.272$, $p = .014$, $\eta_p^2 = .061$.

Table 1. Descriptive statistics of the category-learning task phases and the memorization task

	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
General warm-up phase accuracy	0.92	0.12	0.38	1.00
General training phase accuracy	0.57	0.18	0.21	1.00
General test phase accuracy	0.68	0.19	0.33	1.00
Day 1 memorization accuracy: verbal group	5.06	1.59	1.00	6.00
Day 2 memorization accuracy: verbal group	2.61	2.39	0.00	6.00
Day 1 memorization accuracy: symbol group	4.89	1.49	1.00	6.00
Day 2 memorization accuracy: symbol group	3.81	1.90	0.00	6.00

Discussion and conclusions

Our main experimental hypothesis was not confirmed. To our surprise, we found completely reversed experimental outcomes: children in the verbal condition performed the category learning task much worse than children in the symbol and neutral conditions. We propose several ideas that might explain these results. We thought that children of primary school age should use words as instruments to solve a category learning task. However, from the current perspective, we might assume that children did not use words that way. It is known that children have to be taught how to use various cultural instruments (Vygotsky, Luria, 1993, pp. 127 – 130) because this is not innate knowledge but rather culturally acquired. Potentially, primary school aged children are still incapable of implementing new instruments in their learning activity by themselves. Therefore, an attempt to use newly learned words from associative pairs during the category learning task might work as an interference task. Moreover, according to COVIS (Ashby, 2011), it is not hard to assume that the nameability effect should be induced via the rule-based system that uses hypothesis testing as a primary strategy to solve category learning tasks. Because of that, artificially constructed words interfered with this strategy and impeded it, which resulted in the low categorization accuracy results both in general and compared to the control or symbol conditions. Symbols do not interfere with the implicit system, and that is why we did not see a decrease in categorization accuracy in the symbol condition relative to the control condition, as it occurs in the verbal condition. Furthermore, children in the first grade demonstrated better memorization of symbol associative pairs,

while children in the third grade had the opposite pattern. This finding also indicates that only with time do children acquire the skill to use words as instruments.

Overall, the current study investigated the effect size of the nameability effect. With the help of a new method, we attempted to find the effect in children aged from 6 to 9 years. The results that we obtained completely differ from those of previous studies on the topic. We observed an inverted nameability effect, wherein verbal labels hindered the process of category learning and drastically decreased categorization accuracy in children.

References

- Abaltusov E. D., Afonin M. D., Kotova T. N., Kotov A. A.* The nameability effect and its importance for category learning // *Journal of Modern Foreign Psychology*. 2023. Vol. 12. No. 1. P. 119 – 128. <https://doi.org/10.17759/jmfp.2023120113>
- Ashby F. G., Paul E. J., Maddox W. T.* COVIS // *Formal Approaches in Categorization*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. P. 65 – 87. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511921322.004>
- Kotov A. A.* The impact of object part nameability on learning categories with statistically different rules // *The Russian Journal of Cognitive Science*. 2018. Vol. 5. No. 4. P. 35 – 44. <https://doi.org/10.47010/18.4>
- New B., Bourgin J., Barra J., Pallier C.* UniPseudo: A universal pseudoword generator // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2023. Vol. 77. No. 2. P. 278 – 286. <https://doi.org/10.1177/17470218231164373>
- Vanderplas J. M., Garvin E. A.* The association value of random shapes // *Journal of Experimental Psychology*. 1959. Vol. 57. No. 3. P. 147 – 154. <https://doi.org/10.1037/h0048723>
- Vygotsky L. S., Luria A. R.* *Etyudy po istorii povedeniya: Obezyana. Primitiv. Rebenok*. Moscow: Pedagogika-Press, 1993.
- Zettersten M., Bredemann C., Kaul M., Ellis K., Vlach H. A., Kirkorian H., Lupyan G.* Nameability supports rule-based category learning in children and adults // *Child Development*. 2024. Vol. 95. No. 2. P. 497 – 514. <https://doi.org/10.1111/cdev.14008>
- Zettersten M., Lupyan G.* Finding categories through words: More nameable features improve category learning // *Cognition*. 2020. Vol. 196. No. 104135. P. 1 – 22. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104135>
- Zherdeva M. P., Kotova T. N., Kotov A. A.* Nameability of spatial locations and category learning in children // *The Russian Journal of Cognitive Science*. 2019. Vol. 6. No. 3. P. 30 – 37.

ЭФФЕКТ НАЗЫВАЕМОСТИ У ДЕТЕЙ 6 – 9 ЛЕТ НА ПРИМЕРЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАЗВАНИЙ

М.Д. Афонин*, А.А. Котов, Е.А. Семенова

mdafonin@edu.hse.ru

НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. На успешность категоризации влияет множество факторов. Один из них – эффект называемости: хорошо называемые стимулы повышают успешность категориального научения. Этот эффект был впервые обнаружен у взрослых, и сейчас ученые исследуют его возрастные границы. В данном исследовании мы изучали особенности проявления эффекта называемости у детей 6 – 9 лет ($n = 123$, 47 % девочки). Вместо того, чтобы использовать традиционные материалы с легкими и трудными для называния признаками, мы провели формирующий эксперимент. Сначала мы провели занятие, в ходе которого участники экспериментальной группы научились соотносить фигуры либо с искусственными названиями, либо с символами, формируя ассоциации. Затем все дети выполняли одно и то же задание на категориальное научение, где эти фигуры стали частями стимульного материала. Согласно нашей гипотезе, успешность обучения должна быть выше при наличии вербальных ассоциаций, вне зависимости от возраста. Однако гипотеза не подтвердилась: дети, использовавшие вербальные ассоциации, показывали более низкие результаты успешности научения по сравнению с теми, кто использовал символы или не использовал ассоциации вовсе. В докладе обсуждаются возможные объяснения этих результатов и направления для дальнейших исследований эффекта называемости у детей.

Ключевые слова: категоризация, категориальное научение, эффект называемости, COVID, символы, ярлыки

IMAGINED ASSEMBLY OF VISUAL-OBJECT AND VISUAL-SPATIAL MANIPULATIVE TASKS OF VARYING DIFFICULTY LEVELS

O. Blazhenkova* (1), T. Kotova (2), A. Kotov (3), D. Serebryakova (3)
olesya@sabanciuniv.edu

1 – Sabanci University, Istanbul;

2 – The Russian Academy of National Economy and Public Administration; Moscow;

3 – Higher School of Economics, Moscow

Abstract. We examined how people imagine assembling objects and structures from educational toy and craft materials. Adult participants (156 from Turkey, 88 from Russia) completed visual-object play tasks (focused on properties like color and aesthetics, requiring material modification) and visual-spatial play tasks (focused on spatial reasoning and precise configurations). Each task type included three difficulty levels, manipulated by increasing the number of details and required actions. Participants mentally simulated step-by-step assembly, counted mental steps, rated subjective imagery distinctness, and evaluated the tasks' educational value and attractiveness. Response times were recorded, and mental speed was calculated as the number of steps per unit of time. Participants also completed assessments of object, spatial, and verbal skills and self-reported their art and STEM aptitudes. The results showed that higher difficulty increased mental steps and time but also increased mental speed, suggesting adaptive strategies like temporal compression. Imagery distinctness slightly declined with difficulty, especially for spatial tasks. Object tasks involved more steps and higher speed, were linked to art, and were rated as more attractive for girls. Spatial tasks were rated as more educational and attractive for boys, especially at higher difficulty. The patterns of differences between object and spatial tasks suggest different processing strategies.

Keywords: imagery, mental visualization, object imagery, spatial imagery, mental simulation, mental speed, visual art and STEM, educational toys

This research was funded by Scientific and Technological Research Council of Turkey, under TÜBİTAK 1001 (Grant Number 223S396).

Introduction

Mental visualization, or visual imagery, refers to mentally representing and processing visual information without direct sensory input, and is fundamental to problem-solving and professional performance in domains such as the arts, design, engineering, and natural sciences. Research reveals significant individual differences in imagery abilities (Galton, 1880; Pearson, 2019) and distinguishes object imagery (focused on pictorial properties like color and shape) from spatial imagery (focused on spatial relations and transformations) (Blazhenkova, Kozhevnikov, 2010) abilities, each relying on distinct neural pathways (Mishkin

et al., 1983). Object and spatial imagery support different cognitive styles and aptitudes, linking object imagery to artistic creativity and spatial imagery to STEM achievement. Play activities and manipulative toys in childhood foster both spatial and object visualization skills, though research has primarily focused on spatial play. Recent findings show a dissociation between visual-object and visual-spatial play preferences and their respective cognitive aptitudes (Blazhenkova, Booth, 2020). However, the mechanisms and phenomenological experience of object versus spatial imagery remain underexplored, as most assessments focus on spatial imagery skills and at the same time rely on object imagery vividness ratings. Our study addressed this gap by developing the Imagined Assembly Task and examining subjective visualization during object and spatial manipulative tasks across varying difficulty levels.

Method

Participants completed two types of visual tasks using children's educational toys and craft materials. Visual-object play tasks emphasized visual properties such as color, shape, texture, and aesthetics; they involved modifying the shapes and sizes of materials to create specific designs and objects. Visual-spatial play tasks emphasized spatial reasoning about locations, configurations, and transformations; they involved assembling predefined parts into structures that preserved spatial relationships with correct alignment and connections.

The Imagined Assembly Task included 90 trials, with 15 visual-object tasks and 15 visual-spatial tasks, each at three levels of difficulty, all presented to each participant in random order (see Figure 1). The difficulty manipulation was achieved by progressively increasing the number of details and actions required to perform the task. Participants from Turkey (105 females, 51 males, aged 18–34 years) and from Russia (58 females, 30 males, aged 18–69 years) mentally assembled the specific target outputs from the shown visual play materials. In each trial, the materials and final output were simultaneously presented. Participants imagined the assembly process while counting mental steps and afterwards entered this number in the textbox. Response times were recorded, and mental speed was calculated as the number of steps per unit of time. Additionally, participants rated their subjective imagery distinctness on a 5-point scale and rated the tasks' educational value in art and STEM domains and attractiveness for boys and girls on 8-point scales. They also completed a 45-item questionnaire assessing object, spatial, and verbal skills and evaluated their aptitudes in the art and STEM domains on 8-point scales.

Results

Our findings showed that task difficulty affected all cognitive processing measures (see Figure 2). As the tasks became more difficult, more mental steps and time were required for their completion in imagery. Interestingly, mental speed also increased across difficulty levels. The distinctness of mental imagery declined in response to increased difficulty, indicating capacity limits in imagery. However, this effect was small, suggesting that the quality of imagery representa-

tions may remain relatively stable despite increased cognitive load. Object tasks involved more steps and higher mental speed than spatial tasks, though response times and distinctness did not differ by task type. However, higher difficulty led to sharper decline in distinctness and greater increases in response times for spatial tasks. These patterns of differences in cognitive processing between object and spatial tasks suggest different processing strategies. Spatial tasks were rated as more educational, linked to STEM, and seen as more attractive for boys, particularly at higher difficulty levels (see Figure 2). Object tasks were linked to art and rated as more attractive for girls, with a slight downward trend in attractiveness ratings for girls as difficulty increased. Additionally, we found that participants with stronger object imagery skills reported fewer steps and greater imagery distinctness overall, while spatial imagery skills correlated with distinctness in spatial tasks only. Aptitude in the art domain positively correlated with distinctness for object tasks, whereas aptitude in the STEM domain positively correlated with distinctness for spatial tasks.

Discussion and conclusions

Our study employed the Imagined Assembly Task to examine the effects of task type and difficulty level on imagery processes, measured through subjective mental steps count and imagery distinctness ratings. Notably, relatively consistent patterns emerged in two independent samples from different cultures; below we report merged data. Our results revealed significant differences between object and spatial imagery tasks in terms of mental steps and mental speed, but not in other cognitive processing measures. Our data indicates some possible adaptive mechanisms, such as temporal compression reflected in mental speed, may help manage cognitive load. The progressive increase in mental speed across difficulty levels observed in our study may reflect a temporal compression, where participants mentally process information at a faster rate as task demands grow. Such compression may reflect adaptive cognitive strategies to manage increasing complexity while minimizing cognitive overload. Our observation is consistent with other findings (Leroy et al., 2024), demonstrating a greater temporal compression during mental replay of longer continuous events. Task type further modulates these effects, with object tasks involving greater segmentation but higher processing efficiency, and spatial tasks showing greater vulnerability to cognitive load as difficulty increases. Mental assembly of object tasks was performed with greater mental speed than that of spatial tasks, suggesting that participants may process object-related imagery with a greater temporal compression or more efficient chunking, despite engaging in more fine-grained segmentation. This could also be due to the holistic nature of object representations, compared to spatial tasks, which involve more sequential processing (Blazhenkova, Kozhevnikov, 2010).

Overall, our findings demonstrate that task difficulty and task type (object vs. spatial) affect mental imagery processes. Increased difficulty leads to greater segmentation and longer processing times. Distinctions in cognitive strategies for object and spatial tasks may become more pronounced at higher levels of difficulty.

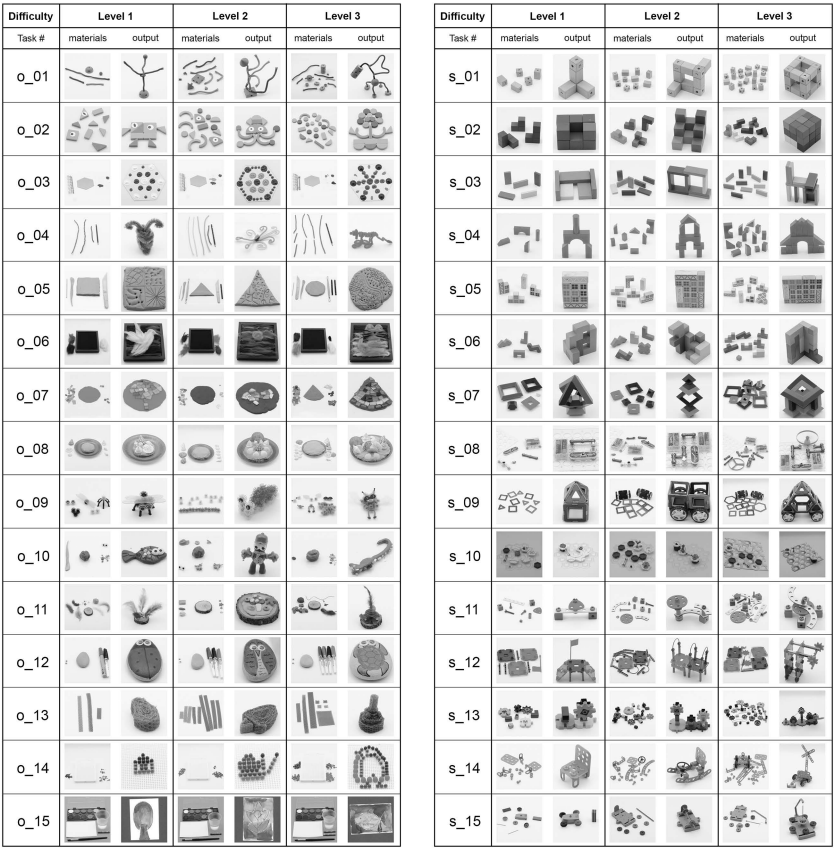


Figure 1. Stimuli used in the Imagined Assembly Task. The left panel represents Object Tasks, and the right panel represents Spatial Tasks at different difficulty levels

Our study makes several novel contributions to the understanding of visual imagery. By differentiating between object and spatial tasks, our research advances theoretical understanding of imagery processing, highlighting differences in cognitive mechanisms. The inclusion of mental steps and mental speed data provides a more nuanced exploration of processing efficiency and compression strategies, offering insights into how participants adapt their cognitive processes under varying task demands. By integrating cognitive measures such as mental steps count and imagery distinctness with social perceptions such as gender stereotypes and educational value, this research offers insights into the interplay between cognition and social perceptions. Our findings have implications not only for cognitive psychology but also for educational and applied contexts, such as designing tools that align with individual differences in object and spatial imagery abilities.

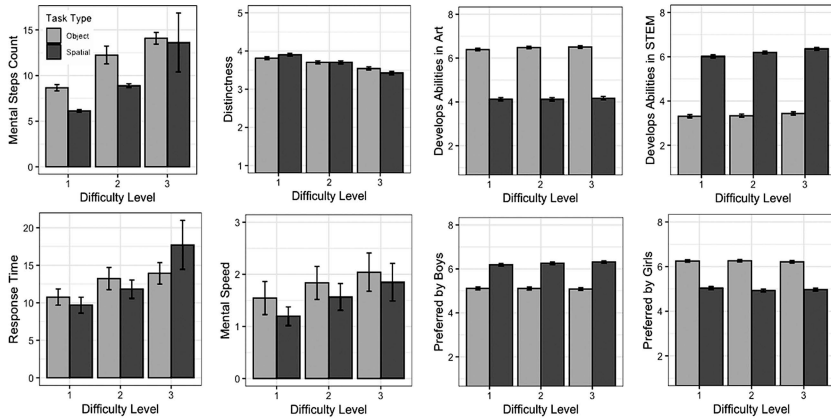


Figure 2. Left panel: Mental Steps Count, Distinctness, Response Time and Mental Speed for Object and Spatial Tasks, at different difficulty levels. Right panel: Educational Value and Attractiveness ratings for Object and Spatial Tasks at different difficulty levels. Error bars indicate 95 % CIs

References

- Blazhenkova O., Booth R.W. Individual differences in visualization and childhood play preferences // *Heliyon*. 2020. Vol. 6. No. 6. P. e03953:1–14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03953>
- Blazhenkova O., Kozhevnikov M. Visual-object ability: A new dimension of non-verbal intelligence // *Cognition*. 2010. Vol. 117. No. 3. P. 276–301. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.021>
- Galton F. Statistics of mental imagery // *Mind*. 1880. Vol. os-V. No. 19. P. 301–318. <https://doi.org/10.1093/mind/os-v.19.301>
- Leroy N., Majerus S., D'Argembeau A. Working memory capacity for continuous events: The root of temporal compression in episodic memory? // *Cognition*. 2024. Vol. 247. P. 105789:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.105789>
- Mishkin M., Ungerleider L.G., Macko K.A. Object vision and spatial vision: Two cortical pathways // *Trends in Neurosciences*. 1983. Vol. 6. P. 414–417. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(83\)90190-x](https://doi.org/10.1016/0166-2236(83)90190-x)
- Pearson J. The human imagination: The cognitive neuroscience of visual mental imagery // *Nature Reviews Neuroscience*. 2019. Vol. 20. No. 10. P. 624–634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>

МЫСЛЕННАЯ СБОРКА В ВИЗУАЛЬНО-ОБЪЕКТНЫХ И ВИЗУАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАНИПУЛЯТИВНЫХ ЗАДАНИЯХ РАЗНОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ

О. Блаженкова* (1), Т. Котова (2), А. Котов (3), Д. Серебрякова (3)
olesya@sabanciuniv.edu

1 — Университет Сабанджи, Стамбул;

2 — Российская академия народного хозяйства
и государственной службы, Москва;

3 — Высшая школа экономики, Москва

Аннотация. Мы изучали, как люди мысленно собирают объекты и конструкции из развивающих игрушек и материалов для творчества. Участники исследования (взрослые, 156 из Турции и 88 из России) выполняли задания, связанные с мысленными образами: объектные (с акцентом на цвет и эстетику) и пространственные (с акцентом на пространственные отношения и точность конфигурации). Задания включали три уровня сложности, которые варьировались за счет увеличения количества деталей и требуемых действий. Участники мысленно представляли пошаговую сборку, считали мысленные шаги, оценивали четкость своих мысленных образов, а также образовательную ценность и привлекательность заданий. В каждом задании измерялось время выполнения и субъективное количество шагов. Скорость мыслительных процессов рассчитывалась как число шагов за единицу времени. Участники оценивали свои визуально-объектные, пространственные и вербальные способности, а также склонности к изобразительному искусству и научно-техническим специальностям. Результаты показали, что с увеличением сложности возрастало количество мысленных шагов и времени и увеличивалась скорость мышления, что может отражать адаптивные стратегии, такие как сжатие времени. Четкость мысленных образов немного снижалась с увеличением сложности, особенно для пространственных заданий. Объектные задания включали больше шагов и более высокую скорость мыслительных процессов, были связаны с изобразительным искусством и воспринимались как более привлекательные для девочек. Пространственные задания оценивались скорее как обучающие и привлекательные для мальчиков, особенно на высоких уровнях сложности. Результаты указывают на различные когнитивные стратегии решения объектных и пространственных задач.

Ключевые слова: воображение, мысленная визуализация, объектное воображение, пространственное воображение, ментальная симуляция, скорость мышления, изобразительное искусство и научно-технические специальности, развивающие игрушки

Это исследование было поддержано грантом Научно-технического исследовательского совета Турции (TÜBİTAK 1001, номер гранта 223S396).

VERBAL AND NONVERBAL INTERFERENCE MODULATE THE EFFECT OF LEARNED INATTENTION IN CATEGORY LEARNING

Z. Haider* (1), A. A. Kotov (1), V. I. Matyushkina (2)

1 – HSE University, Moscow;

2 – SFU, Krasnoyarsk

zkhaider@edu.hse.ru

Abstract. Learned inattention refers to the difficulty in shifting attention to a previously irrelevant but now critical feature during category learning. For example, a person trained to classify plants by leaf shape might struggle to adjust once stem color becomes the key cue. This effect is particularly common in adult learners and is amplified in classification tasks. Prior models propose that language and selective attention contribute to learned inattention by reinforcing focus on easily verbalized features, thus hindering attention redistribution. However, direct empirical evidence for this mechanism has been limited. We examined the role of verbal and nonverbal processes in learned inattention using interference tasks designed to suppress cognitive resources. Ninety-seven participants completed a two-phase category learning task with a mid-task switch in the diagnostic feature. Four conditions were used: no interference, verbal interference (syllable repetition), speech control interference (numeric Stroop task), and motor interference (rhythmic tapping). Interference occurred only in the first phase; after the switch, all participants continued under identical conditions. The hypothesis was partially confirmed, participants in the verbal interference condition more successfully adapted to the new feature, suggesting that disrupting verbal processing reduced learned inattention. Other interference types had a weaker effect or none at all.

Keywords: categorization, category learning, language, verbal interference, learned inattention

Introduction

From early childhood, humans develop a vast number of concepts and categories that help retain and apply life experiences. In addition to category formation, people possess conceptual flexibility, the ability to modify categorization rules when conditions change (Yamauchi, Markman, 1998). However, this flexibility is limited: during learning, individuals acquire the habit of ignoring features deemed irrelevant. At the same time, when task demands shift and these features become relevant, learners often struggle to redirect their attention accordingly. This phenomenon is referred to as the effect of learned inattention (Blanco et al., 2023). The effect is particularly evident in classification tasks, where participants are explicitly taught to identify a rule (e.g., “tail shape”) and apply it consistently. In contrast, inference tasks involve deducing category rules from feedback or examples,

which tends to distribute attention across multiple features. Accordingly, learned inattention is weaker in inference tasks, where no single feature dominates attention (Hoffman, Rehder, 2010). This resistance to shifting attention reflects the rigidity of attentional control once it has been shaped by task demands, an essential aspect of learned inattention. Research indicates that children under the age of nine and animals switch more easily to new relevant features than adults (Castro et al., 2020), as they predominantly exhibit distributed attention. Adults, by contrast, benefit from selective attention, which, although efficient, may hinder flexibility. However, when semantic knowledge is accessible, this effect may be attenuated (Kotov, Dagaev, 2013).

Models suggest (Blanco et al., 2023) that verbalization and selective attention drive learned inattention by narrowing focus to easily verbalized features. However, few studies have directly tested whether disrupting verbalization reduces the effect. We addressed this gap by using interference tasks to suppress speech-related and attentional resources during learning (Nedergaard et al., 2023). We employed two types of verbal interference tasks (syllable repetition and a numerical Stroop task requiring speech control), as well as one nonverbal interference task (tapping). We hypothesized that verbal and speech control interference would suppress the influence of speech and selective attention, thereby diminishing the learned inattention effect. Conversely, under control conditions (no interference or motor interference), the learned inattention effect was expected to be stronger.

Method

A total of 97 participants (aged 22 – 35 years; $M = 27.4$, $SD = 3.20$) took part in the study, which was conducted online using a custom experimental platform. Each stimulus was a cartoon-like humanoid figure defined by seven visual features. One feature was diagnostic: it consistently indicated category membership and did not vary within the category. Five features were probabilistic, meaning they were more often but not always associated with a given category (75 % consistency). One feature was irrelevant: its values were equally distributed across both categories and thus did not contribute to classification during the first phase. In the second phase, the roles of the diagnostic and irrelevant features were switched. To control for order effects, the sequence of phases was varied. The probabilistic features remained constant across both phases.

In Phase 1, participants were instructed that their task was to categorize cartoon-like figures into two groups based on a specific feature, either the shape of the tail or the horns, depending on their assigned condition. Other features were described as less important. Phase 1 included a training block with feedback and a test block without feedback. Instructions emphasized the diagnostic feature's importance, but category structure was undisclosed. Participants were randomly assigned to one of four conditions applied only in Phase 1: (1) verbal interference (silent syllable repetition), (2) speech-control interference (numeric Stroop task), (3) motor interference, (rhythmic tapping), or (4) control (no interference).

Because the study was conducted online, direct monitoring of participants was not possible. Only the speech control (Stroop) condition required an overt re-

sponse, enabling partial verification of compliance. For the verbal and motor interference tasks where participants were instructed to repeat syllables silently or tap a rhythm, compliance relied on participants' honesty. To minimize potential noncompliance, participants were explicitly informed that strict adherence to instructions was essential for the scientific validity of the study.

In Phase 2, participants continued the categorization task, but were no longer told which feature defined category membership. Instead, they were instructed to independently discover the new rule. Unbeknownst to them, the previously irrelevant feature had now become diagnostic. This phase also included a training block with feedback and a test block without feedback. Test stimuli included (1) match trials, replicating trained feature combinations, and (2) conflict trials, where diagnostic and probabilistic features opposed each other. In conflict trials, reliance on the diagnostic feature indicated selective attention, while reliance on probabilistic features reflected distributed attention. Participants' strategy was measured by the proportion of diagnostic choices in conflict trials. An average score above 0.5—meaning the participant chose the diagnostic category more than 50 % of the time on conflict trials—was interpreted as a dominance of selective attention.

Results

We conducted a mixed-design ANOVA to examine categorization accuracy across two learning phases (before vs. after the rule switch), each consisting of three training blocks. *Learning Phase* served as a within-subjects factor, and *Interference Condition* (verbal, motor, speech control, control) as a between-subjects factor. As shown in Figure 1, Panel A presents accuracy by block in Phase 1, and Panel B presents the same for Phase 2.

The analysis revealed a significant main effect of *Learning Phase*, $F(1, 186) = 38.59$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .172$, indicating that accuracy declined after the shift to a new diagnostic feature. We also observed a main effect of *Interference Condition*, $F(3, 186) = 7.68$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .110$, and a *Learning Phase* $\times$ *Condition* interaction, $F(3, 186) = 3.83$, $p = .011$, $\eta_p^2 = .058$.

Bonferroni-corrected pairwise comparisons showed that participants in the speech control condition (numeric Stroop) performed significantly worse ($M = .878$, $SE = .027$) than those in the control ($M = .952$, $SE = .022$, $p = .002$), verbal interference ($M = .963$, $SE = .023$, $p = .004$), and motor interference conditions ($M = .940$, $SE = .027$, $p = .045$). No significant differences were observed among the remaining conditions ($p > .10$).

To assess attentional strategies, we examined performance on match stimuli and conflict stimuli (Figure 1, Panels C and D). Match trials reflected accuracy on feature combinations consistent with initial training. Conflict trials pitted the deterministic feature against probabilistic ones. Participants' strategy was indexed as the proportion of conflict trial responses consistent with the deterministic feature. An average score above 0.5—meaning the participant chose the diagnostic category more than 50 % of the time—was interpreted as selective attention. In Phase 2, participants in the speech control condition showed the weak-

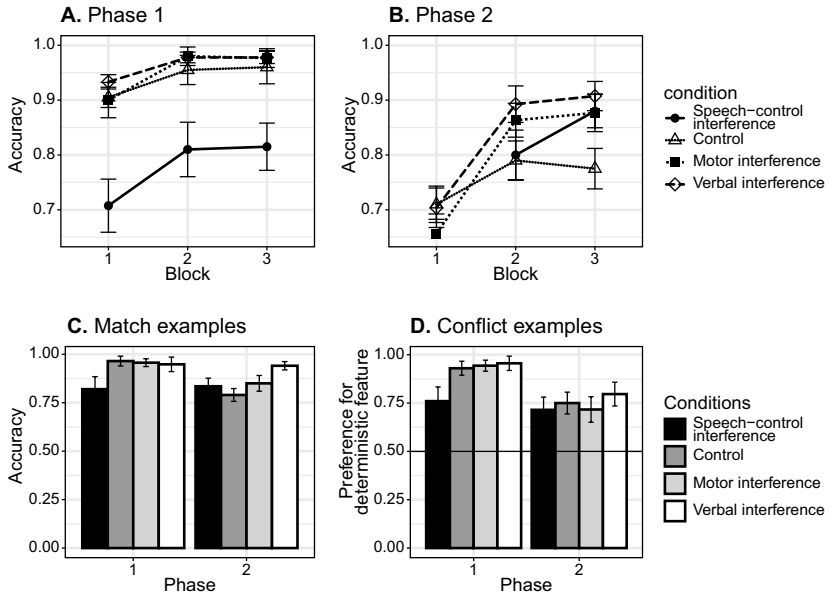


Figure 1. Investigation of learned inattention through accuracy measurements across four interference conditions (Stroop task, control, motor interference, verbal interference). Panel A shows accuracy across blocks before the rule switch; Panel B shows accuracy after the switch. Panel C displays performance on match examples. Panel D shows preference for the deterministic feature on conflict examples. Error bars represent standard error of the mean

est preference for the deterministic feature, indicating reduced flexibility under interference.

As shown in Figure 1B, the difference in adaptation to the new rule emerged only in the final learning block. A one-way ANOVA on the third block of Phase 2 showed a significant *Condition* effect, $F(3, 186) = 2.84, p = .048$. Post hoc comparisons showed that verbal interference ($M = .907, SE = .027$) resulted in significantly better performance than the control group ($M = .775, SE = .034$), $p = .020$. No other comparisons reached significance ($p > .100$).

These findings were corroborated by the test with match stimuli (Figure 1C), where verbal interference yielded higher accuracy ($M = .940, SE = .034$) than control ($M = .790, SE = .039$), $p = .020$. Analysis of strategy scores (Figure 1D) confirmed that across all conditions, participants relied significantly more on the deterministic feature than chance (.5), $p < .010$.

Overall, interference in Phase 1 affected later flexibility: verbal interference enhanced adaptation, while speech control caused persistent disruption.

Discussion and Conclusion

The results supported our hypothesis: learned inattention was significantly reduced in the verbal interference condition. We interpret this effect as evidence

that internal verbalization—such as self-directed speech—may reinforce selective attention strategies during initial learning, thereby limiting flexibility when task demands shift. Disrupting this process through articulatory suppression appears to promote greater attentional adaptability, as reflected in participants' improved performance following the rule change.

Speech-control interference (Stroop) caused the greatest impairments, likely from cognitive load disrupting verbal and attentional resources. Language mechanisms, especially inner speech, guide attention during category learning. When suppressed, learners reallocate focus to previously ignore but now relevant features. This dynamic may also help explain why children—who rely less on internal verbalization—often demonstrate greater flexibility in similar learning tasks.

References

- Blanco N.J., Turner B.M., Sloutsky V.M. The benefits of immature cognitive control: How distributed attention guards against learning traps // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2023. Vol. 226. P. 105548:1 – 16. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105548>
- Castro L., Savic O., Navarro V., Sloutsky V.M., Wasserman E.A. Selective and distributed attention in human and pigeon category learning // *Cognition*. 2020. Vol. 204. P. 104350:1 – 12. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104350>
- Hoffman A.B., Rehder B. The costs of supervised classification: The effect of learning task on conceptual flexibility // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2010. Vol. 139. No. 2. P. 319 – 340. <https://doi.org/10.1037/a0019042>
- Kotov A.A., Dagaev N.V. The role of background knowledge in the development of conceptual flexibility effect // *Psychological Studies*. 2013. Vol. 6. No. 29. P. 1 – 9. <https://doi.org/10.54359/ps.v6i29.696>
- Nedergaard J.S.K., Wallentin M., Lupyan G. Verbal interference paradigms: A systematic review investigating the role of language in cognition // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2022. Vol. 30. No. 2. P. 464 – 488. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02144-7>
- Yamauchi T., Markman A.B. Category learning by inference and classification // *Journal of Memory and Language*. 1998. Vol. 39. No. 1. P. 124 – 148. <https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2566>

ВЕРБАЛЬНАЯ И НЕВЕРБАЛЬНАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ИЗМЕНЯЮТ ЭФФЕКТ ВЫУЧЕННОГО НЕВНИМАНИЯ В КАТЕГОРИАЛЬНОМ НАУЧЕНИИ

З. Хайдер* (1), А. А. Котов (1), В. В. Матушкина (2)

Zkhaider@edu.hse.ru

1 — ВШЭ, Москва;

2 — СФУ, Красноярск

Аннотация. Выученное невнимание это трудность в переключении внимания на ранее нерелевантный, но впоследствии важный признак в ходе категориального научения. Например, человек, привыкший классифицировать растения по форме листа, может испытывать затруднения при необходимости перейти на классификацию по цвету стебля. Этот эффект особенно часто наблюдается у взрослых в задачах классификации. Согласно ряду моделей, речь и избирательное внимание способствуют выученному невниманию, фокусируя внимание на легко вербализуемых признаках и ограничивая перераспределение внимания. Однако до сих пор отсутствовали прямые эмпирические доказательства этой связи. В настоящем исследовании мы изучали роль речевых и неречевых процессов в формировании выученного невнимания с помощью интерференционных задач, нарушающих когнитивную обработку. В эксперименте приняли участие 97 человек, выполнявших задачу категориального научения с неожиданной сменой диагностического признака. Были заданы четыре условия: без интерференции, вербальная интерференция (повторение слогов), интерференция речевого контроля (числовая версия задачи Струпа) и моторная интерференция (простукивание ритма). Интерференция применялась только в первой фазе. После смены признака все участники продолжили выполнение задания в одинаковых условиях. Гипотеза подтвердилась частично: участники с вербальной интерференцией успешнее переключались на новый признак, что указывает на снижение эффекта выученного невнимания. Другие типы интерференции оказали слабое или нулевое влияние.

Ключевые слова: категоризация, категориальное научение, язык, вербальная интерференция, выученное невнимание

EXAMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR LANGUAGE MAPPING USING TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION

A. A. Komissarenko* (1), A. O. Vyazmin (2), M. Feurra (2), O. V. Dragoy (1, 3)
aazhuravleva@hse.ru

1 – Center for Language and Brain, HSE University, Moscow;

2 – Institute for Cognitive Neuroscience, HSE University, Moscow;

3 – Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. Minimizing postoperative language decline is a key objective during neurosurgical interventions in the language-dominant hemisphere. Transcranial magnetic stimulation (TMS) can be used to establish language-eloquent brain regions and tailor the extent of resection. Meanwhile, stimulation parameters (such as frequency and onset) can significantly affect the sensitivity and specificity of TMS language mapping. Still, few studies have systematically investigated optimal stimulation parameters and targets. The current study aimed to consistently test various TMS parameters to identify those that robustly interfere with language function in the language-dominant hemisphere. We developed an Object Naming language paradigm of 75 pictures with corresponding Russian names. We tested the paradigm using four TMS protocols with different frequency (5/10 Hz) and onset (0/300 ms) parameters in a control group of 45 healthy participants. This study firstly employed TMS language mapping over 46 standardized brain regions across the whole left hemisphere using a robotic system, Axilum TMS-Cobot. The results revealed significant main effects of TMS frequency and onset, with the highest error rate associated with the 10 Hz 0 ms protocol. The selected protocol will be further validated using an Action Naming paradigm and tested in the right hemisphere. Finally, the optimal paradigms will be clinically validated.

Keywords: language mapping, transcranial magnetic stimulation, object naming, protocol optimization, stimulation parameters, frequency, onset

Introduction

Minimizing postoperative language deficits is crucial when neurosurgical interventions involve language-dominant hemisphere. While direct electrical stimulation (DES) during awake surgery is the gold standard for mapping eloquent cortex, a large cohort of patients cannot be awakened due to psychological or anatomical considerations, childhood, or insufficient experience of the medical team. Alternatively, repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) can support or potentially replace DES. rTMS applies a magnetic field to induce a small electric current through electromagnetic induction to interfere with language function by creating a “virtual lesion” when a patient is performing the task. Al-

though rTMS provides high temporal and spatial resolution, it was reported to have high sensitivity and relatively low specificity compared to DES (Ille et al., 2015), possibly due to stimulation parameters (Krieg et al., 2014).

First, the rTMS frequency significantly influences its efficacy for language mapping by differentially modulating cortical excitability (Nettekoven et al., 2021; Sollmann et al., 2018). Preliminary studies employed a wide range of 5 – 50 Hz frequencies, but still only a few studies (Hauck et al., 2015; Krieg et al., 2014; Nettekoven et al., 2021; Sollmann et al., 2018) systematically examined rTMS frequency effect on language mapping. While 5 pulses/5 Hz rTMS has been recommended as a more reliable and tolerable clinical standard (Krieg et al., 2017), there was evidence that higher frequencies (> 20Hz) could increase reliability by eliciting more naming errors, even potentially improving patient comfort (Hauck et al., 2015; Nettekoven et al., 2021). Moreover, optimal frequencies may also vary for anterior and posterior brain regions (Sollmann et al., 2018). Hence, systematic investigation of TMS parameters for language mapping remains sparse, and further research is required to determine the most effective frequency parameters.

Second, optimization of rTMS language mapping can be achieved by carefully timing the rTMS stimulus to align with the stages of word production, such as object recognition, conceptualization, lexical retrieval, phonological encoding, and articulation, distributed across the cortex with approximately 100 ms intervals (Sollmann et al., 2017). While the timing of rTMS onset correlates with the spatial distribution of naming errors (Sollmann et al., 2017), studies validating rTMS results with DES indicated greater specificity of immediate (0 ms) than delayed onset (Ille et al., 2015; Krieg et al., 2017). Thus, further research is needed to determine the optimal rTMS onset parameters for both precisely delineating individual language processes and maximizing overall mapping accuracy.

Finally, precise spatial resolution and coil orientation are crucial for accurate rTMS language mapping. Previous navigated rTMS studies used manual coil placement with the Nexstim NBS system and lacked standardized coordinates, potentially introducing inter-study inconsistencies. The Axilum TMS-Cobot's robotic system with predefined MNI coordinates can offer a significant advancement in spatial accuracy and protocol standardization, enhancing reliability and comparability.

This study was aimed at systematically evaluating different rTMS frequency and onset parameters to identify the optimal ones for language mapping in the dominant hemisphere. This will be the first study using an Axilum TMS-Cobot controlled with a Localite neuronavigation system and standardized coordinates of targeted regions across the entire left hemisphere. This research would establish a novel methodological approach to navigated rTMS language mapping.

Method

Forty-nine volunteers aged between 18 and 45 years old ($M_{\text{age}} = 23.41$, $SD = 5.36$; 33 females) participated in the experiment. We excluded the data from four participants who did not complete the experimental session due to intolerable pain elicited by TMS. In total, data from forty-five participants ($M_{\text{age}} = 23.07$, $SD = 5.09$;

29 females) were included in the analysis. All participants were right-handed native Russian speakers, had normal or corrected vision and hearing, and had no history of neurological deficits or language-related impairments. Participants signed a written informed consent form prior to taking part in the research and completed the TMS safety screening form to reveal any contraindications. The study was approved by the HSE Committee on Interuniversity Surveys and Ethical Assessment of Empirical Research.

We developed two linguistic paradigms, Object Naming and Action Naming. For the first experimental study primarily focused on validation of optimal TMS parameters, we used only an Object Naming task, which is a commonly accepted task for cortical language mapping (Krieg et al., 2017). The task consisted of 75 drawn black-and-white pictures of living and non-living objects with corresponding Russian names sourced from a psycholinguistic database (Akinina et al., 2015). To ensure correct response identification during rTMS mapping, only items with four or fewer alternative names were included. Stimuli were controlled for their naming parameters (age of acquisition: $M=1.89$, $SD=0.46$, range: 1.14–2.86; name agreement: $M=93.72$, $SD=8.27$, range: 70–92.5; frequency: $M=26.86$, $SD=27.74$, range: 2–122.7; length in syllables: $M=2.50$, $SD=0.70$, range: 1–4; length in phonemes: $M=6.30$, $SD=1.39$, range: 3–9). The experiment was programmed via E-Prime 3.0 software.

Participants completed a baseline Object Naming task prior to rTMS mapping to familiarize them with the procedure, identify challenging stimuli, and minimize false positive errors during rTMS mapping. Stimuli pictures were presented with a 1000 ms presentation time and a 3000 ms inter-picture interval, preceded by a 500 ms fixation cross. Participants were seated 60 cm in front of the screen and were asked to name the pictures in Russian using the phrase “*Eto...*” (*This is...*), promoting nominative case noun production (e.g., *Eto vilka* “*This is a fork*”). Pictures not named fluently and correctly were excluded from subsequent rTMS mapping.

Stimulation was applied over 46 targeted regions based on Corina et al. (2005) and standardized in the MNI space via manual segmentation of the MNI152 T1-weighted template using MRICroGL. Individual coordinates for each participant were obtained by realigning participants’ individual T1-weighted images to AC-PC space and applying inverse mapping of the predefined coordinates from the MNI space to the native participants’ space based on spatial normalization parameters using SPM.

Language mapping was performed using a MagProX100 MAGOPTION (MagVenture, Denmark) stimulator, equipped with a Cool-B65 coil, under control of robotic system Axilum TMS-Cobot (Axilum Robotics, France) and neuronavigational system Localite TMS Navigator (Localite, Germany). The experimental session started with the participant’s registration in the neuronavigation system and estimation of individual resting motor threshold (rMT). During the mapping procedure, a participant had to name pictures with the rTMS stimulation applied at 110 % of rMT with one of four protocols differing with frequency (5/10 Hz) and on-set (0/300 ms). In total, there were three rounds of consecutive rTMS stimulation over 46 targeted regions. The region was marked as language positive if a participant made errors during $\geq 2/3$ stimulation trials. Oral participants’ responses were

audio and video recorded with a microphone, and naming errors and pain reports were documented in a paper protocol after each trial. Each participant completed two sessions with the same rTMS onset (0/300 ms) and different frequency parameters (5/10 Hz). The total duration of each session was 2 – 2.5 hours, including the participant’s preparation and mapping procedure.

Data analysis was aimed at testing the main effect of rTMS frequency and onset on error rates during language mapping. Data processing and descriptive analysis were performed in Python 3.10. Error rates were calculated across all participants and visualized using SurfIce. Statistical analysis was performed in the R software using the *lme4* package: effects of rTMS frequency and onset on error rates were estimated using generalized linear mixed-effects models via the *glmer* function.

Results

No participants reported any side effects during or after stimulation, and the average tolerability was high. Descriptive statistics revealed a higher error rate for rTMS protocol with 10 Hz frequency and 0 ms onset (Figure 1). Statistical analysis revealed the main effect of frequency and onset on error rates; the 10 Hz 0 ms rTMS protocol was associated with higher error rates (Table 1).

Table 1. Results of generalized linear mixed-effects model for error rates

Contrast	OR	SE	z-ratio	p-value
5 Hz 0 ms / 10 Hz 0 ms	0.72	0.06	−3.67	.001
5 Hz 0 ms / 5 Hz 300 ms	1.57	0.35	2.02	.131
5 Hz 0 ms / 10 Hz 300 ms	1.28	0.28	1.13	.257
10 Hz 0 ms / 5 Hz 300 ms	2.18	0.48	3.51	.002
10 Hz 0 ms / 10 Hz 300 ms	1.78	0.39	2.64	.034
10 Hz 0 ms / 10 Hz 300 ms	0.82	0.09	−1.84	.133

Note: Contrast is a pairwise comparison of rTMS protocols; *OR* is an odds ratio; *SE* is a standard error. Significant effects at level $\alpha = .05$ are highlighted in bold

Discussion and Conclusions

We developed two linguistic tests for rTMS language mapping and tested four protocols with various parameters of frequency (5/10 Hz) and onset (0/300 ms) in the control group of healthy participants. The results revealed a significant main effect of both frequency and onset, with 10 Hz and 0 ms being the optimal parameters. The results are in line with previous findings (Ille et al., 2015; Krieg et al., 2014; Sollmann et al., 2018).

Several limitations were revealed. First, the long duration of the mapping procedure can cause participants’ fatigue. Second, the procedure cannot be fully automatized and requires partly manual control of coil placement due to limita-

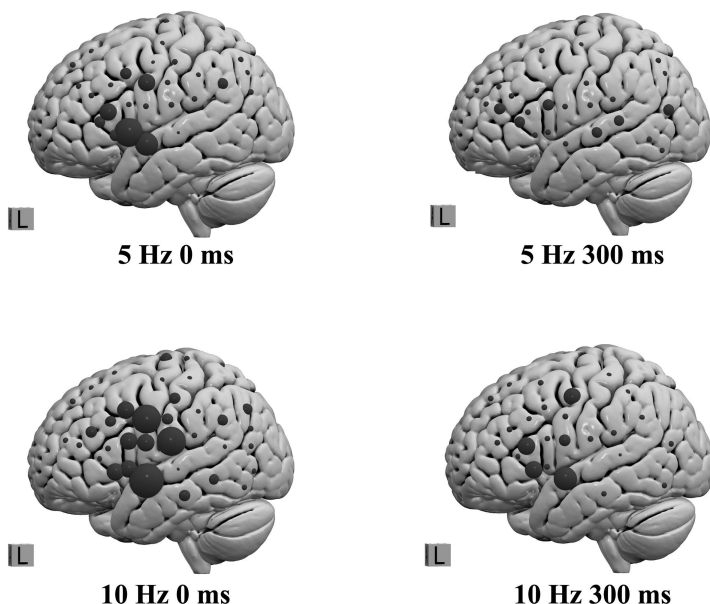


Figure 1. Error rates across all participants for four rTMS stimulation protocols. The size of each sphere represents a total number of naming errors elicited by rTMS across all participants

tions of the neuronavigation system. Third, participants could report pain sensations due to contraction of cranial muscles, especially when more anterior regions are stimulated. Finally, although currently validated TMS parameters were proven safe both in healthy and clinical cohorts (Krieg et al., 2017; Nettekoven et al., 2021), further clinical validation is crucial to ensure its safe applicability in the clinical group with a minimal risk of seizure induction.

During further research, we plan to validate the selected 10 Hz 0 ms rTMS protocol using the Action Naming paradigm. Also, we will validate the developed protocol in the right hemisphere in the control group of healthy participants. Finally, the optimal paradigms will be clinically validated.

References

- Akinina Y., Malyutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O. Russian normative data for 375 action pictures and verbs // *Behavior Research Methods*. 2015. Vol. 47. No. 3. P. 691 – 707. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0492-9>
- Corina D.P., Gibson E.K., Martin R., Poliakov A., Brinkley J., Ojemann G.A. Dissociation of action and object naming: Evidence from cortical stimulation mapping // *Human Brain Mapping*. 2005. Vol. 24. No. 1. P. 1 – 10. <https://doi.org/10.1002/hbm.20063>
- Hauck T., Tanigawa N., Probst M., Wohlschlaeger A., Ille S., Sollmann N., Maurer S., Zimmer C., Ringel F., Meyer B., Krieg S.M. Stimulation frequency determines the distribution of language positive cortical regions during navigated transcranial magnetic brain stimulation // *BMC Neuroscience*. 2015. Vol. 16. No. 1. P. 1 – 14. <https://doi.org/10.1186/s12868-015-0143-9>

Ille S., Sollmann N., Hauck T., Maurer S., Tanigawa N., Obermueller T., Negwer C., Droese D., Zimmer C., Meyer B., Ringel F., Krieg S.M. Combined noninvasive language mapping by navigated transcranial magnetic stimulation and functional MRI and its comparison with direct cortical stimulation // *Journal of Neurosurgery*. 2015. Vol. 123. No. 1. P. 212–225. <https://doi.org/10.3171/2014.9.jns14929>

Krieg S.M., Lioumis P., Mäkelä J.P., Wilenius J., Karhu J., Hannula H., Savolainen P., Lucas C.W., Seidel K., Laakso A., Islam M., Vaalto S., Lehtinen H., Vitikainen A.-M., Tarapore P.E., Picht T. Protocol for motor and language mapping by navigated TMS in patients and healthy volunteers; workshop report // *Acta Neurochirurgica*. 2017. Vol. 159. No. 7. P. 1187–1195. <https://doi.org/10.1007/s00701-017-3187-z>

Krieg S.M., Tarapore P.E., Picht T., Tanigawa N., Houde J., Sollmann N., Meyer B., Vajkoczy P., Berger M.S., Ringel F., Nagarajan S. Optimal timing of pulse onset for language mapping with navigated repetitive transcranial magnetic stimulation // *NeuroImage*. 2014. Vol. 100. P. 219–236. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.016>

Nettekoven C., Pieczewski J., Neuschmelting V., Jonas K., Goldbrunner R., Grefkes C., Weiss Lucas C. Improving the efficacy and reliability of rTMS language mapping by increasing the stimulation frequency // *Human Brain Mapping*. 2021. Vol. 42. No. 16. P. 5309–5321. <https://doi.org/10.1002/hbm.25619>

Sollmann N., Fuss-Ruppenthal S., Zimmer C., Meyer B., Krieg S.M. Investigating stimulation protocols for language mapping by repetitive navigated transcranial magnetic stimulation // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2018. Vol. 12. P. 197. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00197>

Sollmann N., Ille S., Negwer C., Boeckh-Behrens T., Ringel F., Meyer B., Krieg S.M. Cortical time course of object naming investigated by repetitive navigated transcranial magnetic stimulation // *Brain Imaging and Behavior*. 2017. Vol. 11. No. 4. P. 1192–1206. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9574-x>

АПРОБАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ КАРТИРОВАНИЯ РЕЧИ МЕТОДОМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

А. А. Комиссаренко* (1), А. О. Вязьмин (2), М. Феурра (2), О. В. Драгой (1, 3)
aazhuravleva@hse.ru

1 — Центр языка и мозга, НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Институт когнитивных нейронаук, НИУ ВШЭ, Москва;

3 — Институт языкознания, Российская академия наук, Москва

Аннотация. Предотвращение постоперационного речевого дефицита является одной из ключевых задач при нейрохирургическом вмешательстве в доминантном по речи полушарии. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) может применяться при планировании нейрохирургического вмешательства для выявления участков коры головного мозга, критически значимых для речевой функции. При этом параметры стимуляции (такие как частота и задержка) могут значительно влиять на чувствительность и специфичность протокола картирования речи с помощью ТМС. Лишь в ряде исследований проводилось систематическое сравнение эффективности различных параметров стимуляции. Настоящее исследование было направлено на последовательное тестирование различных параметров ТМС для выявления тех, которые надежно локализируют речевую функцию в доминантном по речи полушарии. Мы разработали парадигму «Называние объектов», состоящую из 75 изображений с соответствующими русскими номинациями. Мы протестировали парадигму, используя четыре протокола ТМС с различной частотой (5/10 Гц) и задержкой (0/300 мс) в контрольной группе из 45 здоровых участников. В исследовании было впервые проведено речевое картирование с помощью ТМС по стандартизированной системе координат 46 участков коры головного мозга по всему левому полушарию с использованием роботизированной системы Axilum TMS-Cobot. Результаты показали значимый эффект частоты и задержки ТМС, при этом при этом наиболее оптимальными параметрами оказались 10 Гц 0 мс. Разработанный протокол будет валидирован с использованием парадигмы «Называние действий» и протестирован в правом полушарии. Наконец, будет проведена клиническая валидация разработанных парадигм.

Ключевые слова: речевое картирование, транскраниальная магнитная стимуляция, называние объектов, оптимизация протокола, параметры стимуляции, частота, задержка

TRIAL-BY-TRIAL DYNAMICS OF VISUAL GAMMA OSCILLATIONS POINT TO ALTERED NEUROPLASTICITY IN TWO CLINICAL GROUPS

E. V. Orekhova* (1), S. M. Naumova (2), T. S. Obukhova (1), A. O. Prokofyev (1), D. E. Goiaeva (1), A. V. Petrokovskaia (3), A. R. Artemenko (4), T. A. Stroganova (1)
orekhova.elena.v@gmail.com

1 – Center for Neurocognitive Research (MEG Center), Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

2 – National Research University Higher School of Economics, Moscow;

3 – Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow;

4 – Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow

Abstract. Recent studies have demonstrated that the repeated presentation of an identical visual stimulus induces a stimulus-specific, persistent enhancement of gamma responses (GR), likely reflecting spike-timing-dependent plasticity underlying perceptual learning. There is evidence that neural plasticity is promoted by increased neural excitation or decreased inhibition. We used magnetoencephalography (MEG) to investigate whether the repetition-dependent GR modulations are altered in two distinct clinical populations: (1) adults with Visual Snow Syndrome (VSS) – a neurological condition characterized by persistent visual disturbances and putative cortical hyperexcitability, and (2) children with autism spectrum disorder (ASD) – a neurodevelopmental condition associated with potential GABAergic dysfunction. Both patient groups and their age-matched controls exhibited an initial decrease in gamma power during early stimulus repetitions, consistent with transient arousal followed by sensory habituation, after which GR gradually increased with stimulus repetition. This repetition-related GR increase was significantly steeper in clinical groups compared to controls, suggesting abnormally enhanced experience-dependent plasticity. Our findings provide the first evidence that repetition-related changes in GR can reveal alterations in neural plasticity mechanisms in neural disorders, positioning GR dynamics as a promising biomarker for investigating neuroplasticity deficits in clinical populations.

Keywords: visual gamma oscillations, neuronal plasticity, visual snow syndrome (VSS), autism spectrum disorders (ASD), magnetoencephalography (MEG)

This research is supported by the “Priority 2036” program (Development Program No. 000002472; February 21, 2025).

Introduction

When we repeatedly encounter specific visual stimuli, our brain optimizes their processing, enhancing our ability to interpret and respond to them efficiently. This process, known as perceptual learning, arises from neural plasticity, par-

ticularly through the fine-tuning of feature-selective neurons in the primary visual cortex (V1). Remarkably, such learning can be driven solely by exposure to stimuli without conscious effort or explicit training.

Recent studies have shown that processing of recurring stimuli leads to a stimulus-specific and persistent (> 20 minutes) increase in induced visual gamma oscillations (Stauch et al., 2021). It has been suggested that these repetition-related gamma changes reflect interplay between spike-time-dependent plasticity and the gamma cycle, which results in effective strengthening of stimulated synaptic connections and weakening of those that are not stimulated.

There is evidence that neural plasticity is altered in some neurological and psychiatric disorders. In particular, it may be increased in conditions associated with elevated neural excitability (Murphy et al., 2004) or reduced neural inhibition (Harauzov, et al., 2010).

Here we investigate two groups of participants characterized by atypical neural excitation or inhibition in the visual cortex. The first is *Visual Snow Syndrome* (VSS) – a neurological disorder manifested as persistent visual perceptual disturbances, putatively resulting from neural hyperexcitability (Bou Ghannam & Pelak, 2017). The second is *autism spectrum disorder* (ASD), which is associated with widespread deficits in inhibitory signaling, including the visual cortex (Contractor et al., 2021). We hypothesized that neural abnormalities associated with VSS and ASD would lead to increased neuroplasticity detectable through repetition-related changes of visual gamma oscillations recorded by magnetoencephalography (MEG).

Methods

Participants. 1) 26 adults with VSS (diagnosed by a neurologist) and 27 age- and sex-matched control participants. 2) 42 boys with ASD (diagnosed by a psychiatrist according to DSM-V) and 43 age-matched typically developing boys aged 7 – 15 years.

Stimuli. Subjects watched annular high-contrast visual gratings (18 degrees of visual angle, 1.66 cycles per degree) moving for 1.2 – 3 seconds at 1.2°/s, 3.6°/s, 6.0°/s (in children) or 0°/s, 0.6°/s, 1.2°/s, 3.6°/s, 6.0°/s (in adults). These stimuli are known to induce strong gamma oscillations (Orekhova et al., 2018). ISIs was fixed at 1.2 s. While 90 stimuli of each type were presented, for this analysis we used only data collected before the break (90 stimuli in children and 137 in adults).

MEG Recording and Processing. MEG was recorded at the Moscow MEG Center (Moscow State University of Psychology and Education) with an Elekta Vector-View 306-channel detector array. After artifact correction, the data were epoched from -1 to 1.2 sec relative to stimulus onset. For spectral analysis, we used a multi-taper method with 10 Hz bandwidth and frequency resolution ~ 1 Hz. Gamma response (GR) power was calculated in a 0.3 – 1.2 s time interval relative to baseline (-0.9 – 0 s) as % change and averaged according to stimulation conditions. For this analysis we have chosen gradiometers with maximal GR power in the 50 – 80 Hz range. Spectra were averaged according to stimulation condition, and a *subject- and condition- specific gamma range* was then estimated as the range

where gamma response power exceeded 2/3 of the peak value for this subject/condition. We then estimated GR power in this *subject- and condition- specific gamma range* for each individual subject and epoch.

Statistical Analysis. Single-trial GR power values were z-transformed separately for each subject and condition and averaged according to the number of trials (137 in adults, 90 in children) across subjects in the groups and all conditions (in adults) or across subjects in the groups and the “maximal GR” 1.2°/s condition (in children). In children, the 1.2°/s condition characterized by the greatest GR (at the group level) was chosen because of their generally lower GR amplitude frequently resulting in unreliable GR responses at higher motion velocities. The resulting z-values showing repetition-related changes in GR power over trials are presented in Figure 1 (upper panel). We then recalculated z-scores for the “up-going” part of the single-trial GR curves (15–137 trials in adults and 11–90 trials in children) and estimated individual regression coefficients as $GR_{power} \sim N_{trial}$, where N_{trial} is the trial order number.

Results

In all groups of participants, single-trial GR power decreased during the initial 15 (in adults) or 11 (in children) trials and then monotonously increased (Figure 1, upper panel). Participants with VSS had significantly higher regression coefficients, indicating a steeper repetition-related increase in GR power (Figure 1, lower panel). The same was true for children with ASD, who had higher regression coefficients than their TD peers.

Discussion and Conclusions

This is the first study to replicate the repetition-related changes in MEG GR power initially reported by Stauch et al. (2021), while also identifying alterations in these repetition changes in clinical populations.

The initial decrease in GR power—observed across all groups—likely reflects transient arousal followed by habituation. In contrast, the subsequent monotonic increase in GR power is thought to arise from spike-timing-dependent plasticity (STDP), which strengthens the stimulated neural connections (Stauch et al., 2021). Notably, patients with VSS and children with ASD exhibited a more rapid increase in gamma power compared to their respective control groups, suggesting enhanced Hebbian-like neural plasticity in these clinical populations.

In patients with VSS, heightened neural plasticity may contribute to their visual symptoms. Notably, lamotrigine—a drug that reduces neural plasticity by modulating long-term potentiation (LTP) and long-term depression (LTD)—has shown efficacy in some VSS cases. Further studies are needed to determine whether targeting neural plasticity through pharmacological or other interventions could alleviate VSS symptoms.

In children with ASD, elevated neural plasticity may result from a deficiency of parvalbumin-positive (PV+) inhibitory interneurons (Contractor et al., 2021). PV+ interneurons are critical regulators of neural plasticity and the timing of critical periods (LeBlanc, Fagiolini, 2011). Furthermore, perineuronal nets (PNNs), which

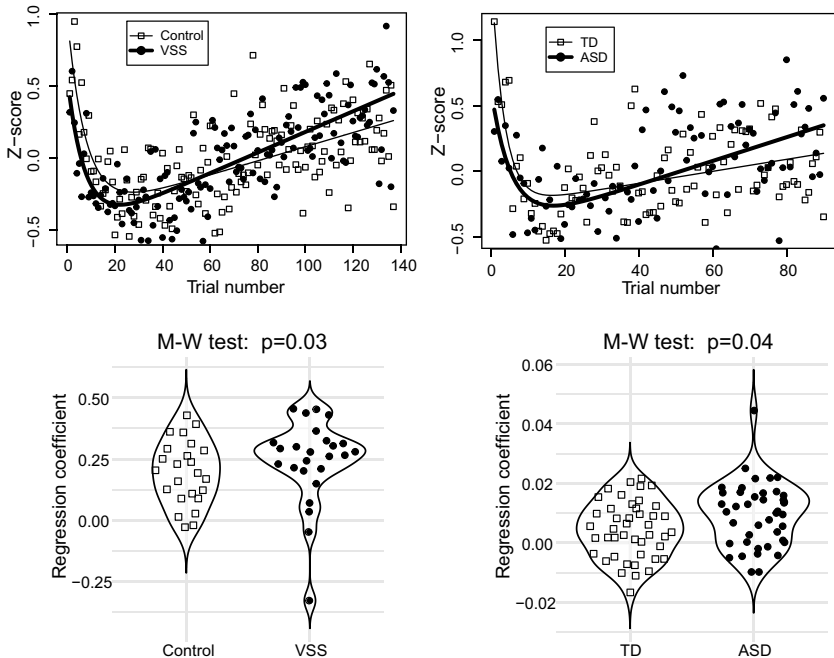


Figure 1. Repetition-related changes in visual gamma response (GR) power in adults with Visual Snow Syndrome (VSS), children with Autism Spectrum Disorders (ASD), and the respective comparison groups (adult controls or typically developing children—TD). *Upper panel:* Biphasic changes in z-scored GR power with trial number. *Lower panel:* Violin plots of individual regression coefficients reflecting repetition-related changes in GR power in the “up-going” part of the curves presented in the upper panel

stabilize the high-activity state of PV+ interneurons, are disrupted in some ASD animal models (Sorg et al., 2016). This PNN impairment may contribute to aberrant neural plasticity and gamma oscillation patterns in ASD (Lensjø et al., 2017).

In conclusion, our findings suggest that assessing repetition-related changes in GR power may serve as a valuable method for characterizing Hebbian-like neural plasticity in both healthy and pathological brain states.

References

- Bou Ghannam A., Pelak V.S. Visual snow: A potential cortical hyperexcitability syndrome // *Current Treatment Options in Neurology*. 2017. Vol. 19. No. 9. P. 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11940-017-0448-3>
- Contractor A., Ethell I. M., Portera-Cailliau C. Cortical interneurons in autism // *Nature Neuroscience*. 2021. Vol. 24. No. 12. P. 1648–1659. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00967-6>
- Harauzov A., Spolidoro M., DiCristo G., De Pasquale R., Cancedda L., Pizzorusso T., Viegi A., Berardi N., Maffei L. Reducing intracortical inhibition in the adult visual cortex promotes ocular dominance plasticity // *The Journal of Neuroscience*. 2010. Vol. 30. No. 1. P. 361–371. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2233-09.2010>

LeBlanc J. J., Fagiolini M. Autism: A "Critical Period" disorder? // *Neural Plasticity*. 2011. No. 1. P. 921680:1-17

Lensjø K. K., Lepperød M. E., Dick G., Hafting T., Fyhn M. Removal of perineuronal nets unlocks juvenile plasticity through network mechanisms of decreased inhibition and increased gamma activity // *The Journal of Neuroscience*. 2017. Vol. 37. No. 5. P. 1269 – 1283. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2504-16.2016>

Murphy G. G., Fedorov N. B., Giese K. P., Ohno M., Friedman E., Chen R., Silva A. J. Increased neuronal excitability, synaptic plasticity, and learning in aged Kvβ1.1 knockout mice // *Current Biology*. 2004. Vol. 14. No. 21. P. 1907 – 1915. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.10.021>

Orekhova E. V., Sysoeva O. V., Schneiderman J. F., Lundström S., Galuta I. A., Goiaeva D. E., Prokofyev A. O., Riaz B., Keeler C., Hadjikhani N., Gillberg C., Stroganova T. A. Input-dependent modulation of MEG gamma oscillations reflects gain control in the visual cortex // *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. No. 8451. P. 1 – 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26779-6>

Sorg B. A., Berretta S., Blacktop J. M., Fawcett J. W., Kitagawa H., Kwok J. C. F., Miquel M. Casting a wide net: Role of perineuronal nets in neural plasticity // *The Journal of Neuroscience*. 2016. Vol. 36. No. 45. P. 11459 – 11468. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2351-16.2016>

Stauch B. J., Peter A., Schuler H., Fries P. Stimulus-specific plasticity in human visual gamma-band activity and functional connectivity // *eLife*. 2021. Vol. 10. P. e68240:1 – 22. <https://doi.org/10.7554/elife.68240>

ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЗРИТЕЛЬНЫХ ГАММА-ОСЦИЛЛЯЦИЙ УКАЗЫВАЕТ НА ИЗМЕНЕННУЮ НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТЬ В ДВУХ КЛИНИЧЕСКИХ ГРУППАХ

Е. В. Орехова* (1), С. М. Наумова (2), Т. С. Обухова (1), А. О. Прокофьев (1),
Д. Э. Гояева (1), А. В. Петроковская (3), А. Р. Артеменко (4), Т. А. Строганова (1)
orekhova.elena.v@gmail.com

1 — Центр нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центр), Московский
государственный психолого-педагогический университет, Москва;

2 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа
экономики», Москва;

3 — Московский клинический научный центр имени А. С. Логинова, Москва;

4 — Первый Московский государственный медицинский университет имени
И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

Аннотация. Недавние исследования показали, что повторяющееся предъявление одного и того же зрительного стимула вызывает специфическое и устойчивое усиление гамма-ответов (ГО), вероятно, отражающее зависимость от временной синхронизации нейронной активности пластичность, лежащую в основе перцептивного научения. Известно, что нейропластичность может усиливаться при повышении нейронного возбуждения или снижении торможения. С помощью магнитоэнцефалографии (МЭГ) мы исследовали, изменены ли зависящие от повторения модуляции ГО у двух клинических групп: у взрослых с синдромом визуального снега — неврологическим расстройством, характеризующимся стойкими зрительными нарушениями и предполагаемой гипертормодимостью зрительной коры, и у детей с расстройством аутистического спектра — нарушением развития, связанным с возможной дисфункцией тормозной, ГАМКергической системы. Как пациенты, так и соответствующие им по возрасту контрольные группы продемонстрировали первоначальное снижение мощности ГО при ранних повторениях стимула, что соответствует изначальному возбуждению с последующим привыканием сенсорного ответа, после чего ГО постепенно усиливались при дальнейших повторениях. Это усиление было значительно более выраженным у клинических групп по сравнению с контрольными, что указывает на аномально повышенную зависимость от опыта пластичность. Результаты нашего исследования впервые свидетельствуют в пользу того, что изменения ГО, связанные с повторяющейся стимуляцией, могут выявлять нарушения механизмов нейропластичности при неврологических и психических расстройствах. Это позволяет рассматривать динамику ГО в качестве перспективного биомаркера для изучения изменений нейропластичности в клинических группах.

Ключевые слова: визуальные гамма-колебания, нейропластичность, синдром визуального снега, расстройства аутистического спектра (РАС), магнитоэнцефалография (МЭГ)

Исследование поддержано программой «Приоритет 2036» (Программа развития № 000002472 от 21.02.2025).

SPEECH FLUENCY AS A PREDICTOR OF MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT SCORES IN OLDER ADULTS

N. N. Psaryova*, S. A. Malyutina

d8104796@gmail.com

National Research University Higher School of Economics,
Center for Language and Brain, Moscow

Abstract. This study is dedicated to exploring the relationship between the fluency of spontaneous speech and cognitive performance measured by the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in elderly people. Samples of spontaneous speech from 93 participants were manually annotated. The study analyzes parameters such as the frequency and duration of pauses and other speech disfluencies. A new contribution of this study is a detailed analysis of the positions of silent pauses relative to seven types of Elementary Discourse Units, or EDUs (both within and between EDUs), which goes beyond simple quantitative indicators. Key findings suggest that individuals with lower MoCA scores produce fewer filled pauses, possibly indicating reduced use of compensatory strategies for lexical access difficulties – a pattern that may reflect early cognitive changes. Meanwhile, silent pauses may signal challenges in sentence and discourse planning. This research contributes to the linguistic profiling of older Russian-speaking adults with varying cognitive performance levels, offering insights into speech markers that correlate with MoCA scores – a tool widely used in cognitive assessment.

Keywords: cognitive performance, speech fluency, disfluency positions, spontaneous speech analysis, MoCA scale.

This work is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University). Data collection was funded by as part of a state assignment “Neurocognitive training as part of medical rehabilitation of patients with neurodegenerative cognitive impairments of various severity” (EGISZ NIOKTR № 123031600063-1)

Introduction

Given the importance of supporting patient well-being and facilitating timely interventions in older adults experiencing cognitive decline, accurate methods for early cognitive assessment are essential, even at subtle stages of impairment. While various linguistic features have been linked to cognitive performance, speech fluency, and specifically its disruption, has emerged as a promising area of investigation. Existing research (Hoffmann et al., 2015; Wang et al., 2019) often centers on global, quantitative measures of speech disfluencies, such as fre-

quency or duration of pauses, potentially overlooking the nuanced role of pause position within spoken language at lexical, syntactic, and discourse levels. Recent studies, like Andrade et al. (2023), suggest that the location of pauses may provide more sensitive insights into cognitive processes. Therefore, this study investigates the association between speech fluency parameters, including the frequency and duration, and the position of silent pauses relative to different discourse units in relation to performance on the MoCA (Nasreddine et al., 2005). This approach aims at exploring the potential of speech analysis for predicting cognitive performance, using the MoCA as a comprehensive measure of cognitive status in this population.

Method

Participants were recruited from the Memory Clinic and a district city polyclinic in Moscow ($N=93$; age: 60–85 years, mean age 71.97 ± 7.13 years) (Table 1). Each participant completed neuropsychological screening with a clinician. The inclusion criteria were absence of diagnosed dementia and absence of significant hearing and speech impairments. All participants had native Russian language proficiency. To obtain speech samples, participants were asked to tell a personal story on the given topic (a memorable gift/party/travel). Each narrative was audio recorded and manually transcribed and annotated using the ELAN software (<https://archive.mpi.nl/tla/elan>). The analyzed speech fluency parameters included the frequency and duration of pauses (silent, filled, lexical, lengthening) and other speech disfluencies (perseverations, self-corrections, false starts), and the discourse positions of silent pauses (the full list is presented in Table 2). In this study, the following terms are operationally defined as

1. Pauses: silent pause (a break in speech without vocalization), filled pause (a vocalized hesitation, e.g., “uh”, “um”), lengthening (prolongation of a sound (vowel or consonant)), lexical pause (filler words, e.g., “well”, “like”).
2. Disfluencies: perseveration (repetition of words/phrases), self-correction (repairing speech errors), false start (abandoned word fragments).
3. Elementary discourse units (EDUs) are the smallest meaningful segments of discourse that represent a single proposition or communicative act (Kibrik, Podlesskaya, 2009).

To identify significant predictors of cognitive status (MoCA) among 33 linguistic parameters, a comprehensive two-stage approach was employed. The first stage involved a correlational analysis using Spearman's rank correlation coefficient, with False Discovery Rate (FDR) correction applied to control for multiple comparisons. The choice of Spearman's correlation was justified by the Shapiro-Wilk test, which indicated a significant departure from normality in the MoCA scores ($W=0.957$, $p=.004$). In the second stage, two robust regression models were constructed: a base model (including predictors with adjusted p -values <0.05 in the correlational analysis) and an expanded model (additionally including predictors with $|r| \geq 0.20$ from the first stage). Both models included demographic (age, sex, education) and clinical (HADS scores, clinic affiliation) covariates.

Table 1. Demographic and clinical information

Variable		Value
Age		71.97 ± 7.13
Education		14.03 ± 2.55
MoCA scores		23.56 ± 3.44
HADS-D scores		5.88 ± 3.57
HADS-A scores		6.03 ± 3.79
Sex	Female <i>n</i>	82
	Male <i>n</i>	11
Clinic	Memory clinic <i>n</i>	61
	District polyclinic <i>n</i>	32

Note: The values are mean ± standard deviation. *MoCA* = Montreal Cognitive Assessment; *HADS-D* = Hospital Anxiety and Depression Scale – Depression subscale; *HADS-A* = Hospital Anxiety and Depression Scale – Anxiety subscale

Table 2. Linguistic characteristics and their positions

Linguistic Characteristic	EDU Positions	Positions relative to EDU type
Silent, Filled, Lexical Pauses	Between EDUs	Illocutionary (communicative intention), Regulatory (auxiliary discursive markers), Clausal (often a typical clause), Subclausal (less than a clause), Superclausal (more than a clause), Incomplete (unfinished clause), Discontinuous (it contains another EDU) EDUs
	Within EDUs	
False Starts, Lengthenings, Perseverations, Corrections	Within EDUs	

Note: *EDU* = elementary discourse unit

Results

After FDR correction, four linguistic parameters demonstrated a statistically significant correlation with MoCA scores: duration of silent pauses ($r = -.29$, $p < .0398$), duration of filled pauses ($r = .30$, $p < .035$), frequency of filled pauses ($r = .29$, $p < .043$), duration of silent pauses before clausal units ($r = -.30$, $p < .0343$). Higher MoCA scores were significantly associated with more frequent and longer filled pauses. Conversely, higher MoCA scores were significantly associated with shorter silent pauses in general and shorter silent pauses before clausal units. Six additional parameters, though not statistically significant after FDR correction, demonstrated weak correlations ($|r| = .20$) and were included in the extended regression model for further analysis: frequency of silent pauses ($r = -.25$), verbal rate ($r = .22$), frequency of false starts ($r = .22$), frequency of silent pauses before clausal units ($r = -.24$), frequency of silent pauses before subclausal units ($r = -.20$), duration of silent pauses before subclausal units ($r = -.25$).

Contrary to initial correlational patterns, the robust regression models revealed no statistically significant associations between linguistic parameters and MoCA scores after controlling for demographic and clinical covariates ($p > .05$ for all linguistic predictors). Only higher levels of de

pression, as measured by HADS-D, were associated with lower MoCA scores:

1. A base model: the results indicated that only HADS-D scores were a statistically significant predictor of MoCA scores ($\beta = -0.3806$, $SE = 0.1135$, $t = -3.3540$, $p < .01$). None of the linguistic variables reached statistical significance in the model; the coefficients for duration of silent pauses before clausal units ($\beta = -1.0421$), duration ($\beta = 1.2620$) and frequency of filled pauses ($\beta = 10.7179$), and duration of silent pauses in general ($\beta = 0.0015$) suggest potential relationships with MoCA scores. Model diagnostics confirmed appropriate fit (residual $MD = -0.15$, $RSE = 2.95$) with no evidence of multicollinearity ($VIFs < 2.6$).
2. An extended model: this model confirmed HADS-D as the sole significant predictor of MoCA scores ($\beta = -0.37$, $p = .002$) as well, while no linguistic features reached statistical significance (all p -values > 0.08). The model exhibited good fit (residual $MD = -0.19$, $RSE = 2.75$) with no evidence of multicollinearity ($VIFs < 3.8$).

Discussion and Conclusions

The present study investigated the relationship between linguistic parameters and cognitive status, as measured by the MoCA. Initial correlational analysis revealed significant associations between several linguistic features and MoCA scores. Specifically, lower MoCA scores were associated with longer silent pauses (both overall and before clausal units) and with shorter and less frequent filled pauses. The presence of filled pauses signals active lexical retrieval or formulation effort during speech production (Cossavella, Cevasco, 2021). Thus, the observed association between fewer filled pauses and lower MoCA scores potentially reflects a reduced tendency to employ active strategies to compensate for emerging difficulties in lexical access and word-finding. Prior research suggests that individuals with severe cognitive impairments due to dementia may be less likely to actively address word-finding challenges and consequently use fewer filled pauses (Gayraud et al., 2011). Our results suggest that this trend may manifest even when cognitive performance is subtly impacted. The increased duration of silent pauses in individuals with lower MoCA scores could indicate challenges in speech planning. In particular, the duration of silent pauses before clausal units may reflect difficulties in planning more complex syntactic structures. It is plausible that individuals with lower cognitive performance experience increased difficulty in formulating their thoughts into coherent sentences, leading to longer pauses during sentence planning.

These findings provide an initial characterization of the linguistic profile of a Russian-speaking elderly population in relation to cognitive performance assessed through a standardized cognitive scale. While our results demonstrate intriguing correlations between pausing patterns and MoCA scores, interpretation

should be cautious due to the limited sample size, gender imbalance, and varied speech elicitation tasks (different monologue topics). Future research will aim at addressing these limitations, as well as at accounting for the lexico-syntactic context of all speech fluency parameters. Furthermore, future studies could explore the potential of these speech-based markers to refine and augment existing methods of cognitive assessment in older adults.

References

- Andrade E. I. N., Manxhari C., Smith K. M. Pausing before verb production is associated with mild cognitive impairment in Parkinson's disease // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2023. Vol. 17. P. 1102024:1 – 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1102024>
- Cossavella F., Cevasco J. The importance of studying the role of filled pauses in the construction of a coherent representation of spontaneous spoken discourse // *Journal of Cognitive Psychology*. 2021. Vol. 33. No. 2. P. 172 – 186. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1893325>
- Gayraud F., Lee H.-R., Barkat-Defradas M. Syntactic and lexical context of pauses and hesitations in the discourse of Alzheimer patients and healthy elderly subjects // *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2011. Vol. 25. No. 3. P. 198 – 209. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.521612>
- Hoffmann I., Vincze V., Szatlóczki G., Tóth L., Gosztolya G., Bánréti Z., Pákási M., J., K. An internet-based screening test for Mild Cognitive Impairment (MCI) from spontaneous speech // *Real Repository*. 2015. <https://doi.org/https://real.mtak.hu/29241/>
- Nasreddine Z. S., Phillips N. A., Bédirian V., Charbonneau S., Whitehead V., Collin I., Cummings J. L., Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment // *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005. Vol. 53. No. 4. P. 695 – 699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Wang T., Lian C., Pan J., Yan Q., Zhu F., Ng M. L., Wang L., Yan N. Towards the speech features of mild cognitive impairment: Universal evidence from structured and unstructured connected speech of Chinese // *Interspeech 2019. ISCA, 2019*. P. 3880 – 3884. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2019-2414>
- Night Dream Stories: A corpus study of spoken Russian discourse / A. A. Kibrik, V. I. Podlesskaya (Eds.). Moscow: Languages of Slavonic Culture, 2009.

БЕГЛОСТЬ РЕЧИ КАК ПРЕДИКТОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНРЕАЛЬСКОЙ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Н.Н. Псарёва*, С.А. Малютина
d8104796@gmail.com

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Центр языка и мозга, Москва

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению взаимосвязи между беглостью спонтанной речи и когнитивными показателями по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (МоСА) у пожилых людей. Вручную были аннотированы образцы спонтанной речи 93 участников. В исследовании проанализированы такие параметры, как частота и длительность пауз и других нарушений беглости речи. Новым вкладом этого исследования является детальный анализ позиций незаполненных пауз относительно семи типов элементарных дискурсивных единицы, или ЭДЕ (как внутри, так между ЭДЕ), что выходит за рамки простых количественных показателей. Результаты показывают, что участники с более низкими баллами по шкале МоСА используют меньше заполненных пауз, что может свидетельствовать о сниженном применении компенсаторных стратегий при трудностях лексического доступа — паттерн, который может отражать ранние когнитивные изменения. В то же время незаполненные паузы могут указывать на трудности планирования предложений и дискурса в целом. Данная работа способствует формированию лингвистического профиля русскоязычных пожилых людей с разным уровнем когнитивных показателей и выявляет маркеры речи, коррелирующие с баллами МоСА — инструментом, широко используемым в когнитивной оценке.

Ключевые слова: когнитивные показатели, беглость речи, позиции речевых сбоев, анализ спонтанной речи, шкала МоСА.

Данная работа является результатом исследовательского проекта, реализованного в рамках программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). Сбор данных был профинансирован в рамках государственного задания «Нейрокогнитивный тренинг как часть медицинской реабилитации пациентов с нейродегенеративными когнитивными нарушениями различной степени тяжести» (EGISZ NIOKTR № 123031600063-1).

РИГИДНОСТЬ НАПРАВЛЯЮЩЕГО ШАБЛОНА В ЗРИТЕЛЬНОМ ПОИСКЕ ПРИ СМЕНЕ РЕЛЕВАНТНОГО ПРИЗНАКА ЦЕЛИ

Д. С. Абузова* (1), М. И. Морозов (2)

dsabuzova@edu.hse.ru

1 — Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики», Москва;

2 — РАНХиГС, Москва

Аннотация. Современные модели зрительного поиска предполагают наличие двух типов шаблонов, работающих на различных этапах поиска: направляющий шаблон (guiding template), который направляет внимание на релевантные объекты, и шаблон цели (target template), обеспечивающий верификацию целевого объекта. Настоящее исследование с использованием регистрации движений глаз было направлено на проверку того, какая информация содержится в направляющем шаблоне и зависит ли его содержание от шаблона цели. Участникам предъявлялась черно-белая цель поиска, затем — поисковый экран с неестественно окрашенными объектами, один из которых мог быть окрашен в типичный цвет цели (например, красный огурец при задаче найти картинку вишни синего цвета). Несмотря на то что цвет был нерелевантен для текущей задачи, такие дистракторы привлекали внимание: они увеличивали время реакции и задерживали первую фиксацию на цели. При этом показатели верификации цели — общее время и количество фиксаций — оставались стабильными. Исходно предполагалось, что шаблон цели может оказывать влияние на содержание направляющего шаблона, однако результаты скорее указывают на то, что оба шаблона черпают информацию из общего источника — активированной долговременной памяти. При этом направляющий шаблон опирается на обобщенные признаки, а шаблон цели демонстрирует большую гибкость, ориентируясь на актуальные характеристики цели. Эти результаты ставят под вопрос строгое разделение между шаблонами и подчеркивают необходимость дальнейшего изучения их взаимосвязи и динамики формирования.

Ключевые слова: зрительное внимание, зрительный поиск, долговременная память, шаблон цели, ригидность, айтрекинг, ориентация внимания

Введение

Зрительный поиск представляет собой одну из фундаментальных задач зрительного восприятия. Для осуществления поиска формируется ментальный шаблон цели (target template), хранящийся в активированной долговременной памяти и участвующий в фазе верификации. Однако успешность поиска зависит не только от этапа верификации цели, но и от этапа ориентации внимания (гайденса) на потенциальные цели.

Современные теоретические модели (Wolfe, 2021; van Loon et al., 2017) предполагают наличие двух типов зрительных шаблонов: направляющего шаблона (guiding template), который направляет ранние стадии поиска, и шаблона цели (target template), в соответствии с которым осуществляется финальное

распознавание цели. Взаимодействие этих шаблонов является динамичным процессом, особенно в условиях изменения релевантных признаков. Одна из центральных проблем в данной модели заключается в том, насколько быстро и полно обновляется направляющий шаблон при смене признака и продолжает ли ранее релевантный признак оказывать влияние на распределение внимания.

Пре предыдущие исследования показали, что активированные в памяти признаки могут сохранять влияние на ранние стадии поиска даже после изменения задачи (van Loon et al., 2017). Сото и коллеги показали, что признаки, активированные в памяти, способны автоматически и непроизвольно направлять внимание, даже если участники пытаются намеренно игнорировать эти признаки (Soto et al., 2005). Также исследование Ван Лун и коллег продемонстрировало, что даже до начала активного поиска внимание участников спонтанно направляется к объектам с типичными признаками цели (van Loon et al., 2017). Это подтверждает, что представления из активированной долговременной памяти активируются автоматически и могут оказывать влияние именно на ранних стадиях поиска, включая фазу направления внимания. Одновременно с этим остаются открытыми вопросы о механизмах формирования каждого из шаблонов и степени их взаимодействия. В литературе описаны случаи как высокой гибкости, так и ригидности шаблонов, но причины этого различия, вероятно, связаны с конкретными механизмами извлечения признаков из активированной долговременной памяти.

Настоящее исследование направлено на проверку степени ригидности направляющего шаблона в ситуации, когда потенциально релевантный признак (цвет) становится неинформативным. Такой подход позволяет косвенно оценить степень влияния шаблона цели: если направляющий шаблон продолжает включать нерелевантный признак, это может свидетельствовать о сильной зависимости между шаблонами и о том, что направляющий шаблон формируется на основе признаков, пришедших из шаблона цели.

Методика

В исследовании принял участие 21 испытуемый в возрасте от 18 до 24 лет ($M = 19.1$, $SD = 2.2$). Все участники имели нормальное или скорректированное до нормы зрение. Все участники дали электронное добровольное согласие, подтвердив его нажатием клавиши в начале эксперимента после прочтения информационного текста.

Использовались изображения натуральных объектов (фрукты и овощи), искусственно перекрашенные в неестественные для них цвета (например, синее яблоко). Во всех условиях дистракторы были окрашены в неестественные цвета, так как необходимо было создать условия, когда испытуемый не полагался бы на признак цвета и не рассматривал его как релевантный для текущей задачи признак. Весь стимульный материал был нормализован по размеру, яркости, рандомизирован по форме объектов. Каждый участник выполнял 100 проб задачи на зрительный поиск, где вначале ему предъявлялась черно-белая цель, а затем нужно было найти ее среди восьми дистракторов, кликнув на нее мышью.

Эксперимент состоял из трех типов условий: 1) целевой стимул имел конгруэнтный цвет (вишня красная), дистракторы перекрашены в неестественные цвета; 2) целевой стимул имел неконгруэнтный цвет (вишня синяя), один из дистракторов имел целевой цвет (огурец красный при целевой вишне); 3) ни один стимул не имел целевого цвета. Участники ориентировались на цель, которая предъявлялась им в начале каждой пробы в черно-белом варианте, благодаря чему мы исключаем попадание признака цвета в рабочую память при непосредственном восприятии стимула; предполагается, что знание о цвете должно актуализироваться благодаря активированной долговременной памяти (АДП).

Эксперимент был реализован с помощью программного обеспечения SR Research Experiment Builder. Регистрация движений глаз осуществлялась с использованием стационарного айтрекера EyeLink 1000 (SR Research) с частотой дискретизации 1000 Гц. Для стабилизации головы использовался подбородный упор.

Анализировались четыре основные зависимые переменные: 1) время до первой фиксации на объекте; 2) общее время фиксаций на объекте; 3) количество фиксаций на объекте; 4) время реакции.

Сравнение показателей между целевым объектом и дистрактором прежнего целевого цвета проводилось с использованием критерия Уилкоксона для связанных выборок. Все расчеты выполнялись в Python с использованием библиотеки Pingouin.

Результаты

Для оценки влияния цвета цели и дистракторов на этап направления внимания был проведен дисперсионный анализ с повторными измерениями по логарифмированному времени реакции. Эффект условия оказался статистически значимым: $F(2, 20) = 6.98$, $p = .0025$, $\eta^2 = .031$.

Поскольку предварительная проверка показала отклонения распределения от нормальности, был дополнительно рассчитан непараметрический критерий Фридмана, который также подтвердил наличие различий: $\chi^2(2) = 10.38$, $p = .0056$. Post-hoc анализ с использованием парных сравнений по критерию Уилкоксона (с поправкой Бонферрони) показал, что время реакции было выше в условиях с неконгруэнтной целью и дистрактором целевого цвета по сравнению с конгруэнтной целью ($T = 32.0$, $p_{\text{corr}} = .0075$), а также по сравнению с неконгруэнтной целью без дистрактора целевого цвета ($T = 33.0$, $p_{\text{corr}} = .0087$). Различий между условием с конгруэнтной целью и условием без целевого цвета не обнаружено ($T = 77.0$, $p_{\text{corr}} = 1.000$).

Анализ показателей движения глаз также выявил различия между тремя условиями (табл. 1). По времени до первой фиксации на цель был обнаружен эффект на уровне тенденции: $\chi^2(2) = 4.95$, $p = .084$. Попарное сравнение условий с конгруэнтной целью и неконгруэнтной целью с дистрактором целевого цвета выявило статистически значимое увеличение времени до первой фиксации в условиях наличия дистрактора ($T = 40.0$, $p_{\text{corr}} = .021$, $r = .573$), что указывает на ошибочную ориентировку внимания в сторону нерелевантного, но типичного признака.

Общее время фиксации целевого объекта не различалось значимо между условиями ($\chi^2(2) = 5.43, p = .066$). Парные сравнения также не выявили статистически значимых эффектов (все $p_{\text{corr}} > .24$).

Количество фиксаций целевого объекта также не различалось значимо между условиями ($\chi^2(2) = 2.68, p = .263$), несмотря на наблюдаемое снижение количества фиксаций в условиях с дистрактором целевого цвета.

Дополнительно был проведен анализ возможного влияния обучения. Для этого была построена линейная регрессионная модель с номером пробы в качестве предиктора. Результаты показали, что в условиях с дистрактором целевого цвета с увеличением номера пробы происходило статистически значимое увеличение времени до первой фиксации на целевом объекте ($\text{slope} = 2.07, p = .021$), что может свидетельствовать о сохранении ригидности направляющего шаблона в течение эксперимента (рис. 1). Общее время фиксации взгляда на целевом объекте снижалось во всех условиях (slope от -0.56 до -0.95), однако эти изменения не достигли уровня статистической значимости (все $p > .07$).

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения по каждой зависимой переменной в трех типах условий

	Время до первой фиксации на цель (мс)	Общее время фиксации на цель (мс)	Число фиксаций на цель
Цель конгруэнтна, нет дистрактора целевого цвета	1915.9 ± 664.8	599.1 ± 311.5	2.0 ± 1.2
Цель неконгруэнтна, есть дистрактор целевого цвета	2036.5 ± 718.1	573.6 ± 315.9	1.8 ± 1.3
Нет целевого цвета в пробе	1969.7 ± 711.2	585.1 ± 327.4	1.9 ± 1.3

Обсуждение и выводы

Полученные результаты подтверждают, что признаки, ранее ассоциированные с целью, продолжают оказывать влияние на распределение внимания даже после утраты релевантности. В частности, в условиях, когда целевой объект имел неконгруэнтный цвет, а среди дистракторов присутствовал объект с типичным цветом цели, внимание участников систематически направлялось на дистрактор. Это проявилось в увеличении времени до первой фиксации взгляда на целевом объекте, что указывает на активное использование информации из долговременной памяти на ранней стадии поиска — фазе направления внимания.

На стадии верификации, напротив, значимых различий не наблюдалось: ни общее время фиксации, ни количество фиксаций целевого объекта не варьировались в зависимости от условий. Это позволяет предположить, что ша-

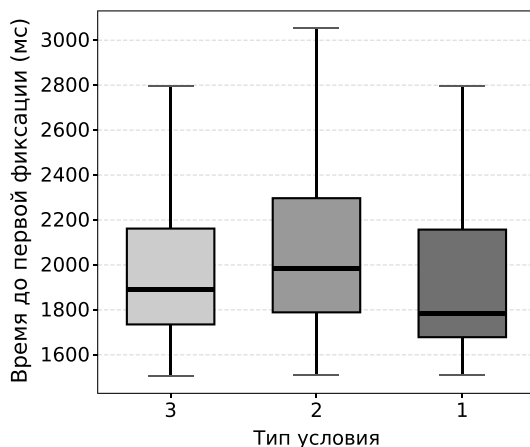


Рисунок 1. Время до первой фиксации на целевом объекте в трех типах условий: 1 – Цель конгруэнтна, нет дистрактора целевого цвета; 2 – Цель неконгруэнтна, есть дистрактор целевого цвета; 3 – Нет целевого цвета в пробе

блон цели обладает большей гибкостью и менее чувствителен к неактуальным признакам.

Дополнительный анализ показал, что даже при многократном повторении проб участники не научились игнорировать нерелевантный цвет, что говорит о ригидности направляющего шаблона. Однако отсутствие эффекта на фазе верификации, несмотря на неестественную окраску стимулов, делает маловероятным объяснение этого результата через прямое влияние шаблона цели на содержание направляющего шаблона. Скорее всего, оба шаблона извлекают признаки из общего источника – АДП, – но используют их по-разному.

Таким образом, данные, предположительно, позволяют говорить о функциональном разделении шаблонов: ригидный направляющий шаблон направляет внимание на основе обобщенных признаков, в то время как шаблон цели обеспечивает гибкую верификацию.

Литература

van Loon A. M., Olmos-Solis K., Olivers C. N. L. Subtle eye movement metrics reveal task-relevant representations prior to visual search // *Journal of Vision*. 2017. Vol. 17. No. 6. P. 13:1 – 15. <https://doi.org/10.1167/17.6.13>

Olivers C. N., Peters J., Houtkamp R., Roelfsema P. R. Different states in visual working memory: When it guides attention and when it does not // *Trends in Cognitive Sciences*. 2011. Vol. 15. No. 7. P. 327 – 334. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.05.004>

Soto D., Heinke D., Humphreys G. W., Blanco M. J. Early, involuntary top-down guidance of attention from working memory // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2005. Vol. 31. No. 2. P. 248 – 261. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.31.2.248>

Wolfe J. M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2021. Vol. 28. No. 4. P. 1060 – 1092. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01859-9>

RIGIDITY OF THE GUIDING TEMPLATE IN VISUAL SEARCH UNDER FEATURE CHANGE OF THE TARGET

D. S. Abuzova* (1), M. I. Morozov (2)

dsabuzova@edu.hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics, Moscow;

2 — The Russian Presidential Academy of National

Economy and Public Administration, Moscow

Abstract. Contemporary models of visual search suggest that two types of templates operate at different stages of the search process: the guiding template, which directs attention to relevant objects, and the target template, which supports target object verification. The present eye-tracking study examined what kind of information forms the guiding template and whether its content depends on the target template. Participants were shown a grayscale target, followed by a search display with unnaturally colored objects, one of which could be colored in the typical color of the target (e.g., a red cucumber when the target was a blue cherry). Although color was irrelevant for the current task, such distractors attracted attention: they increased reaction times and delayed the first fixation on the target. Meanwhile, the verification-related measures — total fixation time and number of fixations — remained stable. However, the results indicate that both templates draw information from a shared source: activated long-term memory. While the guiding template relies on generalized features, the target template appears more flexible, adapting to the task-relevant characteristics of the target. These findings call into question the strict separation between the two templates and highlight the need for further investigation into their interaction and formation dynamics.

Keywords: visual attention, visual search, working memory, target template, rigidity, eye-tracking, attentional guidance

АССОЦИАЦИЯ МЕТРИК ТОПОЛОГИИ СЕТЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗНОСТИ ЭЭГ С ПАРАМЕТРАМИ ДИФFUЗНОЙ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧЕ СТЕРНБЕРГА

Т. В. Адамович*, В. И. Исмагуллина

tadamovich11@gmail.com

ФНЦ ПМИ, Москва

Аннотация. Диффузная модель принятия решений описывает, как человек накапливает информацию перед выбором между альтернативами. В ее основе лежат параметры скорости накопления доказательств, граница принятия решения и продолжительность вспомогательных процессов. Современные исследования активно изучают, как эти параметры соотносятся с динамикой функциональной связности мозга при выполнении задач на рабочую память. Установлено, что управление процессами рабочей памяти связано с эффективной связностью, потенциально регулирующей допуск информации в рабочую память. В нашем исследовании мы изучили влияние топологических характеристик функциональных сетей ЭЭГ на параметры диффузной модели задачи Стернберга на основе данных 195 участников (средний возраст 20.3 ± 3.35 года, 37 % женщин). Характеристики рассчитывались на основе матрицы взаимной информации между 64 каналами в различных частотных диапазонах при разных уровнях пороговой фильтрации. Множественная линейная регрессия с бутстраповыми оценками ($n = 1000$) была применена для выявления статистически устойчивых взаимосвязей. Результаты показали, что параметры модели принятия решений устойчиво ассоциированы с характеристиками топологии мозговых сетей. Наиболее выраженные связи наблюдались между порогом принятия решения и латентным временем с модулярностью, коэффициентом кластеризации и центральностью. В частности, более высокая модулярность и наличие ярко выраженных хабов положительно коррелировали с порогом принятия решения. Напротив, латентное время, отражающее процессы до принятия решения, снижалось при более модульной структуре сети.

Ключевые слова: функциональная связность, диффузные модели, рабочая память, задача Стернберга, топология мозговых сетей

Введение

При изучении когнитивных механизмов принятия решений возрастающее внимание уделяется интеграции поведенческих моделей с нейрофизиологическими данными. Одним из распространенных методов оценки параметров принятия решений в когнитивных задачах является диффузная модель принятия решения (drift-diffusion model, DDM; Ratcliff et al., 2016), основные параметры которой: скорость накопления доказательств (дрифт, drift rate), граница принятия решения (boundary) и продолжительность вспомогательных процессов (non-decision time). Диффузная модель описывает, как человек принимает решения между двумя альтернативами путем постепенного накопления информации до достижения определенной границы принятия решения. Диффузные модели позволяют более детализировано описывать когнитивные процессы, чем классические, но критикуемые в литературе оценки точности и времени ответа, и имеют огромный

потенциал для более подробного описания когнитивных процессов и создания более точных прогнозов поведенческих и нейрофизиологических данных.

Современные ЭЭГ-исследования показывают, что параметры диффузных моделей систематически связаны с характеристиками функциональной связности — синхронизацией активности между областями мозга. Такая синхронизация отражает информационный обмен в мозговых сетях, структура которых соотносится с особенностями выполнения задачи. Установлено, что связи между параметрами диффузной модели в различных задачах и сетевыми характеристиками мозга носят частотно-специфичный характер. В частности, связность между фронтальной и теменной корой в дельта-ритме (1–4 Гц) увеличивается в условиях, требующих принятия решения, в отличие от контрольных условий (Nácher et al., 2013). Это усиление связывают с необходимостью интеграции информации между удаленными корковыми регионами, что, вероятно, способствует более эффективному накоплению доказательств, отражаясь на скорости накопления информации. Повышение фазовой когерентности тета-ритма (4–8 Гц) между медиальной префронтальной корой (mPFC) и субталамическим ядром (STN) наблюдается в условиях высокого когнитивного конфликта и после совершения ошибок (Zavala et al., 2018; Zavala et al., 2014). Связность в тета-диапазоне может быть механизмом адаптивного повышения порога принятия решения, что позволяет системе временно удерживать ответ для снижения вероятности ошибки (Cavanagh, Frank, 2014). Сети альфа-диапазона (8–13 Гц) ассоциируются с механизмами подавления отвлекающей информации. В условиях активного внимания к стимулу наблюдаются десинхронизация альфа-ритма (HajiHosseini, Hutcherson, 2021) и рост функциональной связности между корковыми областями, связанными с обработкой информации о текущем стимуле (Maffei et al., 2023). Десинхронизация интерпретируется как механизм разблокировки каналов связи между регионами и оттормаживания нерелевантных воздействий для более эффективного накопления доказательств (что увеличивает дрейф), а увеличение синхронизации — непосредственно как процесс, связанный с обработкой текущей информации. Связность бета-ритма (13–30 Гц) ассоциируют с поддержанием текущих когнитивных установок. При удержании информации и предотвращении обновления рабочей памяти наблюдается усиление бета-связности между медиальной височной и зрительной корой. Это состояние соответствует увеличению параметров границ принятия решения и вспомогательных процессов — индикаторов консервативной стратегии и моторной задержки (Elmers et al., 2024).

Таким образом, данные по функциональной связности ЭЭГ в разных частотных диапазонах демонстрируют, что параметры модели дрейфа — диффузии имеют нейрофизиологические корреляты, отражающиеся в характере межрегиональных взаимодействий мозга. В настоящем исследовании мы оценивали влияние метрик топологии сетей функциональной связности ЭЭГ на параметры DDM в рамках задачи на рабочую память Стернберга.

Методика

Задача Стернберга (Sternberg Item Recognition Task) используется для изучения рабочей памяти. Участники (195 человек, средний возраст 20.3 ± 3.35

года, 37 % женщин) запоминали последовательности наборов цифр от 1 до 9 (без повторения одной цифры дважды) и затем идентифицировали наличие контрольного стимула в последовательности. Задача Стернберга на рабочую память позволяет выделить этапы кодирования, хранения и извлечения информации, что представляет особую ценность при анализе мозговых механизмов индивидуальных различий в рабочей памяти. Перед экспериментом проводилась 10-минутная регистрация ЭЭГ в состоянии покоя (64 канала по схеме «10–20», усилитель Brain Products ActiChamp, референс Cz, частота дискретизации 500 Гц). Данные фильтровались выше 1 Гц, частота дискретизации снижалась до 256 Гц, артефакты удалялись методами ICA (extended Infomax) и IClab, сегменты проверялись алгоритмом autoreject. Анализ функциональной связности проводился в диапазонах тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), низком бета (13–20 Гц) и высоком бета (20–30 Гц) с применением аппарата теории графов. Матрицы связности рассчитывались на основе взаимной информации с использованием гауссовой копулы (Gaussian-Copula Mutual Information; Ince et al., 2017). Сетевые характеристики (длина пути, центральность, кластеризация, модулярность, индекс участия, индекс богатого клуба) вычислялись на двух уровнях порогов (квантили 0.5 и 0.8) для условий запоминания (предъявление последовательности) и воспроизведения (предъявление контрольного стимула). Параметры DDM (дрифт, граница принятия решений и продолжительность вспомогательных процессов) оценивались с помощью пакета PyDDM на основе данных о точности и времени ответа участников в задаче Стернберга. Для анализа взаимосвязи показателей связности и параметров DDM применялась множественная линейная регрессия с бутстрапированием ($n=1000$) с предварительной стандартизацией всех переменных.

Результаты

Анализ взаимосвязи параметров диффузной модели принятия решений и показателей функциональной связности мозга при выполнении задачи Стернберга выявил ряд значимых ассоциаций, представляющих интерес с точки зрения нейрокогнитивных механизмов, лежащих в основе рабочей памяти. Параметр скорости накопления информации (дрифт) значимо ассоциировался с рядом показателей функциональной связности, в частности с кластерным коэффициентом в тета-диапазоне в условиях запоминания ($M=2.1$, $SD=1.24$) и воспроизведения ($M=1.84$, $SD=1.06$). Это может свидетельствовать о том, что более эффективная интеграция общемозговой сети сопровождается ускорением принятия решений — возможно, за счет когнитивного контроля. Параметр границы принятия решений продемонстрировал сильные ассоциации с показателями модулярности, индекса участия и средней центральности узлов сети по собственному вектору. В частности, в условии воспроизведения в альфа-диапазоне (порог 0.8) средний регрессионный коэффициент границы принятия решений с центральностью по собственному вектору составил 2.33 ($SD=1.08$). Это может указывать на то, что выраженная централизация нейронных сетей мозга связана с более широкими границами принятия решений. Параметр продолжительности вспомогательных процес-

сов также продемонстрировал значимые взаимосвязи, особенно с индексом участия и коэффициентом кластеризации. Например, для нижнего бета-диапазона (порог 0.8) средний регрессионный коэффициент продолжительности вспомогательных процессов с индексом участия при воспроизведении составил 1.91 ($SD=1.18$), что указывает на то, что увеличение интеграции сети связано с увеличением времени, затрачиваемого на вспомогательные процессы. При включении более слабых связей в сеть (то есть при использовании порога 0.5) наблюдается меньшее количество значимых ассоциаций, чем при оценке сетей более сильных граней. Однако значимые ассоциации присутствуют, в частности в нижнем бета-диапазоне для условия запоминания, где средний регрессионный коэффициент между границей принятия решений и коэффициентом кластеризации составил -2.02 ($SD=1.20$). Это указывает на более сегрегированные сети в процессе запоминания, которые могут приводить к более узким границам принятия решения.

Обсуждение и выводы

В целом результаты показывают, что для параметра скорости накопления информации особенно важна интегративность и локальная эффективность сетей мозга, выраженная в высоком коэффициенте кластеризации в тета-диапазоне. Для параметра границы принятия решений существенны характеристики центральности и модульности, отражающие степень организации и структурную спецификацию сетей. Продолжительность вспомогательных процессов связана с показателями интеграции и участия узлов в различных нейронных сообществах. При высоком пороге (0.8) взаимосвязи оказываются более выраженными и однозначными, подчеркивая значимость сильных связей для процессов принятия решений в задачах на рабочую память. В то же время при более низком пороге (0.5) проявляются более сложные и неоднозначные ассоциации, свидетельствующие о вариативности и гибкости организации нейронных сетей в когнитивных процессах.

Литература

- Cavanagh J.F., Frank M.J. Frontal theta as a mechanism for cognitive control // Trends in Cognitive Sciences. 2014. Vol. 18. No. 8. P. 414–421. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.04.012>
- Elmers J., Yu S., Talebi N., Prochnow A., Beste C. Neurophysiological effective network connectivity supports a threshold-dependent management of dynamic working memory gating // iScience. 2024. Vol. 27. No. 4. P. 109521:1–18. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109521>
- HajiHosseini A., Hutcherson C.A. Alpha oscillations and event-related potentials reflect distinct dynamics of attribute construction and evidence accumulation in dietary decision making // eLife. 2021. Vol. 10. P. e60874:1–22. <https://doi.org/10.7554/elife.60874>
- Ince R. A. A., Giordano B. L., Kayser C., Rousselet G. A., Gross J., Schyns P. G. A statistical framework for neuroimaging data analysis based on mutual information estimated via a gaussian copula // Human Brain Mapping. 2017. Vol. 38. No. 3. P. 1541–1573. <https://doi.org/10.1002/hbm.23471>

Maffei A., Coccaro A., Jaspers-Fayer F., Goertzen J., Sessa P., Liotti M. EEG alpha band functional connectivity reveals distinct cortical dynamics for overt and covert emotional face processing // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. P. 9951:1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36860-4>

Nácher V., Ledberg A., Deco G., Romo R. Coherent delta-band oscillations between cortical areas correlate with decision making // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110. No. 37. P. 15085–15090. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314681110>

Ratcliff R., Smith P. L., Brown S. D., McKoon G. Diffusion decision model: Current issues and history // *Trends in Cognitive Sciences*. 2016. Vol. 20. No. 4. P. 260–281. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.01.007>

Zavala B. A., Tan H., Little S., Ashkan K., Hariz M., Foltynie T., Zrinzo L., Zaghoul K. A., Brown P. Midline frontal cortex low-frequency activity drives subthalamic nucleus oscillations during conflict // *The Journal of Neuroscience*. 2014. Vol. 34. No. 21. P. 7322–7333. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1169-14.2014>

Zavala B., Jang A., Trotta M., Lungu C. I., Brown P., Zaghoul K. A. Cognitive control involves theta power within trials and beta power across trials in the prefrontal-subthalamic network // *Brain*. 2018. Vol. 141. No. 12. P. 3361–3376. <https://doi.org/10.1093/brain/awy266>

ASSOCIATION BETWEEN EEG FUNCTIONAL CONNECTIVITY NETWORK TOPOLOGY METRICS AND DRIFT-DIFFUSION MODEL PARAMETERS IN THE STERNBERG TASK

T. V. Adamovich*, V. I. Ismatullina

tadamovich11@gmail.com

FSC PIR, Moscow

Abstract. The drift-diffusion model (DDM) describes how individuals accumulate information when making decisions between two alternatives. Its core parameters include the drift rate (information accumulation speed), decision boundary (response caution), and non-decision time (latent pre-decisional perceptual and motor processes). Recent studies have increasingly focused on how these parameters relate to the dynamics of functional brain connectivity, particularly during working memory tasks. The regulation of working memory processes is associated with effective connectivity, which may control the gating of information into working memory. We examined how topological properties of EEG-based functional networks influence the parameters of DDM in the context of the Sternberg task. Functional connectivity was quantified using mutual information matrices computed across 64 EEG channels in different frequency bands and at various levels of threshold filtering. Multiple linear regression with bootstrap estimation was applied to identify statistically robust associations. The results revealed consistent associations between decision-making parameters and network topology features. The strongest effects were observed for decision boundary and non-decision time, which were significantly linked to modularity, clustering coefficient, and node centrality. Specifically, higher modularity and well-defined hub structures were positively correlated with decision boundary values. In contrast, non-decision time tended to decrease in more modular network configurations.

Keywords: functional connectivity, diffusion models, working memory, Sternberg Working Memory Task, brain networks topology

РОЛЬ СУБЪЕКТИВНОГО ЧУВСТВА АГЕНТНОСТИ В ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ

Н. Ю. Акатова* (1), С. Ю. Коровкин (1, 2)

nad.akatova@gmail.com

1 — ЯрГУ им. П. Г. Демидова, Ярославль;

2 — ИП РАН, Москва

Аннотация. Инсайтное решение по своему определению сопровождается потерей решателем контроля над процессом нахождения решения. В дополнение к этому существуют отчеты людей о решениях, которые пришли будто из ниоткуда, без участия самого решателя. В своей работе мы предполагаем, что инсайтное решение должно сопровождаться потерей субъективного чувства агентности во время решения. Согласно альтернативной точке зрения, возможная связь между переживанием чувства агентности и инсайтным решением заключается в однонаправленном действии разных метакогнитивных переживаний во время нахождения решения. Для проверки этих предположений мы провели исследование, направленное на изучение взаимосвязи переживания чувства агентности с ага-переживанием при решении анаграммы, входящей в состав утверждения, и с оценками истинности включающих анаграмму утверждений. Чувство агентности оценивалось на основе отчета испытуемого о том, вмешивался ли компьютер в ход решения своими подсказками. Результаты показывают значимую связь оценок по шкале внезапности решения и переживания чувства агентности, измеренного как отсутствие вмешательства со стороны компьютера. Было выявлено значимое взаимодействие вклада чувства агентности и ага-переживания в предсказание оценок по шкалам внезапности и уверенности. Для инсайтного решения повышение оценок внезапности и уверенности наблюдается при самоотчете о вмешательстве компьютера, то есть при потере чувства агентности, что свидетельствует в пользу гипотезы о разнонаправленности связи шкал ага-переживания и чувства агентности в зависимости от инсайтности найденного решения.

Ключевые слова: чувство агентности, инсайтное решение, инсайт, ага-переживание, анаграмма

Введение

В литературе представлены две альтернативные точки зрения на роль субъективного переживания чувства агентности в инсайтном решении. С одной стороны, чувство агентности, как одно из метакогнитивных чувств, должно иметь одну направленность со всеми другими метакогнитивными чувствами (Тихонов и др., 2018). С другой стороны, чувство агентности должно пропадать во время инсайтного решения. Инсайтные решения часто описываются как решения, которые пришли из ниоткуда (Kizilirmak et al., 2018), и сам решатель приписывает агентность в нахождении решения не себе, а чему-то внешнему, что говорит о потере чувства контроля и о разнонаправленности функционирования метакогнитивных переживаний.

Для проверки роли субъективного переживания чувства агентности нами был разработан эксперимент на основе исследования Р. Лаукконена

с коллегами (Laukkonen et al., 2022). Авторы показали, что оценка истинности нерелевантных содержанию задачи утверждений может зависеть от наличия ага-переживания во время решения задачи. Поскольку ага-переживание включает в себя ощущение чувства уверенности и удовольствия от нахождения решения, эти ощущения могут переноситься на нерелевантное утверждение и оказывать влияние на ощущение истинности, повышая его (Laukkonen et al., 2022; Danek, Wiley, 2017). Вероятно, за этим стоят метакогнитивные механизмы, один из которых — эвристика «Эврики» (Laukkonen et al., 2023), которая является следствием ложной атрибуции источников метакогнитивных чувств (Тихонов и др., 2018). Поскольку чувство агентности является одним из метакогнитивных чувств, которые могут сопровождать решение, то ложная атрибуция должна распространяться и на него, то есть агентность может быть связана с уверенностью, инсайтностью и истинностью. Согласно данной идее, можно предположить, что усиление ага-переживания приводит к усилению чувства агентности, что, в свою очередь, повышает оценки истинности утверждений.

Альтернативная точка зрения заключается в том, что во время инсайтного решения происходит потеря чувства контроля (агентности). Данное предположение противоречит предположению о повышении субъективных оценок верности утверждения при усилении чувства агентности и ага-переживания во время решения. Напротив, при повышении оценок ага-переживания чувство агентности должно снижаться. Однако, к сожалению, прямых экспериментальных доказательств данной точки зрения в литературе нам найти не удалось.

Две гипотезы, которые мы рассматриваем в данной работе, описывают направленность функционирования метакогнитивных процессов. Одна из них заключается в том, что метакогнитивные чувства агентности и ага-переживания действуют в одном направлении. Чем сильнее ага-переживание, тем сильнее чувство агентности, что приводит к повышению оценок истинности утверждений. Другая гипотеза заключается в разнонаправленности действия субъективного чувства агентности и ага-переживания. Если есть чувство агентности, оценки истинности утверждений понизятся. При отсутствии чувства агентности будут повышаться субъективные оценки ага-переживания.

Метод

В исследовании приняли участие 82 человека, из них в анализ вошли данные 55 человек в возрасте от 18 до 46 лет ($M=25$), 48 женщин и 7 мужчин. Для проведения более корректного статистического анализа по сравнению с предыдущими результатами (Акатова, Коровкин, 2024) из выборки были исключены 27 человек. Основанием исключения служило предположительное невыполнение инструкции эксперимента. По аналогии с исследованием Р. Лаукконена (Laukkonen et al., 2022) было принято решение об исключении испытуемых, у которых полностью отсутствовал разброс в отчетах об ага-переживании и вмешательстве компьютера.

В качестве стимульного материала использовались утверждения, в которых слово или словосочетание было зашифровано в виде анаграммы (например, «итлий — самый легкий металл»). Испытуемому необходимо было решить

анаграмму, а затем оценить истинность утверждения. Стимульный материал представлял собой предварительно отобранные 24 утверждения, уравненные по времени и проценту решения анаграмм: 12 утверждений были верными, а оставшиеся 12 — ложными. Учитывая данные среднего времени решения и стандартного отклонения, полученные во время пилотажного исследования, нами было принято решение об ограничении времени решения до 30 с.

Для исследования метакогнитивного чувства агентности во время решения нами была выбрана методика с возможным вмешательством компьютера в ход эксперимента (Кулиева, 2022). Испытуемым давалась инструкция, что компьютер в ходе решения может вмешиваться в эксперимент, а именно: 1) давать подсказки, помогающие решению; 2) предъявлять слова, мешающие решению (являющиеся подсказками для другого слова); 3) предъявлять слова, не связанные с анаграммой. В реальности подсказки представляли собой подпороговое предъявление псевдослов на периферии экрана одновременно с задачей. Испытуемым необходимо было решить анаграмму (на это отводилось 30 с) и оценить истинность предложенного утверждения по шкале от 1 до 10 (где 1 — абсолютно неверно, а 10 — абсолютно верно). Затем испытуемым были предложены вопросы для проверки наличия ага-переживания и агентности (в виде самоотчета о вмешательстве компьютера) при нахождении решения, а также предложен опросник А. Данек и Дж. Вайли (Danek, Wiley, 2017). Также для проверки знакомости предложенных утверждений испытуемым предлагался вопрос «Известна ли Вам достоверная информация об этом факте?».

Таким образом, независимой переменной являлся тип утверждения (два уровня: верное, ложное), зависимыми переменными — агентность, измеренная как отчет о вмешательстве со стороны компьютера (два уровня: вмешивался (мешал, помогал) и не вмешивался), ага-переживание (два уровня: есть, нет), оценка истинности утверждений (от 1 до 10), время решения, правильность решения (решил, не решил), субъективные оценки ага-переживания, измеренные по 6 шкалам: удовольствия, удивления, внезапности, уверенности, облегчения, драйва (от 1 до 10).

Результаты

Для статистического анализа использовались обобщенные линейные модели со смешанными эффектами со случайными факторами номера испытуемого и задачи, реализованные в пакете lme4 в RStudio. Анализ не показал значимого вклада в оценки истинности утверждений ни наличия ага-переживания ($\beta = 0.487$, $p = .078$), ни косвенного показателя чувства агентности — самостоятельности нахождения решения ($\beta = 0.015$, $p = .078$). Также значимого вклада оценки истинности не наблюдалось при взаимодействии агентности и ага-переживания ($\beta = 0.062$, $p = .84$). Полученные результаты не подтверждают гипотезу о повышении оценок истинности при наличии ага-переживания.

Для анализа субъективных оценок ага-переживания по 6 шкалам, в зависимости от отчета о влиянии компьютера и взаимодействия факторов чувства агентности с ага-переживанием, мы использовали обобщенные линейные модели со смешанными эффектами со случайными факторами номера испытуемого и задачи. Это

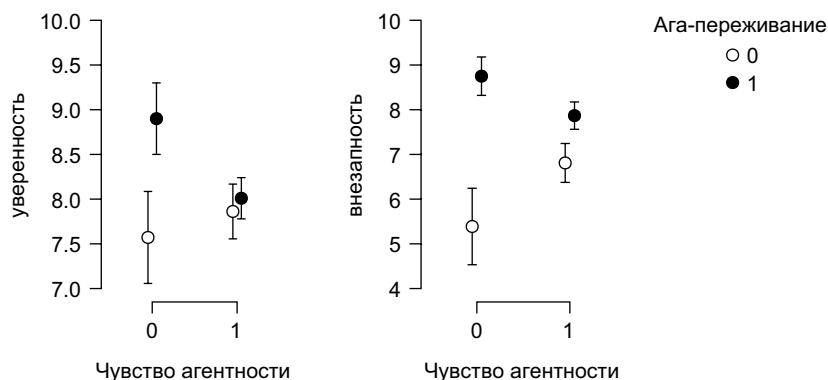


Рисунок 1. Вклад ага-переживания и чувства агентности в оценки по шкалам уверенности и внезапности (чувство агентности: 1 — самостоятельное решение, 0 — вмешивался компьютер)

было сделано для корректировки и повышения качества статистического анализа, выполненного в предыдущей работе (Акатова, Коровкин, 2024).

Результаты показывают значимый вклад переживания чувства агентности в оценки по шкале внезапности ($\beta = 1.416$, $p < .001$). Отсутствие отчета о вмешательстве компьютера связано с повышением оценок внезапности. Также было выявлено значимое взаимодействие вклада ага-переживания и переживания чувства агентности в оценки внезапности ($\beta = -2.068$, $p < .001$) и уверенности ($\beta = -0.643$, $p = .047$) (см. рис. 1).

Обсуждение

Полученные результаты демонстрируют, что значимый вклад чувства агентности, измеренного как отсутствие вмешательства в решение со стороны компьютера, в ага-переживание наблюдается только в оценках внезапности нахождения решения. Однако при этом более высокая агентность (самостоятельность) решения характерна для внезапных решений. При этом наблюдается разнонаправленный вклад агентности в оценки внезапности и уверенности в зависимости от наличия ага-переживания. Если для решения без ага-переживания характерно повышение оценок внезапности и уверенности при самостоятельном решении, что соответствует гипотезе единства метакогнитивных переживаний, то для инсайтного решения повышение оценок внезапности и уверенности наблюдается при самоотчете о вмешательстве компьютера, то есть при потере чувства агентности. Это позволяет нам предполагать разнонаправленность связи шкал ага-переживания и чувства агентности в зависимости от типа найденного решения.

Литература

Акатова Н. Ю., Коровкин С. Ю. Роль субъективного чувства агентности в оценке правдивости высказываний // Психология познания: Материалы конференции. Всероссийская

научная конференция памяти Дж. С. Брунера / Под ред. И. Ю. Владимирова, С. Ю. Коровкина. Ярославль: ЯрГУ, 2024. С. 14 – 18.

Кулиева А. К. Прогнозирование и контроль эффективности выполнения когнитивных задач в процессе научения: дис. ... канд. пси. наук.: СПбГУ, СПб., 2022.

Тихонов Р. В., Амалайнен А. В., Морошкина Н. В. Многообразие метакогнитивных чувств: разные феномены или разные термины? // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2018. Т. 8. № 3. С. 214 – 242.

Danek A. H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 7. P. 2077:1 – 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>

Kizilirmak J. M., Serger V., Kehl J., Öllinger M., Foltz-Schoofs K., Richardson-Klavehn A. Feelings-of-warmth increase more abruptly for verbal riddles solved with in contrast to without Aha! experience // *Frontiers in Psychology*. 2018. Vol. 9. P. 1404:1 – 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01404>

Laukkonen R. E., Kaveladze B. T., Protzko J., Tangen J. M., von Hippel W., Schooler J. W. Irrelevant insights make worldviews ring true // *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. P. 2075:1 – 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05923-3>

Laukkonen R. E., Webb M., Salvi C., Tangen J. M., Slagter H. A., Schooler J. W. Insight and the selection of ideas // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023. Vol. 153. P. 105363:1 – 12. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105363>

THE ROLE OF SUBJECTIVE SENSE OF AGENCY IN INSIGHT PROBLEM SOLVING

N. Yu. Akatova* (1), S. Yu. Korovkin (1, 2)

nad.akatova@gmail.com

1 – Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl;

2 – Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. Insight problem solving is marked by the solver's loss of control over the solution process. Individuals report solutions emerging "out of nowhere", seemingly without their active participation. We hypothesize that insight solutions should be accompanied by a loss of the subjective sense of agency. Alternatively, a connection between the experience of agency and insight problem solving could lie in the convergence of different metacognitive experiences during solving. We investigated the association between the experience of agency with the aha! experience for an anagram solution and truth judgements for statements, part of which was an anagram proposed for solution. Sense of agency was assessed through the participant's report of whether the computer interfered with the solution. The results showed significant correlations between solution suddenness and sense of agency, measured as the absence of computer interference. A significant interaction between the predictors of sense of agency and aha! experience was found in the scores on the suddenness and certainty scales. For insight solutions, suddenness and certainty scores increased with self-report of computer intervention, i.e., with a lost sense of agency, allowing us to hypothesize a different association between the aha! experience and sense of agency depending on the type of solution.

Keywords: sense of agency, insight problem solving, insight, aha! experience, anagram

ОТВЕРЖЕНИЕ КАК ВОПЛОЩЕННАЯ ОСНОВА РЕЧЕВЫХ ОТРИЦАНИЙ

Г. А. Андреева*, Е. В. Улыбина

andreeva_galia29@mail.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. В рамках концепции воплощенного познания выдвигается предположение, что речевые отрицания развились из моторных реакций избегания, призванных затормозить воздействие какого-либо стимула. Можно ли предположить, что отрицания связаны с негативными эмоциями, которые являются частью отвергающей реакции? Дело в том, что движения, направленные на избегание, могут быть очень разнообразными по своему характеру, но их объединяет негативная эмоция, и тогда отвергающая реакция (как избегающее поведение, сопровождаемое негативными эмоциями) направлена на торможение неприятного стимула. Мы попытались проверить, насколько справедливо предположение о связи между речевыми отрицаниями и отвергающей реакцией. Исследование продуцирования отрицаний показало, что испытуемые употребляют больше отрицаний при описании отвратительного воспоминания, совершая при этом более сильные отталкивающие движения руками от себя, по сравнению с условием, когда они описывают воспоминание об удовольствии. Наше предыдущее исследование показало, что нейтральные фразы, содержащие отрицание («нет буквы») вызывают более негативные эмоциональные оценки, чем утверждения («это буква»). В новом исследовании мы дополнительно проверили, что карточки с отрицаниями отодвигаются испытуемыми дальше от себя, чем карточки с утверждениями. Таким образом, дополняется теоретическое представление о функционировании отрицаний в речи, а также обнаруживаются его эмпирические подтверждения.

Ключевые слова: речевые отрицания, отвержение, негативные эмоции, воплощенное познание, воплощенная теория

Введение

Отрицания в речи привлекают внимание ученых из разных областей. В лингвистике отрицания связываются с негативными эмоциями в рамках прагматики: отрицания являются почти обязательными оборотами в ситуациях запрета, критики, отвержения, происходит их ассоциация с негативными эмоциями (например, Белобородова, 2010). Есть эмпирические подтверждения связи отрицательного ответа с негативными символами и символами стоп-сигнала (Dudschig et al., 2023). При отрицательном ответе чаще наблюдается мимика отвращения (Benitez-Quiroz et al., 2016).

В предыдущих исследованиях была показана взаимная обусловленность негативных эмоций и речевого отрицания. Отрицания употребляются в два раза чаще при описании эмоционально негативных стимулов (Андреева, 2023а), а отрицательно сформулированные фразы с эмоционально нейтральным

ядром оцениваются как менее позитивные по сравнению с утвердительными (Андреева, 2023b). Таким образом, можно говорить, что индукция негативных эмоций повышает количество используемых отрицаний, а обработка отрицания с нейтральным ядром вызывает негативные эмоции.

Возникает вопрос о психологическом механизме наблюдаемой связи отрицаний и негативных эмоций. Согласно теории воплощенного познания, речь развивается на основе сенсомоторных реакций. Отрицания же могли развиться из действий избегания, направленных на торможение стимула (Beltrán et al., 2021). Функция речевого отрицания — торможение значения слова, что аналогично поведению, направленному на торможение, поэтому для них могут быть использованы одни и те же мозговые механизмы. Далее можно предположить, что избегающее поведение реализовывалось по отношению к неприятному стимулу и, соответственно, сопровождалось негативными эмоциями. Это дополнение позволяет объединить довольно разнообразные моторные реакции избегания: отвернуть голову, отойти подальше, закрыть глаза, оттолкнуть. Все эти действия можно рассматривать как реакции отвержения в случае, если они сопровождаются негативными эмоциями.

Если принять, что отвергающая реакция состоит из двух частей — негативной эмоции и моторики избегания или отталкивания, то именно эмоции и моторику нужно измерять для проверки представлений об отвержении как воплощенной основе речевых отрицаний. В представленном далее эмпирическом исследовании мы попытались проверить гипотезу о том, что негативные эмоции активируют употребление отрицаний в речи и моторный компонент отвержения, а при восприятии фразы, содержащие отрицание, будут отодвигаться дальше, чем утвердительные. Было проведено два эксперимента.

Эксперимент с воспоминаниями

Дизайн исследования. Согласно гипотезе ожидалось, что погружение в негативное эмоциональное состояние будет сопровождаться произвольными отталкивающими движениями рук и на фоне такого комплекса отвергающей реакции будет активироваться употребление отрицаний в речи. Чтобы проверить это в лабораторных условиях, мы попросили испытуемых вспомнить и устно описать ситуацию, в которой они испытывали отвращение/удовольствие. В качестве контрольного условия испытуемые описывали по памяти вид из окна своей комнаты. Испытуемые ($N=41$, 4 человека мужчины, средний возраст 20 лет) рассказывали о своих воспоминаниях и держали руки на датчике, измеряющем силу надавливания (электронные вертикальные весы Futula Scale3). Контроль эмоциональной индукции проводился с помощью оценок по шкале. Сразу после рассказа испытуемые оценивали свое эмоциональное состояние по трем униполярным шкалам 0–8 (Itkes et al., 2019). Первая шкала отражала интенсивность переживания (возбуждение или сила), далее предлагалось оценить отдельно выраженность позитивных и негативных эмоций.

Результаты. Анализ оценок эмоционального состояния после воспоминаний показал успешную индукцию эмоций. Оценки после эмоциональных воспоминаний значительно отличаются от оценок после контрольного условия по

критерию Вилкоксона: отвращение/вид из окна (сила $W=224$, $p<.001$, $d=0.939$; негатив $W=300$, $p<.001$, $d=1.000$); удовольствие/вид из окна (сила $W=231$, $p<.001$, $d=1.000$; позитив $W=274$, $p<.001$, $d=0.985$). Анализ силы давления показал, что испытуемые действительно сильнее давят на датчик во время описания отвращения, чем во время описания удовольствия (критерий Вилкоксона, $W=779$; $p<.001$, $d=0.809$). Между силой давления при описании удовольствия и в контрольном условии (описание вида из окна) различий нет (табл. 1).

Таблица 1. Данные по результатам исследования: коэффициент отрицаний по формуле Готтшалка-Глезер (чем выше, тем чаще встречались отрицания в рассказе). Среднее давление во время рассказа (эквивалентно весу в граммах)

	Коэффициент отрицаний	Среднее давление (граммы)
Отвращение	4.0	980
Удовольствие	2.3	761
Вид из окна	2.2	713

Количество отрицаний при описании отвращения почти в два раза больше, чем при описании удовольствия (4.0 и 2.3 по формуле Готтшалка – Глезер), что является высоко значимыми различиями (критерий Вилкоксона, $W=746$; $p<.001$, $d=0.733$). Отрицания встречаются практически одинаково часто как при описании удовольствия, так и при описании вида из окна (2.3 и 2.2 по формуле Готтшалка – Глезер; критерий Вилкоксона, $W=472$; $p=.595$, $d=0.096$).

Эксперимент с карточками

Дизайн исследования. Согласно гипотезе, фразы с отрицанием будут отодвигаться дальше, чем утвердительные фразы. В качестве стимулов из базы ENRuN (Люсин, Сысоева, 2017) были отобраны девять слов с нейтральным эмоциональным откликом и средними значениями по параметру возбуждения: буква, билет, формула, адрес, цифра, список, звук, забор, заказ. Были выбраны именно эмоционально нейтральные понятия, чтобы эмоциональное значение отрицаемого слова минимально влияло на реакции испытуемых.

На столе располагалось белое поле размером 15 × 60 см, на этом поле была выделена только середина (стык двух листов картона). Испытуемым ($N=33$, средний возраст 21 год, 4 человека мужчины) предлагалось расположить на этом поле три пары карточек (7 × 7 см.) с фразами, карточки располагались парами «Нет Х», «Это Х», где Х – это одно из девяти стимульных слов. В качестве проверки валидности метода испытуемые также располагали три карточки с надписями из исследования с воспоминаниями: «Отвращение», «Удовольствие», «Вид из окна» (контрольное условие). Эти фразы обладают яркой эмоциональной семантикой, и ожидалось, что отвергающее действие в ответ на карточку «Отвращение» будет ярко выраженным.

Зависимой переменной стало расстояние от нижнего края белого поля до нижнего края карточки. Расстояние измерялось в сантиметрах. Минимальное значение 0, максимальное – 53.

Результаты. Анализ результатов показывает (табл. 2), что испытуемые располагают карточку «Отвращение» дальше от себя в сравнении с карточками «Удовольствие» ($W=617$, $p<.001$, $d=0.755$) и «Вид из окна» ($W=534$, $p=.018$, $d=0.441$), что указывает в целом на валидность метода.

Таблица 2. Результаты расположения карточек со словами и фразами. Указано среднее расстояние, на которое отодвигалась карточка

Карточка	Среднее значение (сантиметры)	Стандартное отклонение (сантиметры)
«Отвращение»	30.5	14.6
«Удовольствие»	13.5	12.8
«Вид из окна»	20.8	14.2
Отрицание нейтрального понятия («Нет буквы»)	23.2	14.9
Утверждение нейтрального понятия («Это буква»)	15.5	13.8

Карточки с отрицательными фразами также отодвигаются дальше от себя, чем карточки с утвердительными фразами ($W=3448$, $p<.001$, $d=0.422$). Результаты соответствуют гипотезе.

Обсуждение и выводы

В рамках воплощенного подхода предполагается, что отрицания в речи развились из действий избегания или отталкивания, направленных на торможение стимула (Beltrán et al., 2021). Такие действия на моторном уровне могут быть разнообразными (отвернуть голову, оттолкнуть), но объединяет их негативное эмоциональное переживание, которое придает смысл поведению и направляет его. Именно комплекс из негативных эмоций и поведения избегания обозначается в данной работе как реакция отвержения.

Два описанных эксперимента показали зависимость отвергающей моторной реакции от индуцированных негативных эмоций и обработки отрицания. С одной стороны, негативные переживания повышают силу отталкивания и количество отрицаний в речи. С другой стороны, фразы с отрицанием, напечатанные на карточках, отодвигаются дальше. В результате можно говорить о зависимости отвергающей реакции и от эмоции отвращения, и от обработки отрицания в речи.

Такая модель аналогична моделям обработки и употребления слов с семантикой движения или перцепции. Важно отметить, что эти модели отражают отношения взаимной предикции сенсомоторной реакции и слова, но не причинности.

Представленные эмпирические исследования являются первыми на пути прояснения психологических механизмов отрицаний в речи и, безусловно, нуждаются в репликации и уточнении.

References

- Андреева Г.А. Отрицания в речи как маркер описания эмоционально негативных стилей // Экспериментальная психология. 2023а. Т. 16. № 4. С. 143 – 156.
- Андреева Г.А. Способны ли отрицательные фразы вызывать негативную эмоциональную оценку: результаты экспериментального исследования // Инновационная наука: психология, педагогика, дефектология. 2023b. Т. 6. № 6. С. 44 – 55.
- Белобородова А.В. Средства выражения отрицания и негативной коннотации во фразеологизмах со значением безразличия в русском и английском языках // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2010. Т. 5. № 1. С. 147 – 155.
- Люсин Д.В., Сысоева Т.А. Эмоциональная окраска имен существительных: база данных ENRUN // Психологический журнал. 2017. Т. 38. № 2. С. 122 – 131.
- Beltrán D., Liu B., de Vega M. Inhibitory mechanisms in the processing of negations: A neural reuse hypothesis // Journal of Psycholinguistic Research. 2021. Vol. 50. No. 6. P. 1243 – 1260. <https://doi.org/10.1007/s10936-021-09796-x>
- Benítez-Quiroz C. F., Wilbur R. B., Martínez A. M. The not face: A grammaticalization of facial expressions of emotion // Cognition. 2016. Vol. 150. P. 77 – 84. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.02.004>
- Dudschig C., Kaup B., Mackenzie I. G. The grounding of logical operations: The role of color, shape, and emotional faces for “yes” or “no” decisions // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2023. Vol. 49. No. 3. P. 477 – 492. <https://doi.org/10.1037/xlm0001181>
- Itkes O., Eviatar Z., Kron A. Semantic and affective manifestations of ambi(valence) // Cognition and Emotion. 2019. Vol. 33. No. 7. P. 1356 – 1369. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1564249>

REJECTION AS THE EMBODIED BASIS OF VERBAL NEGATIONS

G. A. Andreeva*, E. V. Ulybina
andreeva_galia29@mail.ru
RANEPa, Moscow

Abstract. There is an assumption in embodied cognition research that speech denials developed from motor avoidance reactions designed to slow down any process. Is it possible to assume that negations are related to negative emotions that are part of the rejecting reaction? The fact is that movements aimed at avoidance can be very diverse in nature, but they are united by a negative emotion, and then the rejecting reaction (as an avoidant behavior accompanied by negative emotions) is aimed at inhibiting an unpleasant stimulus. We tried to verify the validity of the connection between verbal negations and a rejecting reaction. A study of the production of negatives showed that participants use more negations when describing a disgusting memory, while making stronger pushing movements with their hands, compared with the condition when they describe a pleasant memory. Our previous research showed that negated neutral phrases (“there is no letter”) cause more negative emotional evaluations than affirmative ones (“this is a letter”). In this study, we additionally verified that participants moved the cards with negations farther away than the cards with affirmations. Thus, the theory of negation in speech is supported, and empirical evidence is revealed.

Keywords: verbal negation, rejection, negative emotions, embodied cognition, embodied theory

ИНТЕРФЕЙС НЕ ВИНОВАТ: ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА НАВЕДЕНИЯ, УВЕДОМЛЕНИЙ И БАННЕРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВНИМАНИЯ

А. А. Ануфриева*, К. В. Сигнаевская, Ф. А. Сапронов

aanufrieva@hse.ru

НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Некоторые исследователи считают, что негативное влияние на внимание цифровой среды в сравнении с реальной связано с организацией элементов интерфейса. Их разнообразие, количество, интерактивность могут приводить к перегрузке. Однако существуют исследования, показывающие, что наличие такого элемента организации интерфейса, как эффект наведения (hover effect, изменение цвета или состояния элемента интерфейса), напротив, улучшает показатели внимания даже в присутствии уведомлений (направляющий эффект). Настоящее исследование было направлено на выяснение характера влияния на устойчивость внимания сочетания трех основных элементов интерфейса (эффект наведения, уведомления, баннеры). Использовался смешанный дизайн, где группы различались комбинацией эффекта наведения и баннера, а наличие уведомлений и их тип варьировались по внутригрупповому плану. Испытуемые выполняли модифицированный тест Бурдона: их просили искать слова в слотах на сайте («Google календарь»). В пробах появлялись уведомления, которые необходимо было закрывать. Результаты показали отсутствие различий в точности между группами. Были найдены различия между пробами с уведомлениями и без них — в последних точность была выше, однако количество ложных тревог не отличалось. Наконец, были найдены различия во времени реакции в зависимости от типа уведомлений. Таким образом, в настоящем исследовании не было обнаружено ни перегружающего, ни направляющего влияния элементов интерфейса на устойчивость внимания. Это может говорить в пользу смены вектора поиска различий между средами в особенностях организации интерфейсов цифровых сред.

Ключевые слова: человек-цифровое взаимодействие, внимание, эффект наведения, уведомления, баннеры

Введение

Существует представление об исключительно негативном влиянии цифровой среды на когнитивные функции. Было показано, что выполнение классических когнитивных методик (Anufrieva, Gorbunova, 2021), а также чтение и письмо (Clinton, 2019; Bouriga, Olive, 2021) на цифровых носителях хуже, чем на реальных (бумага). Одним из главных вопросов является то, что именно в цифровой среде приводит к наблюдаемым эффектам в сравнении с реальной. Согласно Норману (Norman, 2008), взаимодействие человека и цифровой

среды происходит на уровне ее интерфейса. Следовательно, искать ответы стоит в изучении его организации. Хуанг (Huang, 2003) считает, что информация на любом веб-сайте обладает тремя характеристиками: сложностью, новизной, интерактивностью. В частности, он предполагает, что сложность веб-сайта приводит к затруднению работы внимания, что вызывает метакогнитивное переживание перегрузки. В рамках эмпирической работы Ванг и коллег (Wang et al., 2014) было показано, что обилие и разнообразие элементов интерфейса (сложность веб-сайта; гиперссылки, изображения, текст) действительно воздействует на внимание. Однако воздействие носит характер, схожий с влиянием перцептивной загрузки: люди с меньшей вероятностью будут замечать нерелевантную информацию. Ануфриева и Горбунова (Anufrieva, Gorbunova, 2021) в своей теоретической модели предполагают, что элементы интерфейса могут не только перегружать за счет призыва к взаимодействию (интерактивность), но и «помогать» вниманию. В рамках эмпирической части своего исследования они проверили влияния эффекта наведения (hover effect, изменение цвета или состояния элемента интерфейса при взаимодействии с ним) на показатели устойчивости внимания. Показатели были лучше на веб-сайте с эффектом наведения. Авторы предполагают, что эффект наведения способствует направлению внимания на интерактивные элементы веб-сайта, а также облегчает фиксацию на элементе, с которым происходит взаимодействие. Дополнительно было проведено исследование с добавлением на веб-сайт уведомлений с разной анимацией. Здесь также было показано преимущество для условия с эффектом наведения на веб-сайте в пробах как с уведомлениями, так и без них. Данные исследования показывают, что наличие таких элементов организации интерфейса, как эффект наведения или уведомления, не приводит к перегрузке внимания. Напротив, отсутствие эффекта наведения может вызывать затруднения в направлении внимания.

Таким образом, возникает вопрос о том, действительно ли элементы интерфейса оказывают перегружающее воздействие на внимание, то есть приводят к ухудшению показателей деятельности вследствие истощения когнитивных ресурсов. Основная цель настоящего исследования заключается в изучении влияния на устойчивость внимания взаимодействия трех элементов интерфейса: эффекта наведения, уведомлений и баннеров.

Согласно представлениям Хуанг (Huang, 2003), обилие и разнообразие элементов интерфейса как информации, представленной на веб-сайте, приводит к перегрузке внимания. Можно предположить, что при наличии на веб-сайте всех трех элементов возникает перегрузка внимания, выражающаяся в снижении его показателей в сравнении с веб-сайтом лишь с двумя. С другой стороны, модель Ануфриевой и Горбуновой (Anufrieva, Gorbunova, 2021) предполагает направляющий характер организации интерфейса. Направляющим в первую очередь считается наличие эффекта наведения на веб-сайте. Следовательно, в отсутствие эффекта наведения на веб-сайте могут возникать ситуации «перегрузки» внимания за счет отсутствия перцептивных подсказок. Тогда в ситуации наличия всех трех элементов интерфейса показатели устойчивости внимания будут выше, чем без эффекта наведения, но при наличии уведомлений и баннеров.

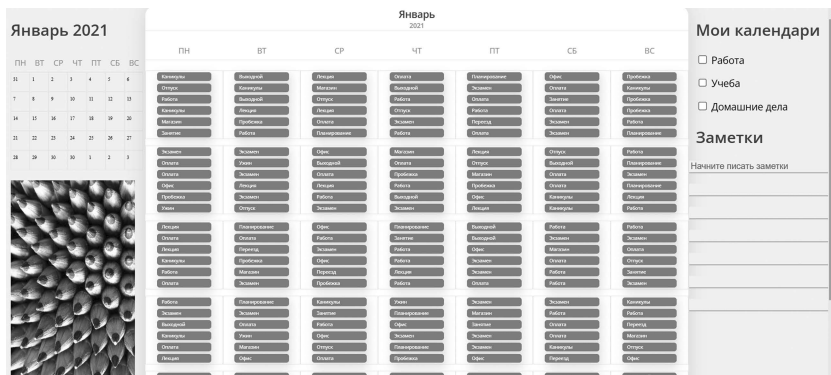


Рисунок 1. Пространство поиска с баннером и уведомлением на веб-сайте с эффектом наведения

Методика

В качестве основной задачи был использован модифицированный тест Бурдона. Испытуемым необходимо было запомнить три слова, предъявленных на 5 с (например, «работа», «встреча», «тренировка»). Затем им нужно было найти все слоты в календаре на веб-сайте, содержащие эти слова, и кликнуть на них мышкой, параллельно закрывая уведомления. После нажатия на слот появлялась линия, перечеркивающая слово. Был использован смешанный экспериментальный план. Межгрупповыми переменными были 1) наличие/отсутствие эффекта наведения 2) наличие/отсутствие баннера. Баннер присутствовал в первой или второй половине проб, что определялось случайным образом (рис. 1). Итого было четыре экспериментальные группы. Внутригрупповой переменной было наличие и тип анимации уведомлений: 1) постепенно появляющееся; 2) всплывающее; 3) мерцающее; 4) появляющееся через уменьшение прозрачности; 5) появляющееся внизу экрана с перемещением в правый угол; 6) отсутствие уведомления. Всего предъявлялось 97 проб по 30 с. В 22 пробах уведомлений не было, в остальных 75 они были распределены по 15 проб для каждого из пяти типов. Уведомления появлялись в интервале между 13-й и 17-й секундами от начала пробы. Зависимыми переменными были: количество правильно обнаруженных слотов (Н), количество ложных тревог (FA), время реакции (BP) на уведомления. Выборку составило 116 человек (средний возраст $M = 20.1$, $SD = 1.07$, 108 женщин), по 29 участников в группе.

Результаты

По результатам анализа с использованием смешанного дисперсионного анализа для Н найдено значимое влияние только типа уведомлений ($F(5, 255) = 14.701$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .01$), а для BP было найдено значимое влияние эффекта наведения ($F(1, 51) = 51.87$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .31$), типа уведомлений ($F(4, 204) = 60.47$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .23$) и взаимодействие типа уведомлений

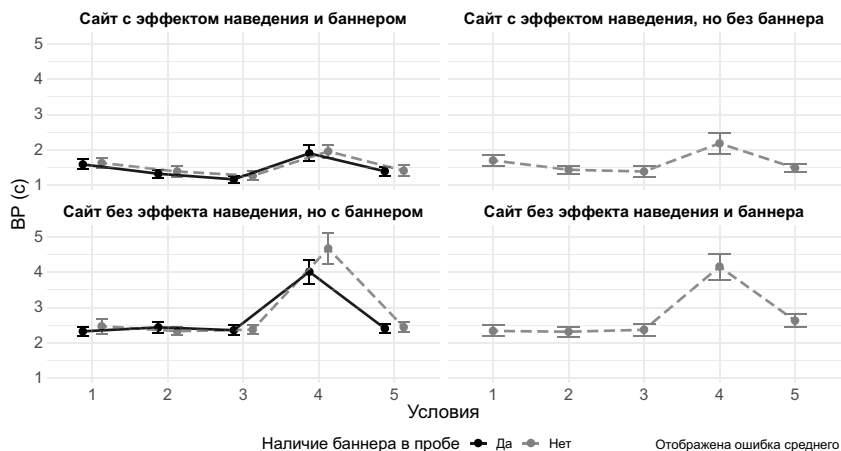


Рисунок 2. Результаты ВР в зависимости от наличия эффекта наведения, баннера и типа уведомления. Цифры обозначают тип уведомления: 1 — постепенно появляющийся; 2 — всплывающий; 3 — мерцающий; 4 — появляющийся через уменьшение прозрачности; 5 — появляющийся внизу экрана с перемещением в правый угол. Представлено среднее ВР в секундах ($N=116$)

и эффекта наведения ($F(4, 204)=21.88$, $p=.01$, $\eta_p^2=.11$). Для FA ни один из факторов не оказывал значимого влияния (все $p>.05$). Попарные сравнения внутри каждой из четырех групп показали значимое отличие Н в пробах с уведомлениями и без них (все $p<.01$). Для ВР было показано, что четвертый тип уведомлений значимо дольше закрывается во всех группах (все $p<.01$, рис. 2).

Обсуждение и выводы

Как показывают полученные результаты, наличие эффекта наведения не оказывает влияния на показатели устойчивости внимания, что противоречит результатам двух предыдущих исследований Ануфриевой и Горбуновой (2021). В отличие от оригинальных исследований, в настоящем использовалась другая стратегия формирования выборки. В предыдущих половину каждой группы составляли студенты, а половину — участники, рекрутированные с сервиса «Яндекс Толока». В нашей работе вся выборка состояла из студентов НИУ ВШЭ. Можно предположить, что студенты в силу специфики их учебной деятельности являются более «натренированной» выборкой на задачи, требующие длительной концентрации внимания, и успешность их работы в большей степени связана с эндогенными факторами внимания (произвольное распределение ресурсов внимания и прошлый опыт), чем с экзогенными. Дополнительным ограничением является несбалансированность выборки по полу.

Также не было обнаружено ни межгрупповых, ни внутригрупповых эффектов влияния баннера. Можно заключить, что факт присутствия баннера на веб-сайте в присутствии и эффекта наведения, и уведомлений не оказывает негативного влияния на эффективность выполнения основной задачи, которая

требует устойчивости внимания. Наконец, были обнаружены различия между пробами с уведомлениями и без них как в условиях с эффектом наведения, так и без него – в пробах без уведомлений точность была выше. Это может говорить в пользу перегружающего влияния уведомлений, но необходимо учитывать следующее. Во-первых, количество верно найденных целей в пробах без уведомлений могло быть выше из-за отсутствия необходимости закрывать уведомления, что давало больше времени на поиск целей. Во-вторых, не было найдено влияния на количество ложных тревог, их количество при появлении уведомлений не возрастало. Также было зафиксировано наибольшее ВР в пробах с четвертым типом уведомлений (появляющееся через уменьшение прозрачности). Это согласуется с исследованием Ануфриевой и Горбуновой (2021). Данный тип уведомлений появляется медленнее остальных, что может затруднять его обнаружение.

Таким образом, в настоящем исследовании не было обнаружено ни перегружающего, ни направляющего влияния элементов интерфейса. Это может говорить о том, что источник различий между реальной и цифровой средой и влияние последней на когнитивные функции необходимо искать не в организации интерфейса, а в других аспектах взаимодействия человека и цифровой среды.

Литература

Anufrieva A., Gorbunova E. Cognitive functions in the digital environment: working memory and attention under real and digital conditions. Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 129/PSY/2021 // SSRN Electronic Journal. 2021. P.1 – 26. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3974610>

Bouriga S., Olive T. Is typewriting more resources-demanding than handwriting in undergraduate students? // Reading and Writing. 2021. Vol. 34. No. 9. P. 2227 – 2255. <https://doi.org/10.1007/s11145-021-10137-6>

Clinton V. Reading from paper compared to screens: A systematic review and meta-analysis // Journal of Research in Reading. 2019. Vol. 42. No. 2. P. 288 – 325. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12269>

Huang M.-H. Designing website attributes to induce experiential encounters // Computers in Human Behavior. 2003. Vol. 19. No. 4. P. 425 – 442. [https://doi.org/10.1016/s0747-5632\(02\)00080-8](https://doi.org/10.1016/s0747-5632(02)00080-8)

Norman D. A. THE WAY I SEE IT: Signifiers, not affordances // Interactions. 2008. Vol. 15. No. 6. P. 18 – 19. <https://doi.org/10.1145/1409040.1409044>

Wang Q., Yang S., Liu M., Cao Z., Ma Q. An eye-tracking study of website complexity from cognitive load perspective // Decision Support Systems. 2014. Vol. 62. P. 1 – 10. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2014.02.007>

THE INTERFACE IS NOT TO BLAME: THE IMPACT OF HOVER EFFECT, NOTIFICATIONS AND BANNERS ON ATTENTION SUSTAINABILITY

A. A. Anufrieva*, K. V. Signaevskaya, F. A. Sapronov
aanufrieva@hse.ru
HSE University, Moscow

Abstract. Some researchers believe that the negative impact of the digital environment on attention relates to the organization of interface elements. Their variability, quantity, and interactivity can lead to overload. Other studies show that the hover effect (changing the color or state of an interface element) instead improves attention, even in the presence of notifications (guidance effect). We aimed to clarify the effect of the three main interface elements combined (hover effect, notifications, banners) on attention sustainability. A mixed design was used, wherein groups differed in the combination of factors for the Presence of the hover effect and banner and the Type of notifications; their presence varied within groups. While participants performed a modified Bourdon test and searched for words in slots on a Google calendar-like website, notifications appeared which had to be closed. The results showed no differences in accuracy between groups. Accuracy was higher in trials without notifications, but the number of false alarms was the same. Finally, differences were found in reaction times depending on the type of notifications. Thus, we found no overloading or guidance effects of interface elements on attention sustainability. This may indicate that future research should consider features other than organization of the interface.

Keywords: human-digital interaction, attention, hover effect, notifications, banners

ВЛИЯНИЕ КОНТЕКСТА И КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ЭФФЕКТ НЕВОЗВРАТНЫХ ЗАТРАТ

В. В. Ардисламов, М. В. Евстафьева*

marina.evstafeva.2002@mail.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Эффект невозвратных затрат проявляется в склонности продолжать участие в неэффективной деятельности из-за уже вложенных ресурсов. В настоящем исследовании изучалось влияние контекста (социального или организационного) и когнитивной нагрузки на выраженность данного эффекта. В эксперименте приняли участие 72 человека. Участники принимали решения в 20 гипотетических сценариях, половина из которых была связана с социальным контекстом, половина — с организационным. Когнитивная нагрузка варьировалась за счет параллельного задания на удержание числа в памяти. Результаты показали, что эффект невозвратных затрат выражен сильнее в социальном контексте независимо от уровня когнитивной нагрузки. Когнитивная нагрузка усиливала эффект только в организационном контексте: участники чаще продолжали инвестиции в неэффективные проекты при ограниченных когнитивных ресурсах. В социальном контексте влияния когнитивной нагрузки на эффект невозвратных затрат выявлено не было. Эти данные подтверждают гипотезу о том, что в организационном контексте люди используют стратегии снижения эффекта невозвратных затрат, однако эти стратегии хуже работают при увеличении когнитивной нагрузки.

Ключевые слова: эффект невозвратных затрат, когнитивная нагрузка, когнитивные искажения, принятие решений, психология мышления

Данное исследование подготовлено в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

Эффект невозвратных затрат (sunk cost effect) — это склонность продолжать действия, в которые уже были вложены ресурсы (деньги, усилия, время), даже если рациональный анализ подсказывает необходимость прекратить участие. Этот эффект классифицируется как одно из когнитивных искажений, препятствующих оптимальному принятию решений (Arkes, Blumer, 1985). Вопреки нормам экономической рациональности, индивидуумы и группы часто руководствуются уже понесенными затратами, а не текущими и будущими выгодами.

Существующие исследования описывают влияние различных факторов на выраженность эффекта невозвратных затрат. Так, например, исследования показывают отсутствие такого эффекта в условиях строгого контроля всех побочных переменных (Friedman et al., 2007). В данном исследовании допускается, что некоторым исследованиям не удастся обнаружить существование эффекта в силу его контекстуальной чувствительности. Контекстуальная чувствительность — это зависимость эффекта от социальной значимости, эмоциональной вовлеченности и роли принимающего решения. В социально значимых ситуациях активизируется эволюционная склонность к сохранению связей, что повышает риск когнитивных ловушек (Hrgović, Hromatko, 2018). В отличие от

эмоционально нагруженного социального контекста, организационный контекст более структурирован и регулируется стандартами рационального выбора, что помогает снижать влияние эффекта через осознанный анализ и формальные критерии (Roth et al., 2015). К тому же в условиях ограниченных когнитивных ресурсов люди склонны изменять паттерны поведения в сторону большей автоматизации и зависимости от эвристик (Evans, Stanovich, 2013).

Целью настоящего исследования стало экспериментальное выявление влияния контекста (социальный или организационный) и когнитивной нагрузки на выраженность эффекта невозвратных затрат. Были выдвинуты гипотезы, что в организационном контексте люди будут прикладывать усилия, чтобы ослабить эффект невозвратных затрат. В социальном контексте такая стратегия использоваться не будет. Если это так, то может быть обнаружено специфическое влияние когнитивной нагрузки на эффект невозвратных затрат: в организационном контексте когнитивная нагрузка будет усиливать эффект (за счет снижения эффективности рациональных стратегий), а в социальном контексте когнитивная нагрузка не окажет влияния на выраженность эффекта невозвратных затрат.

Методика

Для проверки этой гипотезы был разработан следующий экспериментальный план. Участникам предъявлялись краткие сценарии с гипотетическими ситуациями, в которых необходимо было принять решение: продолжать или прекратить участие в предположительно неэффективном проекте. Сценарии были разработаны в двух контекстах: социальном (например, семейные или дружеские отношения) и организационном (управленческие задачи, инвестиции, проекты). Испытуемый выбирал из двух вариантов действий — прекратить инвестиции или продолжить их. Сценарии в социальном и организационном контексте были уравновешены по вложенным усилиям, которые описывались в условии задачи.

Пример задачи с организационным контекстом выглядит следующим образом:

«Вы три года занимались обучением одного из сотрудников... проводили личные тренинги, участвовали в его проектах, давали советы — в общей сложности потратили около 300 часов. Также компания вложила 300 тыс. руб.... Несмотря на ваши усилия, он не демонстрирует уверенности в решениях и избегает ответственности. Теперь он просит еще больше вашего времени — хочет, чтобы вы и дальше наставляли его, а также выделили дополнительные 300 тыс. руб. на продвинутый курс.

А – Продолжите вкладывать время и деньги

Б – Закончить менторство, сосредоточив силы на других сотрудниках»

Пример задачи с социальным контекстом:

«Ваш лучший друг три года назад решил стать писателем. Вы поддерживали его: помогали редактировать тексты, организовывали встречи с издателями... Вы потратили около 300 часов своего времени, а также вложили 300 тыс. руб. Однако за три года он не добился успеха... Он просит вас еще раз помочь: потратить несколько месяцев на продвижение его новой книги и оплатить рекламу 300 тыс. руб.

- А – Продолжите вкладывать время и деньги, веря, что он все же пробьется
Б – Прекратить помогать, потому что три года – достаточно долгий срок»

Когнитивная нагрузка создавалась за счет задачи удерживать в памяти семизначное число. Число предъявлялось перед ситуацией, а после решения о продолжении/прекращении инвестиций испытуемый должен был припомнить его. Каждый испытуемый принимал решение в 20 ситуациях, 10 из которых содержали социальный, а 10 – организационный контекст. Половина ситуаций каждого типа сопровождалась решением параллельной задачи для повышения когнитивной нагрузки.

Выборку исследования составили 72 человека в возрасте от 18 до 46 лет (среднее 25 лет). Среди них 58 (80.6 %) респондентов женского пола, 14 (19.4 %) – мужского. Критерий отбора по полу и возрасту отсутствовал. Часть выборки составили студенты различных программ факультета психологии ИОН РАНХиГС, у которых была мотивация прохождения эксперимента в виде дополнительных баллов по психологическим дисциплинам.

Результаты

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали значимые различия между организационным и социальным контекстом ($F(1) = 77.2$, $\eta^2 = .21$, $p < .001$). Значимых различий для эффекта когнитивной нагрузки не было найдено, однако мы можем предположить наличие статистически незначимой тенденции эффекта взаимодействия контекста и когнитивной нагрузки ($F(1) = 2.64$, $\eta^2 = .007$, $p = .1$). Результаты представлены на рис. 1.

Контрасты. Для более подробного анализа возможной тенденции был проведен дополнительный анализ данных, в котором использовались t -тесты отдельно для условий с организационным и социальным контекстом. Результаты t -теста для связанных выборок показали наличие различий в задачах с организационным контекстом в условиях наличия и отсутствия когнитивной нагрузки ($t(71) = -1.68$, $p = .049$). В условиях наличия когнитивной нагрузки люди чаще оказывались подверженными эффекту невозвратных затрат в задачах с организационным контекстом (среднее значение количества ответов «Продолжить инвестиции» на испытуемого составило 1.13 ответа из 5 ситуаций в условиях без когнитивной нагрузки, 1.36 ответа из 5 ситуаций в условиях с когнитивной нагрузкой). В то же время для задач с социальным контекстом различий найдено не было ($t(71) = 1.34$ при $p = .185$), а среднее значение количества ответов «Продолжить инвестиции» было меньше в условиях когнитивной нагрузки (2.64 ответа из 5 ситуаций в условиях без когнитивной нагрузки, 2.4 ответа из 5 ситуаций в условиях с когнитивной нагрузкой).

Обсуждение и выводы

Результаты подтверждают гипотезу, что социальный контекст усиливает эффект невозвратных затрат, тогда как в организационном контексте участники демонстрируют больше рационального поведения. Это может быть связано с тем, что социальные вложения активируют эмоциональные механизмы,

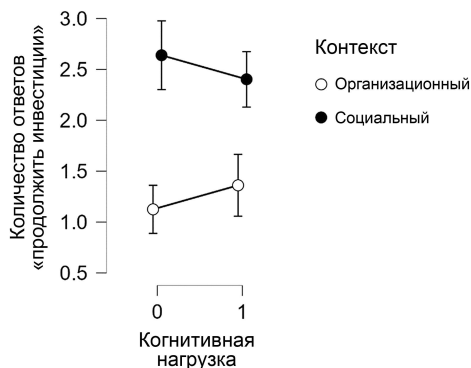


Рисунок 1. Количество ответов «Продолжать инвестиции» в условиях организационного и социального контекста и когнитивной нагрузки

укорененные в эволюции: стремление поддерживать связи, избегать чувства вины, страха отвержения и пр. (Roth et al., 2015). Основной анализ не выявил ожидаемого значимого эффекта взаимодействия между контекстом задачи и когнитивной нагрузкой. Возможно, эффект взаимодействия оказался незначимым в силу того, что в условии социального контекста когнитивная нагрузка не ослабляет эффект невозвратных затрат (наши гипотезы не предсказывают такого ослабления). Мы предполагаем, что в условиях когнитивной нагрузки участники теряют доступ к ресурсозатратным стратегиям рационализации в организационных задачах, что приводит к более частым ошибкам — эффект усиливается. В социальном же контексте когнитивная нагрузка не меняет стратегию, так как она изначально более автоматизирована (на основе эмоций и привычек; Evans, Stanovich, 2013). Важно уточнить, что предположение о «стратегиях сопротивления» в организационном контексте основано на более высокой осознанности, необходимости обоснования решений и культурной норме рационального поведения в деловой среде.

Также необходимо учитывать ограничения исследования:

- Стимульный материал, хоть и уравнивался по количеству вложений, мог отличаться по эмоциональной насыщенности или реализму сценариев. Не исключено, что некоторые задачи провоцировали эффект сильнее других — это требует дальнейшего анализа.
- Возможно влияние предварительного знакомства студентов с понятием «эффект невозвратных затрат».
- Среднее количество проявлений эффекта невозвратных затрат было низким — около 1–2 из 5 задач в условиях с когнитивной нагрузкой.

В дальнейших исследованиях полезно проводить взвешенную калибровку задач, а также учитывать время ответа как дополнительный показатель когнитивных усилий, что позволило бы точнее оценивать стадии, на которых происходит искажение.

Литература

Arkes H. R., Blumer C. The psychology of sunk cost // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1985. Vol. 35. No. 1. P. 124 – 140. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(85\)90049-4](https://doi.org/10.1016/0749-5978(85)90049-4)

Evans J. S. B. T., Stanovich K. E. Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate // *Perspectives on Psychological Science*. 2013. Vol. 8. No. 3. P. 223 – 241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>

Friedman D., Pommerenke K., Lukose R., Milam G., Huberman B. A. Searching for the sunk cost fallacy // *Experimental Economics*. 2007. Vol. 10. No. 1. P. 79 – 104. <https://doi.org/10.1007/s10683-006-9134-0>

Hrgović J., Hromatko I. The time and social context in sunk-cost effect // *Evolutionary Psychological Science*. 2018. Vol. 4. No. 3. P. 258 – 267. <https://doi.org/10.1007/s40806-017-0134-4>

Roth S., Robbert T., Straus L. On the sunk-cost effect in economic decision-making: A meta-analytic review // *Business Research*. 2015. Vol. 8. No. 1. P. 99 – 138. <https://doi.org/10.1007/s40685-014-0014-8>

THE EFFECT OF CONTEXT AND COGNITIVE LOAD ON THE SUNK COST FALLACY

V. V. Ardislamov, M. V. Evstafieva*

marina.evstafeva.2002@mail.ru

RANEPA, Moscow

Abstract. The sunk cost effect refers to the tendency to continue engagement in ineffective activities due to prior investments. This study examined how context (social vs. organizational) and cognitive load influence the magnitude of this effect. Seventy-two participants took part in the experiment. Each participant made decisions across 20 hypothetical scenarios – half in a social context and half in an organizational context. Cognitive load was manipulated by introducing a concurrent memory task of memorizing a seven-digit number. Results showed that the sunk cost effect was stronger in the social context, regardless of cognitive load. Cognitive load increased the effect only in the organizational context: participants were more likely to continue investing in ineffective projects when cognitive resources were limited. In the social context, no significant impact of cognitive load on the sunk cost effect was observed. These findings support the hypothesis that in organizational contexts, people employ strategies to reduce the sunk cost effect, which become less effective under increased cognitive load.

Keywords: sunk cost effect, cognitive load, cognitive bias, decision-making, problem solving

The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research program.

БОЛЬШЕ ДЫШУ — МЕНЬШЕ СОМНЕВАЮСЬ? ДОФАМИН-ОПОСРЕДОВАННАЯ РОЛЬ ДЫХАНИЯ В ЭФФЕКТЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ В НОВОЙ СРЕДЕ У НЕЙРОЭТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

А. А. Атнагулова*, М. И. Межеричкий, В. Е. Дьяконова
aisha.atnagulova@yandex.ru

Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, Москва

Аннотация. В настоящем исследовании проанализировано влияние интенсивной локомоции (ИЛ) на активность дофаминергического нейрона RPeD1 у прудовика *Lymnaea stagnalis* — ключевого элемента генератора дыхательного ритма. С использованием экологически релевантной модели ИЛ оценивались поведенческие показатели (частота и длительность открытий пневмостома), а также биофизические характеристики RPeD1. Показано, что двухчасовая ИЛ вызывает снижение фоновой тонической активности и гиперполяризацию мембранного потенциала нейрона, что сходно с состоянием этой клетки при генерации дыхательного ритма. Установлено, что после ИЛ RPeD1 демонстрирует и более выраженный тормозный ответ на дофамин. В поведенческих экспериментах дофамин, так же как и двухчасовая интенсивная локомоция, достоверно снижал число ориентировочных поворотов перед принятием решения в новой среде. Полученные данные свидетельствуют о долгосрочной модуляции дофаминергической активности RPeD1 под влиянием ИЛ и предполагают, что активация дыхания и усиление выброса дофамина может вызывать более целенаправленное поведение в новой среде.

Ключевые слова: интенсивная локомоция, дофамин, RPeD1, моллюски, респираторный ритм, нейромодуляция, нейрофизиология беспозвоночных

Исследование поддержано Российским научным фондом (проект № 25-14-00147).

Введение

Влияние физической активности на память, обучение и принятие решений у человека и млекопитающих активно исследуется уже долгое время, однако о механизмах этого влияния и его биологическом смысле известно немного. Предполагается, что биологический смысл эффектов интенсивной локомоции заключается в подготовке организма к попаданию в новую среду. Новая среда характеризуется неопределенностью, меньшей предсказуемостью событий, и одним из важнейших механизмов адаптации к ней является когнитивная активация, повышающая пластичность поведения организма (Korshunova et al., 2016). Воздействие видоспецифичной интенсивной локомоции (ИЛ) на поведение и физиологию известно и у беспозвоночных: улучшается обучение

и память, нормализуется сон, повышается выносливость, ускоряется регенерация нервов (Dyakonova et al., 2022; Aonuma et al., 2020). Моллюски являются удобным модельным организмом для нейробиологических исследований. Крупные, легко идентифицируемые нейроны, довольно простые и хорошо изученные нейронные сети, отвечающие за конкретное поведение, позволяют изучать влияние ИЛ на уровне отдельных клеток (Benjamin, 2008). Ранее было показано, что у большого прудовика *Lymnaea stagnalis* ИЛ облегчает принятие решений и ориентацию в новой среде, вызывает изменения в активности локомоторных серотонинергических нейронов, а также в их модуляции дофамином, влияет на метаболизм серотониновой системы (Dyakonova et al., 2019). Однако серотонин только частично воспроизводил поведенческие эффекты ИЛ в новой среде, не влияя на скорость принятия решений (Aonuma et al., 2020).

Интенсивная локомоция практически у всех видов активирует и дыхание. У большого прудовика описан клеточный генератор респираторного ритма, в состав которого входит гигантский дофаминергический нейрон RPeD1 (Syed, Winlow, 1991). Ранее было показано, что этот нейрон подчиняется локомоторному ритму (Воронцов и др., 2003). Кроме того, дофамин — основной нейромедиатор этого нейрона — играет ключевую роль в механизмах подкрепления, принятия решений и целенаправленного поведения у различных видов животных (Barron et al., 2010).

Цель нашей работы — проверить предположение о возможном участии респираторной системы в когнитивных эффектах ИЛ. Для этого были поставлены следующие задачи: оценить длительность и частоту открытия пневмостома в начале и в конце двухчасовой интенсивной локомоции; зарегистрировать внутриклеточную спонтанную электрическую активность нейрона после двухчасовой ИЛ и в контроле, оценить частоту спайковой активности и мембранный потенциал; проверить предположение о возможных изменениях в ответе RPeD1 на собственный нейромедиатор дофамин как возможном механизме переключения состояния этой клетки. Еще одной задачей являлась проверка возможного влияния дофамина на поведение моллюска в новой среде в ситуации выбора.

Методика

Для активации относительно редкой формы поведения этого моллюска — интенсивной мышечной локомоции — использовалась ранее разработанная экологически релевантная модель — мелководье (Korshunova et al., 2016). Такая интенсивная локомоция в естественных условиях может быть связана с обмелением водоемов. Использовали половозрелых одновозрастных улиток массой 3.0–3.8 г. В опыте ($n = 17$) улиток на два часа помещали в камеру с верхним освещением и прозрачным дном, под которой находилась видеокамера. Регистрировалось количество открытий пневмостома и их длительность в первые и последние 10 минут. Контрольных улиток ($n = 20$) отсаживали в отдельные контейнеры, наполненные водой, на два часа и подсчитывали количество открытий пневмостома и их длительность.

Для регистрации внутриклеточной активности нейрона использовался стандартный капиллярный метод регистрации внутриклеточной активности нейронов. Регистрировалась спонтанная активность RPeD1 через 2, 5 и 10 мин после входа в клетку. В препарате циркулировал стандартный раствор Рингера для улитки. В проток подавался дофамин (DA) (5×10^{-5} М) в течение 15 мин, затем отмывался в течение 25 минут.

Чтобы установить роль дофамина в поведении, прудовиков инкубировали в 10^{-4} М дофамина в течение двух часов. Концентрация дофамина подбиралась ранее, методика применялась в других поведенческих экспериментах у этого вида (Сахаров и др., 1996; Pavlova, 2010). После инкубации улиток помещали на сухую, асимметрично освещенную арену по методике (Korshunova et al., 2016).

Для статистической обработки использовалась программа Past. Использовались непараметрические тесты Манна—Уитни для независимых выборок и парный тест Вилкоксона для зависимых выборок.

Результаты

Количество открытий пневмостома имело тенденцию (Wilcoxon test: $p = .06$) увеличиваться к концу интенсивной локомоции. При этом значимых отличий в длительности открытия в начале и в конце ИЛ выявлено не было. В контроле значимых отличий через два часа не было выявлено ни по одному из параметров.

После интенсивной локомоции нейроны проявляли значительно (Mann—Whitney U test: $p = .0073$) более низкую спайковую активность и находились в более гиперполяризованном состоянии (Mann—Whitney U test: $p = .0126$).

Введение дофамина ($5 \cdot 10^{-5}$ М) вызывало полное прекращение спайковой активности (Wilcoxon test: $p = .017$) через 10 мин в группе, подвергшейся ИЛ, тогда как у контрольных улиток наблюдалось только снижение частоты спайков (Wilcoxon test: $p = .015$). При этом значимого влияния на мембранный потенциал выявлено не было.

Дофамин вызывал у животных, помещенных на сухую, асимметрично освещенную арену, достоверное снижение числа ориентировочных поворотов. (Mann—Whitney U test: $z = 1.98$; $p = .04$). Этот эффект сходен с ранее описанным влиянием ИЛ (Korshunova et al., 2016).

Обсуждение и выводы

Результаты исследования подтверждают, что интенсивная локомоция вызывает долгосрочные изменения в активности дофаминергического нейрона, снижая его базовую активность и усиливая его тормозный ответ на введение дофамина. В результате активация дофаминовых рецепторов вызывает более выраженное торможение нейрональной активности по механизму отрицательной обратной связи, чем в контрольном условии.

Более гиперполяризованное состояние и сниженная спайковая активность в RPeD1 характерны для состояния генерации дыхательного ритма, как было

показано ранее (Воронцов и др., 2003). Нейрон перестает генерировать собственную тоническую активность и переходит к ритмической пачечной активности в ответ на входящие пачки ВПС-генератора. Таким образом, можно предположить, что выявленные изменения в состоянии клетки делают ее более адаптированной к ИЛ, сопровождающейся учащением дыхательного ритма. В наших экспериментах на изолированной нервной системе мы не наблюдали спонтанной генерации этого ритма ни в опытной, ни в контрольной группе. Это можно объяснить тем, что у вторичноводного легочного моллюска дыхание строго регулируется положением животного на поверхности водной пленки, и без периферического сенсорного контроля за этим положением генератор не должен активироваться.

Поскольку дофамин, так же как и интенсивная локомоция, вызывает снижение ориентировочных поворотов в новой среде, можно предполагать дофамин-опосредованное участие респираторной системы в эффектах ИЛ. Эти данные согласуются и с участием дофамина в принятии решений у других видов животных (Barron et al., 2010), впервые связывая на клеточном уровне генерацию дыхательного ритма во время интенсивной локомоции с ее возможным влиянием на когнитивные функции. Однако кроме центрального дофаминергического нейрона в эффектах ИЛ могут принимать участие и периферические дофамин-продуцирующие клетки, поэтому окончательные выводы о вкладе нейрона RPeD1 в облегчение принятия решения еще делать рано.

Литература

- Воронцов Д.Д., Цыганов В.В., Сахаров Д.А. Центральные механизмы управления дыханием у легочного моллюска *Lymnaea stagnalis*: фазовая синхронизация дыхания и циклической локомоции // Доклады Академии наук. 2003. Т. 391. № 3. С. 1 – 4.
- Сахаров Д.А., Алания М.А., Воронежская Е.Е., Дьяконова В.Е., Дьяконова Т.Л., Незлин Л.П., Хабарова М.Ю., Цыганов В.В., Чистопольский И.А. Нейротрансмиттерная и клеточная основа формирования поведения у модельных беспозвоночных. № 96-04-49181. Российский фонд фундаментальных исследований, 1996.
- Aonuma H., Mezheritskiy M., Boldyshev B., Totani Y., Vorontsov D., Zakharov I., Ito E., Dyakonova V. The role of serotonin in the influence of intense locomotion on the behavior under uncertainty in the mollusk *Lymnaea stagnalis* // *Frontiers in Physiology*. 2020. Vol. 11. P. 221:1 – 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00221>
- Barron A.B., Søvik E., Cornish J.L. The roles of dopamine and related compounds in reward-seeking behavior across animal phyla // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2010. Vol. 4. P. 163:1 – 9. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2010.00163>
- Benjamin P. *Lymnaea* // *Scholarpedia*. 2008. Vol. 3. No. 1. P. 4124. <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.4124>
- Dyakonova T.L., Sultanakhmetov G.S., Mezheritskiy M.I., Sakharov D.A., Dyakonova V.E. Storage and erasure of behavioural experiences at the single neuron level // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 14733:1 – 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51331-5>
- Dyakonova V., Mezheritskiy M., Boguslavsky D., Dyakonova T., Chistopolskiy I., Ito E., Zakharov I. Exercise and the brain: Lessons from invertebrate studies // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2022. Vol. 16. P. 928093:1 – 7. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.928093>
- Korshunova T.A., Vorontsov D.D., Dyakonova V.E. Previous motor activity affects the transition from uncertainty to decision making in snails // *Journal of Experimental Biology*. 2016. Vol. 219. No. 22. P. 3635 – 3641. <https://doi.org/10.1242/jeb.146837>

Pavlova G. A. Muscular waves contribute to gliding rate in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis* // Journal of Comparative Physiology A. 2010. Vol. 196. No. 4. P. 241 – 248. <https://doi.org/10.1007/s00359-010-0509-5>

Syed N. I., Winlow W. Respiratory behavior in the pond snail *Lymnaea stagnalis* // Journal of Comparative Physiology A. 1991. Vol. 169. No. 5. P. 557 – 568. <https://doi.org/10.1007/bf00193546>

BREATHE MORE, DOUBT LESS? DOPAMINE-MEDIATED ROLE OF RESPIRATION IN THE EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY ON DECISION-MAKING IN A NOVEL ENVIRONMENT IN A NEUROETHOLOGICAL OBJECT

A. A. Atnagulova*, M. I. Mezheritsky, V. E. Dyakonova

aisha.atnagulova@yandex.ru

Koltzov Institute of Developmental Biology Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. This study investigates the effect of intensive locomotion (IL) on the activity of the dopaminergic neuron RPeD1, a key component of the respiratory rhythm generator, in the pond snail *Lymnaea stagnalis*. Using an ecologically relevant IL model, we assessed behavioral parameters (frequency and duration of pneumostome openings) and intracellular activity of RPeD1. A two-hour period of IL led to a decrease in spike frequency and hyperpolarization of the neuronal membrane potential, which may reflect a shift to a state associated with participation in respiratory rhythm generation. Following IL, RPeD1 exhibited an enhanced inhibitory response to dopamine. Notably, snails subjected to IL showed no significant response to serotonin, unlike control animals, which demonstrated a biphasic reaction. These findings indicate long-term modulation of RPeD1 dopaminergic activity under IL and suggest a link between respiratory and cognitive adaptation to novel environmental conditions.

Keywords: intensive locomotion, dopamine, RPeD1, mollusks, respiratory rhythm, neuromodulation, invertebrate neurophysiology

Research is supported by Russian Science Foundation grant number 25-14-00147.

ВКЛАД МОРФОЛОГИИ И СИНТАКСИСА В РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОТДАЛЕННЫЕ АССОЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

В. М. Афанасьева*, В. Ф. Спиридонов
victoria.afanasieva@mail.ru
РАНХиГС, Москва

Аннотация. Задача на отдаленные ассоциации (compound remote associates, CRA) — пространственный метод исследования механизмов решения задач и инсайта. В структуру задачи CRA входит три слова, к которым необходимо подобрать четвертое и составить осмысленные словосочетания. Процесс решения такой задачи лучше всего описывается различными вариантами семантического поиска. Данное исследование демонстрирует многокомпонентную природу семантического поиска в ходе решения задач CRA, который вынужденно опирается на морфологию и синтаксис. Экспериментальные находки дают осторожные свидетельства в пользу направленного характера семантического поиска и требуют дополнения текущих теоретических моделей решения задачи на отдаленные ассоциации.

Ключевые слова: решение задач, морфология, синтаксис, отдаленные ассоциации, семантический поиск

Данная статья подготовлена в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

Задача на отдаленные ассоциации — вербальная задача по поиску четвертого слова для составления словосочетаний (в русском языке) или составных (сложных, англ. compound) слов — например, в английском языке. При сравнении задач, построенных на материале разных языков, было выявлено, что часто их решения различаются по показателям точности и времени поиска ответа (Behrens, Olteǎanu, 2020). Авторы связывают трудности задач с особенностями самих языков. Задачи на отдаленные ассоциации преимущественно исследуются на материале английского языка, что значительно сужает возможность анализа процессов решения подобных задач.

В качестве механизма решения задач на отдаленные ассоциации чаще всего обсуждаются модели семантического поиска, который в некоторых случаях опирается на так или иначе устроенные семантические сети. Так, в статье Э. Давелара демонстрируются возможности модели пространства словесных ассоциаций, которая предполагает активацию только семантических единиц (Davelaar, 2015). Однако мы считаем, что потенциальная модель, объясняю-

щая решение задачи на русском языке, помимо семантических связей между концептами, должна иметь множество других параметров, учитывающих сложную организацию поиска на материале. Так, Дж. Шатц и соавторы указывают на такой важный параметр, как направленность ассоциаций (Schatz et al., 2022): поиск от слов-стимулов к целевому слову делает задачу значимо проще. Авторы выделяют семантические и синтагматические причины подобных направленностей. На материале словацкого языка также были получены свидетельства вклада не только семантических, но и синтагматических связей (Marko et al., 2019).

В русском языке для составления словосочетания, которое является потенциальным ответом, помимо семантического поиска, необходимо совершить: 1) морфологические преобразования стимульных слов, 2) их включение в синтаксические отношения. Например, в задаче «плита», «педаль», «яд» (ответ: «газ»), чтобы составить словосочетание, необходимо перейти от существительного «яд» к прилагательному «ядовитый». Мы полагаем, что в русском языке на активацию узлов в семантической сети влияет не только семантика и синтагматика, но и синтаксис, который является частью языкового устройства. Так, язык, согласно Р. Хартсьюкеру и др., сочетает в себе три уровня: 1) лемм, 2) семантики, 3) синтаксиса (Hartsuiker et al., 2004). Мы предполагаем, что пространство словесных ассоциаций в русском языке содержит в себе не только семантические, но также и морфосинтаксические компоненты, которые накладывают на решение задачи дополнительные ограничения и направляют поиск в семантической сети.

Процедура и материал

Участники нашего исследования решали 21 задачу CRAt из набора В. В. Ардисламова и коллег (2019). В инструкции прямо не оговаривалось, что при подборе четвертого слова можно (нужно) изменять форму слов. Однако в инструкции фигурировал пример решения задачи, где целевое слово было представлено с помощью разных частей речи, что служило подсказкой для применения данного оператора (изменение формы слова) в ходе решения. Независимая переменная (тип словосочетания) имела девять уровней: смешанные словосочетания (верная словоформа), смешанные словосочетания (неверная словоформа), дополнение в верной словоформе, определение в верной словоформе, дополнение в неверной словоформе, определение в неверной словоформе, начальная форма существительного для условий «Дополнение», «Определение» и «Смешанные словосочетания». В качестве зависимых переменных были взяты время и точность решения. Пример условия «Верное определение»: «концертный», «тренажерный», «музейный» (ответ: «зал»), пример условия «неверное определение»: «концертная», «тренажеры», «от музея» (ответ: «зал»). Пример условия «Верное дополнение»: «справедливости», «глубины», «боли» (ответ: «чувство»). Пример условия «Неверное дополнение»: «справедливы», «глубинность», «болей» (ответ: «чувство»). Пример условия «Смешанные словосочетания (верная словоформа)»: «маска для», «женский», «луковица» (ответ: «волос»). Пример условия «Смешанные словосочетания

(неверная словоформа): «маской», «женское», «луковицы» (ответ: «волос»). Данное условие характеризовалось наличием сразу двух типов стимульных и целевых слов (они могли быть как дополнением, так и определением).

Для каждого из экспериментальных условий было организован третий вариант, который предполагал предъявление стимульных слов в форме существительного. На примере задач с определением: «концерт», «тренажер», «музей» (ответ: «зал»). Таким образом, каждая задача была организована тремя разными способами, однако испытуемый получал для решения только один из ее вариантов: например, дополнение в верной словоформе, или дополнение в неверной словоформе, или начальную форму существительного (для дополнения). Таким образом, был реализован межгрупповой план эксперимента.

Экспериментальные гипотезы

1. В условии с верной (то есть совпадающей с целевой) словоформой точность решения будет выше.
2. В условии с верной словоформой время решения будет ниже, вне зависимости от части речи.

Выборка

В исследовании приняли участие 126 человек (98 женщин, 3 человека предпочли не указывать пол, возраст $M = 22.01$, $SD = 3.64$). Участники являлись носителями русского языка и не имеют специального филологического образования. Данные двух участников были исключены из анализа из-за низкой точности ответов (не было решено ни одной задачи). Также из анализа были удалены данные, превышающие 3.5 стандартных отклонения от среднего.

Результаты

Были проанализированы данные по времени (табл. 1) и точности решения для всех условий.

Однофакторный дисперсионный анализ продемонстрировал наличие значимых различий по времени решения для всех условий ($F(8, 2556) = 31.71$, $p < .001$, $\eta^2 = .09$). Результаты попарных *post-hoc* сравнений приведены в табл. 2.

Распределение частот ответов по экспериментальным условиям «Тип ответа» (0 — нет ответа, 1 — верный ответ, 2 — неверный ответ) показало следующие результаты. В условии «Верное дополнение» преобладал ответ категории 2 (73.2 %), тогда как ответы категорий 0 и 1 встречались значительно реже (2.7 и 24.2 % соответственно). Условие «Неверное дополнение» продемонстрировало еще более выраженное преобладание ответа категории 2 (89.1 %) при минимальной доле ответа категории 1 (1.8 %). В условии «Верное определение» наблюдалась иная картина: здесь наиболее частым был правильный ответ (61.2 %), при этом пропуск ответа встречался крайне редко (0.3 %). В условии «Неверное определение» преобладали неверные ответы (80.3 %), хотя доля правильных ответов оставалась существенной (13.9 %). Условия «Начальная форма дополнения» и «Начальная форма определения» показали сходное рас-

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения времени реакции (RT) для каждого экспериментального условия

Условие	<i>M</i> (с)	<i>SD</i>	<i>n</i>
Дополнение в верной словоформе	22.3	22.0	298
Дополнение в неверной словоформе	43.6	50.4	275
Определение в верной словоформе	9.9	12.8	286
Определение в неверной словоформе	30.7	29.9	294
Начальная форма существительного (дополнения)	29.2	33.2	282
Начальная форма существительного (определения)	30.1	36.2	277
Начальная форма существительного (смешанные словосочетания)	41.6	43.1	297
Смешанные словосочетания (верная словоформа)	16.6	19.0	273
Смешанные словосочетания (неверная словоформа)	40.0	44.6	283

пределение: неверный ответ доминировал (79.1 % в обеих группах), тогда как ответы категорий 0 и 1 встречались с частотой около 5 – 16 %.

Мультиномиальный логистический регрессионный анализ выявил значимые различия в частоте различных типов ответов между экспериментальными группами. Модель продемонстрировала хорошую сходимость (остаточное отклонение = 3521.911, AIC = 3557.911), что свидетельствует о ее стабильности. Наиболее выраженный эффект был обнаружен для условия «Верное определение» в отношении верных ответов. В этом условии вероятность получить верный ответ была значимо выше по сравнению с базовой категорией ($OR = 19.5$, $p = .006$). В то же время условия с неверной словоформой демонстрировали противоположную тенденцию. В частности, для условия «Неверное определение» вероятность верных ответов значимо снижалась ($OR = 0.27$, $p = .005$), так же как и в условии «Неверное дополнение» ($OR = 0.022$, $p < .001$). Выраженный эффект был зафиксирован в условии «Смешанные словосочетания (неверная словоформа)», где вероятность получения правильного ответа значимо снижалась по сравнению с базовой категорией. В частности, в этой группе шансы на правильный ответ были значимо ниже ($OR = 0.162$, $p < .001$). Условия с начальной формой существительного также демонстрировали снижение вероятности получения верных ответов. В условии «Начальная форма существительного (дополнение)» выявлено снижение правильных ответов ($OR = 0.33$, $p = .019$).

Таблица 2. Результаты post-hoc-сравнений условий с помощью теста Тьюки

Пара условий	<i>Mdiff</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Верное определение – Неверное определение	20.81	< .001	0.52
Верное определение – Существительное	20.22	< .001	0.47
Неверное определение – Существительное	-0.58	.99	0.02
Верное дополнение – Неверное дополнение	21.34	< .001	0.27
Верное дополнение – Существительное	6.93	.99	0.12
Неверное дополнение – Существительное	-14.41	< .001	0.33
Смешанные словосочетания (неверная словоформа) – Смешанные словосочетания (верная словоформа)	23.38	< .001	-0.68
Смешанные словосочетания (начальная форма существительного) – Смешанные словосочетания (верная словоформа)	24.98	< .001	-0.75
Смешанные словосочетания (начальная форма существительного) – Смешанные словосочетания (неверная словоформа)	1.61	> .999	-0.04

Обсуждение и выводы

Результаты демонстрируют неоднозначность в морфосинтаксической направленности поиска. Так, морфологически верные прилагательные облегчают поиск, в то время как существительные в измененной форме не дают значимого улучшения. Полученный результат можно интерпретировать в пользу существования направленного поиска, который облегчается при наличии подсказок в виде прилагательных. Вероятно, поскольку прилагательные называют признаки объектов, обозначаемых искомыми словами, они подкрепляют активацию релевантных семантических узлов за счет сужения области поиска.

Литература

Ардисламов В. В., Спиридонов В. Ф., Логинов Н. И. Семантический прайминг в задачах на отдаленное ассоциирование // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: Буки Веди, ИППип, 2019. С. 64 – 69.

Behrens J. P., Olteţeanu A.-M. Are all remote associates tests equal? An overview of the Remote Associates Test in different languages // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. P. 1125:1 – 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01125>

Davelaar E.J. Semantic search in the Remote Associates Test // *Topics in Cognitive Science*. 2015. Vol. 7. No. 3. P. 494 – 512. <https://doi.org/10.1111/tops.12146>

Hartsuiker R.J., Pickering M.J., Veltkamp E. Is syntax separate or shared between languages?: Cross-linguistic syntactic priming in Spanish-English bilinguals // *Psychological Science*. 2004. Vol. 15. No. 6. P. 409 – 414. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00693.x>

Marko M., Michalko D., Riečanský I. Remote associates test: An empirical proof of concept // *Behavior Research Methods*. 2019. Vol. 51. No. 6. P. 2700 – 2711. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1131-7>

Schatz J., Jones S.J., Laird J.E. Modeling the Remote Associates Test as retrievals from semantic memory // *Cognitive Science*. 2022. Vol. 46. No. 6. P. e13145:1 – 34. <https://doi.org/10.1111/cogs.13145>

MECHANISMS OF SEMANTIC SEARCH IN RUSSIAN: THE CONTRIBUTION OF MORPHOLOGY AND SYNTAX TO SOLVING COMPOUND REMOTE ASSOCIATES TASKS

V. M. Afanasieva*, V. F. Spiridonov
victoria.afanasieva@mail.ru
RANEPA, Moscow

Abstract. The Remote Associates Test (RAT), or compound remote associates (CRA), is a widely used method for studying problem-solving mechanisms and insight. The structure of the CRA task involves three words for which participants must find a fourth word that forms meaningful phrases with each of them. The word activation process in this task is best explained by semantic search mechanisms. The complexity of semantic search in this task is heightened by the presence of weak associations between the target word and all three given words. Recent studies have revealed significant differences in the speed and accuracy parameters of task performance across different languages. The present research highlights the multicomponent nature of semantic search in Russian, which incorporates both morphological and syntactic processing. These findings call for an expansion of current models of semantic search in remote associates tasks for Russian and related languages.

Keywords: problem solving, morphology, syntax, remote associations, semantic search

The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research program.

ПОКАЗАТЕЛИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ И ПЕРЦЕПТИВНОЙ ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ КАК ПРЕДИКТОРЫ АГА-ПЕРЕЖИВАНИЯ И ОЦЕНОК ТРУДНОСТИ ЗАДАЧ НА ПОИСК ОТДАЛЕННЫХ АССОЦИАЦИЙ

Н. С. Батуев*, Н. В. Морошкина
n.s.batuev@mail.ru

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются предикторы ага-переживания с опорой на теорию беглости обработки информации, в которой связь между когнитивными процессами и метакогнитивными переживаниями рассматривается как косвенная. Мы предполагаем, что возникновение ага-переживания связано с резким сдвигом в беглости обработки информации, когда фактическая беглость превосходит ожидаемую, что проявляется в снижении оценки трудности задачи. В данной работе в пилотном эксперименте была проверена гипотеза о влиянии релевантных источников беглости на метакогнитивные оценки трудности задач на поиск отдаленных ассоциаций. Для этого варьировался тип задач, а также порядок предъявления слов в задаче так, чтобы следующее слово было либо сильнее, либо слабее связано с предыдущим; сила связи задавалась на основе показателя семантической близости, рассчитанного на основе корпусных данных. Результаты показали, что низкая семантическая предсказуемость, формируемая как порядком предъявления слов, так и типом задачи, влияет на формирование ожидаемой беглости обработки информации, что проявляется в субъективном восприятии задачи как более трудной. На основе результатов пилотного эксперимента был разработан дизайн основного эксперимента, целью которого является проверка гипотезы о влиянии как релевантных, так и нерелевантных источников беглости (то есть семантической и перцептивной предсказуемости) на вероятность возникновения ага-переживания при знакомстве с ответом в задачах на поиск отдаленных ассоциаций.

Ключевые слова: ага-переживание, беглость обработки информации, семантическая предсказуемость, перцептивная предсказуемость, метакогнитивные оценки, тест отдаленных ассоциаций

Исследование поддержано грантом РФФИ № 25-18-01018 «Источники и функции метакогнитивных переживаний при решении творческих задач и сохранении опыта».

Введение

Работа посвящена изучению предикторов ага-переживания в задачах на поиск отдаленных ассоциаций, для объяснения природы которого используется теория беглости обработки информации. Данная теория предполагает

косвенную связь между когнитивными процессами и метакогнитивными переживаниями, к которым относят и ага-переживание (Topolinski, Reber, 2010). Под беглостью обработки понимается то, с какой легкостью и/или скоростью информация обрабатывается в когнитивной системе, при этом сигнал о беглости субъективно переживается, но не несет информации о своем источнике. Саму беглость разделяют на семантическую и перцептивную (Whittlesea, Williams, 1998), в обоих случаях она может быть как релевантной, так и нерелевантной (связанной с ответом на поставленную задачу либо с ее второстепенными характеристиками). Согласно нашему подходу, возникновение ага-переживания связано с резким сдвигом в беглости обработки информации, когда фактическая беглость превосходит ожидаемую, что проявляется в снижении оценки трудности задачи (Moroshkina et al., 2022). Однако остается неясным, какие конкретно характеристики задач на поиск отдаленных ассоциаций могут влиять на беглость их обработки и, соответственно, возникающие метакогнитивные переживания, включая ага-переживание.

Задача на поиск отдаленных ассоциаций представляет собой триаду слов, к которым нужно найти четвертое, которое образует с каждым из слов триады устойчивое словосочетание. В исследованиях Тополински и Штрак было показано, что при знакомстве с задачей на поиск отдаленных ассоциаций участники формируют интуитивную оценку относительно когерентности (решаемости) задачи на основе беглости обработки (Topolinski, Strack, 2008). Мы предположили, что на интуитивную оценку решаемости задач может влиять семантическая близость слов триады. Если при прочтении каждого слова у участника активируется много общих ассоциатов, он будет ожидать, что решение найдется быстро, если же ассоциатов будет мало, то вероятность нахождения решения будет оцениваться низко.

Однако помимо ожиданий, связанных с семантической обработкой задач (релевантной), могут также возникать ожидания, связанные с ее перцептивной обработкой (нерелевантной). При этом, согласно теории беглости (Topolinski, Reber, 2010), нерелевантные источники беглости также будут влиять на возникновение метакогнитивных переживаний, в том числе и ага-переживания.

Гипотеза о влиянии нерелевантных источников беглости на возникновение ага-переживания ранее проверялась в работе Аммалайнена (2022), а также в нашем пилотном эксперименте (Батуев, Морошкина, 2024), однако были получены лишь частичные подтверждения гипотезы. В связи с этим были разработаны планы экспериментов для проверки влияния семантической и перцептивной предсказуемости на ошибку метакогнитивного прогноза относительно решаемости задач и вероятность ага-переживания при знакомстве с решением.

Методика пилотного эксперимента

В качестве стимульного материала использовалась модифицированная русскоязычная версия CRAT (Compound remote associate test; Савина и др., 2021), в которой требуется найти для триады слов четвертое слово-решение, образующее с каждым из трех устойчивое словосочетание. Всего было

показано 60 триад, которые разделяются на конвергентные и дивергентные (по 30 каждого типа). В конвергентных триадах слово-решение используется в одном значении, тогда как в дивергентных — в нескольких лексических значениях. В процессе предъявления задач семантическая предсказуемость варьировалась на основе значений косинусной близости между словами триады, рассчитанных с помощью сервиса RusVectōrēs (Kutuzov, Kuzmenko, 2016) на основе данных Национального корпуса русского языка. Каждая триада предъявлялась в двух вариантах, варьировался порядок появления слов триады. В условии высокой семантической предсказуемости вторым предъявлялось слово, максимально связанное с первым и третьим; в условии низкой предсказуемости вторым предъявлялось слово, минимально связанное с первым и третьим.

Гипотезы:

- В дивергентных триадах вне зависимости от последовательности предъявления слов субъективная оценка трудности решения будет выше, чем в конвергентных.
- В триадах, где порядок слов задает низкую семантическую предсказуемость, субъективная оценка сложности решения будет выше, чем в триадах, где порядок слов создает высокую предсказуемость.

В исследовании приняли участие 40 человек (из них 9 мужчин) в возрасте от 18 до 39 лет ($M = 20.8$; $SD = 3.7$), носители русского языка. Эксперимент проводился онлайн с использованием программы lab.js. На экране на позиции первого слова триады показывался фиксационный крест, затем, с интервалом 1.5 секунды последовательно, сверху вниз предъявлялись три слова, написанные друг под другом. После появления всей триады участнику нужно было оценить трудность нахождения ответа, используя мышку для передвижения ползунка на шкале под триадой (от 1 до 100). На ответ давалось 7 с, при этом через 2 с после появления триады она исчезала, чтобы участник давал интуитивные оценки.

Результаты

Статистический анализ данных проводился на языке программирования R (версия 4.4.1) в среде RStudio (2024.12.0 build 467). Для проверки поставленных гипотез была построена линейная регрессионная модель со смешанными эффектами. В качестве зависимой переменной выступала субъективная оценка сложности триады, предикторами являлись тип триады, семантическая предсказуемость и их взаимодействие, случайными эффектами были участники и стимулы. Анализ показал, что участники выше оценивают сложность дивергентных триад по сравнению с конвергентными ($\beta = 3.05$, $SE = 0.219$, $t = 3.39$, $p < .001$; рис. 1 справа), а также в условии с низкой семантической предсказуемостью по сравнению с высокой ($\beta = 1.189$, $SE = 0.046$, $t = -2.39$, $p = .017$; рис. 1 слева) взаимодействия этих факторов выявлено не было ($\beta = 0.688$, $SE = 0.028$, $t = 1.38$, $p = .167$).

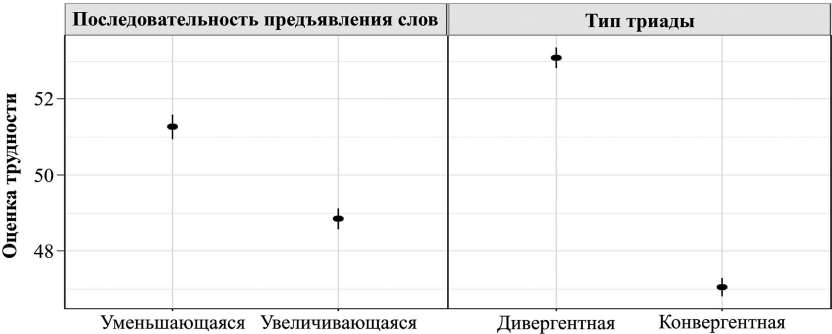


Рисунок 1. Средние значения субъективной оценки трудности решения задачи в разных условиях семантической предсказуемости и для разных типов триады

Методика основного эксперимента

Так же как и в пилотном эксперименте, в качестве стимульного материала будет использоваться CRAT и будет варьироваться тип триады с семантической предсказуемостью. При этом дополнительно будет варьироваться перцептивная предсказуемость посредством изменения местоположения ответа (сверху/снизу). Так, слово-решение, показанное внизу, будет иметь большую перцептивную беглость обработки, чем сверху. Это связано, во-первых, с процедурой предъявления слов триады (сверху вниз), во-вторых, с частотностью появления слова-решения под и над триадой (3 к 1). Таким образом, будет проведен трехфакторный внутрисубъектный эксперимент с участием 80 добровольцев обоих полов от 18 до 40 лет, носителей русского языка.

Гипотезы:

- В дивергентных триадах вне зависимости от порядка предъявления слов вероятность возникновения и интенсивность ага-переживания при знакомстве с ответом будет выше, чем в конвергентных.
- В триадах, где порядок предъявления слов уменьшает семантическую предсказуемость, вероятность возникновения и интенсивность ага-переживания будет выше.
- В условиях низкой перцептивной предсказуемости вероятность возникновения и интенсивность ага-переживания будет ниже при высокой семантической предсказуемости, чем при низкой.

Эксперимент будет проводиться очно с использованием ПО PsychoPy-2023.1.3. На экране на позиции первого слова будет показан фиксационный крест, затем, с интервалом 1.5 с, друг под другом будут последовательно появляться слова триады. После чего через 2 с покажется слово-решение (верное/неверное) либо сверху, либо снизу. Задача участника: оценить правильность ответа, а также наличие и интенсивность ага-переживания при знакомстве с ним.

В основном блоке триады будут случайно разбиты на филлеры и целевые. Сначала будет показано случайное количество (от одной до четырех) «триад-филлеров» (слово-решение снизу), затем будет предъявлено две «триады-цели» (сначала слово-решение снизу, затем сверху). По окончании основного блока участнику будут предъявлены все словосочетания, использованные при создании задач, с просьбой отметить те из них, значения которых он не знает.

Ожидаемые результаты

В триадах, где порядок предъявления слов уменьшает семантическую предсказуемость, а также где слово-решение используется в нескольких лексических значениях, участники будут чаще отчитываться о наличии и выше оценивать интенсивность ага-переживания. В триадах, где слово-решение показано сверху, а порядок предъявления слов показан в высокой семантической предсказуемости, участники будут реже отчитываться о наличии ага-переживания и выше оценивать его интенсивность.

Выводы

Результаты пилотного исследования показали, что, во-первых, когда последовательность слов в триаде формирует низкий уровень семантической предсказуемости, оценка трудности задачи увеличивается. Во-вторых, в дивергентных триадах, где слово-решение используется в нескольких значениях и семантическая близость слов внутри триады слабее, оценка сложности триады также увеличивается. Таким образом, низкая семантическая предсказуемость, создаваемая как порядком предъявления, так и типом триады, влияет на формирование ожидаемой беглости обработки, что проявляется в субъективном восприятии задачи как более трудной. Дополнительные свидетельства в пользу данных выводов ожидается получить по результатам основного эксперимента.

References

- Аммалайнен А. В. Влияние беглости обработки информации на оценки Ага!-переживания в инсайтных решениях: дисс. канд. псих. наук.: Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 2022.
- Батугев Н. С., Морошкина Н. В. Влияние беглости обработки информации на ага-переживание в ситуации индуцированного инсайта // Психология познания: материалы Всероссийской научной конференции. ЯргУ, 06 – 08 декабря 2024. 2024. С. 52 – 56.
- Савина А. И., Морошкина Н. В., Ошканова А. П. Интуиция и инсайт: связь интуитивного чувства когерентности и Ага!-переживания при решении задач на поиск отдаленных ассоциаций // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 23 – 24 июня 2021 / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. М.: Буки Веди, ИППиП, 2021. С. 375 – 380.
- Kutuzov A., Kuzmenko E. WebVectors: a toolkit for building web interfaces for vector semantic models // In Analysis of Images, Social Networks and Texts: 5th International Conference, AIST 2016. Yekaterinburg, Russia, April 7 – 9 2016. 2016. P. 155 – 161.

Moroshkina N. V., Savina A. I., Ammalainen A. V., Gershkovich V. A., Zverev I. V., Lvova O. V. How difficult was it? Metacognitive judgments about problems and their solutions after the aha moment // *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. P. 911904:1 – 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.911904>

Topolinski S., Reber R. Gaining insight into the “Aha” experience // *Current Directions in Psychological Science*. 2010. Vol. 19. No. 6. P. 402 – 405. <https://doi.org/10.1177/0963721410388803>

Topolinski S., Strack F. Where there's a will—there's no intuition. The unintentional basis of semantic coherence judgments // *Journal of Memory and Language*. 2008. Vol. 58. No. 4. P. 1032 – 1048. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2008.01.002>

Whittlesea B. W. A., Williams L. D. Why do strangers feel familiar, but friends don't? A discrepancy-attribution account of feelings of familiarity // *Acta Psychologica*. 1998. Vol. 98. No. 2 – 3. P. 141 – 165. [https://doi.org/10.1016/s0001-6918\(97\)00040-1](https://doi.org/10.1016/s0001-6918(97)00040-1)

INDICATORS OF SEMANTIC AND PERCEPTUAL PREDICTABILITY AS PREDICTORS OF THE AHA EXPERIENCE AND DIFFICULTY ASSESSMENTS FOR COMPOUND REMOTE ASSOCIATE TEST

N. S. Batuev*, N. V. Moroshkina

n.s.batuev@mail.ru

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain, RAS, St. Petersburg

Abstract. This study explores predictors of the aha experience using the theory of processing fluency, where the relationship between cognitive processes and metacognitive experiences is indirect. We propose that the emergence of the aha moment is linked to a sharp shift in processing fluency, where actual fluency exceeds expectations, leading to a decreased perception of task difficulty. The pilot experiment tested the hypothesis regarding the influence of relevant fluency sources on metacognitive difficulty assessments in tasks involving remote associations. We varied task types and the order of word presentation so that the subsequent word was either more or less strongly related to the previous one (based on semantic proximity calculated from corpus data). The results indicated that low semantic predictability, shaped by both the order of word presentation and the type of task, affects expected processing fluency, which is reflected in the subjective perception of the task as more challenging. Based on the pilot findings, we developed a design for the main experiment aimed at testing the hypothesis regarding the influence of both relevant and irrelevant fluency sources (i.e., semantic and perceptual predictability) on the likelihood of experiencing an aha moment when encountering answers in remote association tasks.

Keywords: aha experience, processing fluency, semantic predictability, perceptual predictability, metacognitive judgments, compound remote associate test

This research is supported by RSF grant # 25-18-01018: “Sources and functions of metacognitive experiences in creative problem solving and remembering”.

СПОСОБНОСТЬ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ НА ОТДАЛЕННЫЕ АССОЦИИЦИИ

В. А. Борисова*, Э. А. Ожогова
viktoriya2307@yandex.ru
МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. В данной работе на материале русского языка оценивалась способность большой языковой модели (YandexGPT) к решению задачи на отдаленные ассоциации — одной из классических задач когнитивной психологии. Она часто используется для изучения феномена инсайта. Полученные результаты, с одной стороны, доказывают, что языковая модель не обладает подлинной способностью к такой комплексной когнитивной способности человека, как инсайт, а с другой — демонстрируют, что при грамотном построении запроса и предоставлении иллюстративных примеров модель способна частично воспроизвести ассоциативное мышление такого уровня. Интересно отметить то, что точность предсказаний модели выше для тех примеров, с которыми чаще верно справляются испытуемые, что показывает схожее с человеческим восприятие сложности построения ассоциации.

Ключевые слова: задача на отдаленные ассоциации, инсайт, большие языковые модели, обучение zero-shot, обучение few-shot

Введение

В данном исследовании мы проверяли способность большой языковой модели YandexGPT к решению одной из классических задач в области когнитивной психологии на материале русского языка. Задача, оригинальное название которой — *Remote Associates Test (RAT)*, — была разработана С. Медником и впервые описана в (Mednick, 1962). Согласно Меднику, достичь творческого решения можно тремя разными ассоциативными способами: случайным подбором, с помощью сходства и с помощью медиации — поиска посреднического элемента между разными стимулами (Лукьянова, 2024). В задаче на отдаленные ассоциации используется последний способ: ее суть заключается в подборе для трех слов еще одного, которое было бы как-то связано с каждым из них. Например, ответом для тройки «шоколад, правда, сожалеть» будет «горький» (Moroshkina et al., 2022). Медиатор может быть связан с заданным словом отношением синонимии, семантической сочетаемостью или способностью образовать устойчивое сочетание / сложное слово из двух корней. Сейчас задача на отдаленные ассоциации часто используется для изучения феномена инсайта (Афанасьева, Спиридонов, 2024).

Изучение способностей языковых моделей к решению творческих инсайтных задач на данный момент не является приоритетным направлением в области обработки естественного языка. Тем не менее в работе Локонте и др. (Loconte et al., 2024) на материале итальянского языка были проведены испытания моделей GPT-3.5, GPT-4, Llama2 и Claude2 с 122 задачами RAT в режиме *few-shot*¹. Лучшего результата добилась модель GPT-4, решившая 49 задач (40 %). В работе (Naeini et al., 2023) изучали, как модель справляется с одним из заданий британской телевикторины Only Connect, в котором участникам нужно разбить так называемую стену из 16 слов на четыре равные группы и подобрать для каждой объединяющее слово. В одном из экспериментов моделям нужно было подобрать объединяющее слово для «готовой» четверки слов (что, по сути, является модификацией RAT, отличающейся только количеством слов). Авторы проверяли успешность моделей GPT-3.5-turbo и GPT-4 на датасете из около 600 четверок, собранных по выпускам телешоу. Лучший результат (41 – 45 % по метрике ROUGE-1 F1²) показала модель GPT-4 в режиме *10-shot* (то есть с десятью примерами в инструкции).

Методика

Мы использовали русскоязычный датасет RAT-RUS (Russian Language Remote Associate Problems set), созданный в 2022 году коллективом авторов под руководством Н.В. Морошкиной для изучения вынесения людьми метакогнитивных суждений (например, о наличии ага!-переживания) при решении задачи RAT (Moroshkina et al., 2022). Датасет содержит 100 троек с ответами, а также информацию об успешности решения каждой тройки и рефлексии участников. Мы осуществили дополнительную разметку датасета. Ориентируясь на показатель успешности решения в исходном датасете, сформированный по результатам ответов 125 участников, мы разделили примеры на простые (с ними справилось > 50 % решавших, 51 тройка) и сложные (49 троек). Также мы добавили часть речи верного ответа: 73 существительных и 27 прилагательных. Для экспериментов мы выбрали модель YandexGPT классов Pro (на основе Yandex GPT 3) и Pro RC (на основе Yandex GPT 4)³. Модель была протестирована в режимах *zero-shot* (без иллюстративных примеров) и *few-shot* (с тремя иллюстративными примерами) с разными текстами промптов. Результаты лучшей попытки можно найти по ссылке: <https://osf.io/bw7uz/>.

¹ В таком режиме в исходном запросе — промпте — модели предъявляются несколько примеров верно выполненной задачи (так часто бывает и в инструкциях для испытуемых-людьми). В данной работе моделям предъявлялось четыре примера (как и в инструкции итальянской версии теста, который использовали авторы).

² Из-за того, что в датасете встречаются неоднословные ответы (даже сами организаторы викторины подчас допускают несколько синонимичных вариантов), у модели не всегда получается точно их найти. Тогда метрика полного совпадения (ассигура) показывает результат ниже реального. Чтобы подойти к оцениванию менее формально, авторы использовали метрику ROUGE-1 F1. Она является менее строгой и «засчитывает» ответ как верный, если большая часть слов в нем совпадает со словами из задуманного ответа.

³ Дата обращения — 24.04.2025.

Результаты

Для каждого промпта были получены предсказания на тестовой выборке. Для сравнения результатов использовалась метрика *assurasy* — доля верных ответов. Ожидаемо, промпт *zero-shot* показал худшее качество. А лучший результат дал промпт *few-shot*, текст которого представлен ниже:

Ты участвуешь в эксперименте. Тебе предлагаются тройки слов, к которым необходимо подобрать ассоциацию. Другими словами, ты должна подобрать еще одно слово (существительное или прилагательное) так, чтобы оно образовывало с каждым словом из данной тебе тройки устойчивое словосочетание. Пример 1. Тебе дана тройка «сложить, светлый, снег». Есть устойчивые словосочетания: сложить голову, светлая голова и как снег на голову. Поэтому правильный ответ на эту тройку: голова. Пример 2. Тебе дана тройка «шапочка, крест, площадь». Есть устойчивые словосочетания: Красная Шапочка, красный крест и Красная площадь. Поэтому правильный ответ на эту тройку: красный. Пример 3. Тебе дана тройка «карлик, зарубить, кровь». Есть устойчивые словосочетания: Карлик Нос, зарубить на носу и кровь из носу. Поэтому правильный ответ на эту тройку: нос. Слова будут написаны после слова ТРОЙКА. Ты должна написать ответ после слова АССОЦИАЦИЯ. Ответ должен содержать ровно одно слово (существительное или прилагательное).

В качестве промпта также использовалась оригинальная инструкция для участников из работы Морошкиной и др. (Moroshkina et al., 2022). По своей форме она соответствует стандартной подводке для LLM в режиме *few-shot* и содержит два иллюстративных примера. Этот результат модели оказался лучше, чем при использовании в режиме *zero-shot*, но хуже, чем при использовании составленного нами промпта с тремя примерами. Дальнейшее увеличение числа примеров, однако, к повышению качества не привело (табл. 1).

Таблица 1. Значение метрики ассигасу в разных режимах: общее и отдельно по подгруппам, %

	Общее	Простые	Сложные	Существительные	Прилагательные
zero-shot	22 / 21	29.41 / 31.37	14.29 / 10.2	24.66 / 24.66	14.81 / 11.11
few-shot: 2 примера	29 / 7	37.25 / 9.8	20.41 / 4.08	32.88 / 9.59	18.52 / 0
few-shot: 3 примера	34 / 29	49.02 / 35.29	18.37 / 22.45	32.88 / 38.99	37.04 / 7.41
few-shot: 5 примеров	32 / 26	45.10 / 31.37	18.37 / 20.41	30.14 / 30.14	37.04 / 14.81

Примечание. Слева метрика модели Pro, справа — модели Pro RC. Полу жирным шрифтом отмечено лучшее значение для каждой подвыборки. Под промптом «few-shot: 2 примера» имеется в виду предъявление модели инструкции для испытуемых из (Moroshkina et al., 2022).

При анализе ответов лучшей из моделей — YandexGPT Pro в режиме *few-shot* с тремя примерами — мы заметили, что несколько верных ответов

было потеряно из-за неверной формы (женского рода вместо мужского или множественного числа вместо единственного). Мы сделали дополнительный запрос к модели: попросили привести каждое слово-предсказание в начальную форму. Здесь мы столкнулись с непоследовательностью разметки датасета: в одних случаях правильный ответ дан в начальной форме, а в других – нет. Например, ответ для тройки «эфир, речь, линия» – «прямая» (ответ модели после первого запроса – «прямая», после второго – «прямой»), а для тройки «новость, зелень, рана» – «свежий» (ответ модели после первого запроса – «свежая», после второго – «свежий»). В итоге последовательное применение двух запросов «спасло» 13 ответов, которые модель дала в склоняемой форме (как «свежий»), но «потеряло» 4 ответа, которые стоят не в начальной форме в самом датасете (как «прямая»). Мы учли это, сравнив средний результат по всем испытуемым с лучшим результатом из двух (табл. 2).

После возвращения верных ответов в склоняемой форме мы получили значения, близкие к средним показателям человека. Кроме того, модель, так же как и испытуемые, лучше справляется с простыми примерами ($\chi^2(1) = 14.59, p < .001$). Однако для существительных и прилагательных мы видим иную картину: модель справляется с прилагательными значимо лучше, чем с существительными ($\chi^2(1) = 4.71, p = .029$), и делает это точнее, чем человек. Если рассуждать в синтаксических терминах, согласование дается модели легче, чем другие типы связи в словосочетании. По этой же причине модель 17 раз из 100 предсказывает прилагательное вместо существительного, опираясь только на одно-два слова из тройки, не проводя ассоциативные связи с оставшимися словами (существительное вместо прилагательного предсказано, напротив, только один раз).

Таблица 2. Значение метрики ассигасу лучшей модели при разных запросах, сравнение с человеком, %

	Общее	Простые	Сложные	Существительные	Прилагательные
YandexGPT Pro (<i>few-shot</i> : 3 примера)					
Попытка 1	34	49.02	18.37	32.88	37.04
Попытка 2	43	58.82	26.53	36.99	59.26
Объединение 2 попыток	47	66.67	26.53	39.73	66.67
Человек (инструкция с 2 примерами)					
	53	72.16	32.14	51.51	55.37

Обсуждение и выводы

Мы изучали способность LLM к решению задачи из области психологии инсайта, который интуитивно кажется особенностью исключительно челове-

ческого мышления. Тот факт, что модель справляется с частью творческих инсайтных задач, демонстрирует, что она может быть способна к ассоциативному мышлению такого типа (отдаленные ассоциации).

Сложность решения задачи для человека и для модели коррелируют. Тем не менее, поскольку модель не может остановиться из-за неуверенности в собственном ответе, она может пренебречь сочетаемостью решения со всеми тремя словами и выдать явно неподходящие ответы, которые человек бы не озвучил. Также заметно влияние на модель «прототипичности» словосочетаний с согласованием. Отметим, что при решении задач, где слова образуют с ответом устойчивые сочетания, испытуемые опираются на знания, хранящиеся в долговременной памяти. Если человек не знает устойчивого сочетания, то подобрать ассоциацию не сможет. Непонимание моделью устойчивой связи между словами тоже может объясняться отсутствием данных в обучающей выборке. При этом две «базы данных» — человека и модели — не обязательно совпадают, из-за чего различаются их ответы.

Наконец, наши эксперименты сталкиваются с естественным ограничением на улучшение качества: мы не можем объяснить модели, что такое инсайт, так как сами не понимаем до конца механизмы и факторы его возникновения. Мы можем лишь попытаться составить такой набор иллюстративных примеров, чтобы модель наилучшим образом смогла сама выявить нужные закономерности и приблизиться к ассоциативным способностям человека.

Литература

Афанасьева В. М., Спиридонов В. Ф. Источники сложности в задаче на отдаленные ассоциации // Психологические исследования. 2024. Т. 17. № 93. С. 5:1 – 18. <https://doi.org/10.54359/ps.v17i93.1518>

Лукьянова В. К. Структура ассоциаций в задаче Медника: измерение беглости и гибкости мышления // Экспериментальная психология. 2024. Т. 17. С. 90 – 102. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2024170406>

Alavi Naeini S., Saqur R., Saeidi M., Giorgi J., Taati B. Large language models are fixated by red herrings: Exploring creative problem solving and Einstellung effect using the only connect wall dataset // Advances in Neural Information Processing Systems / A. Oh, T. Naumann, A. Globerson, K. Saenko, M. Hardt, S. Levine (Eds.). NY: Curran Associates, Inc, 2023. Vol. 36. P. 5631 – 5652.

Loconte R., Orrù G., Tribastone M., Pietrini P., Sartori G. Challenging large language models' «intelligence» with human tools: A neuropsychological investigation in Italian language on prefrontal functioning // Heliyon. 2024. Vol. 10. No. 19. P. e38911:1 – 19. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38911>

Mednick S. The associative basis of the creative process // Psychological Review. 1962. Vol. 69. No. 3. P. 220 – 232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>

Moroshkina N. V., Savina A. I., Ammalainen A. V., Gershkovich V. A., Zverev I. V., Lvova O. V. How difficult was it? Metacognitive judgments about problems and their solutions after the Aha moment // Frontiers in Psychology. 2022. Vol. 13. P. 911904:1 – 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.911904>

EVALUATING THE ABILITY OF LARGE LANGUAGE MODELS TO SOLVE THE REMOTE ASSOCIATES TASK

V. A. Borisova*, E. A. Ozhogova
viktoriya2307@yandex.ru
Moscow State University, Moscow

Abstract. In this study, the ability of large language models (LLMs) to solve the Remote Associates Task, one of the classic problems of cognitive psychology, was assessed using YandexGPT and Russian language data. The Remote Associates Task is often used to study the phenomenon of insight. The results obtained in the current study prove that the LLM does not have a genuine ability for such a complex human cognitive ability as insight. On the other hand, with the competent construction of a query and selection of illustrative examples, the model is able to partially reproduce humans' associative thinking. It is interesting to note that the accuracy of the model's predictions is higher for those examples that human subjects deal with more successfully, which hints at a similar perception of association's complexity shared between LLMs and human beings.

Keywords: Remote Associates Test, insight, LLMs, zero-shot learning, few-shot learning

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ КРОЛИКОВ К ОБУЧЕНИЮ СЛОЖНОМУ ДВИГАТЕЛЬНОМУ НАВЫКУ ПУТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОРОДИЧАМИ

Ю. В. Бородачева*, И. Д. Шамсиев, И. В. Бондарь

uliaborodaceva429@gmail.com

ИВНД и НФ РАН, Москва

Аннотация. Обучение путем наблюдения за действиями сородичей позволяет животным получить информацию об окружающей их среде и имеющихся ресурсах без прямого взаимодействия с ними. Такой вид обучения также позволяет достаточно быстро освоить сложные и важные для выживания навыки, самостоятельная выработка которых может занять достаточно большое количество времени. Многие исследования показывают, что животные с разной степенью социальности способны обучаться у своих сородичей навыкам разной степени сложности. У кроликов, животных с развитой социальной структурой сообщества, есть способность к неонатальному формированию пищевых предпочтений в зависимости от диеты матери. Однако исследований, посвященных изучению способностей кроликов к выработке сложных двигательных навыков путем наблюдения за сородичами, нами обнаружено не было. В связи с этим нами был проведен эксперимент на шести кроликах породы Советская шиншилла, в котором животные наблюдали за своими сородичами и обучались у них нажимать передними лапами на педаль, предварительно сделав стойку (встав на задние лапы). Было показано, что в первый день после обучения ни один из кроликов не демонстрировал полностью сформированный двигательный навык, аналогичный тому, который он наблюдал ранее у конспецифика. Также было показано, что предварительное наблюдение за действиями сородича может снижать скорость последующего обучения инструментальному действию методом проб и ошибок, что может обуславливаться разницей в возрасте кроликов-наблюдателей и кроликов-демонстраторов.

Ключевые слова: зоосоциальное научение, обучение наблюдением, инструментальный рефлекс, кролики, восприятие сородича

Введение

Одним из возможных путей получения информации об окружающей среде и о способах взаимодействия с ней является наблюдение за состоянием и действиями сородичей. Его основными преимуществами является отсутствие прямого контакта со средой, что существенно снижает связанные с этим потенциальные риски, а также облегчает и ускоряет обучение ряду навыков, необходимых для выживания. Такого рода обучение может быть разной степени сложности и свойственно для различных животных, причем оно проявляется вне зависимости от степени их социальности (Olsson et al., 2020; Webster, 2023). Кролики также могут обучаться у своих сородичей. Являясь животными с хорошо развитой социальной структурой сообщества, они способны к неонатальному формированию пищевых пред-

почтений в зависимости от диеты матери (Altbäcker et al., 1995; Bilkó et al., 1994). Однако исследований, посвященных способностям кроликов к более сложным видам зоосоциального обучения, нами обнаружено не было. В связи с чем в нашей работе мы постарались ответить на вопрос, способны ли кролики к освоению сложного двигательного навыка путем наблюдения за действиями сородичей.

Методика

Эксперимент проводился на восьми кроликах породы Советская шиншилла. Все животные содержались в стандартных условиях вивария с чередованием цикла день/ночь (12 часов темноты, 12 часов света) и имели неограниченный доступ к воде. Все животные были заранее введены в состояние пищевой депривации по методу ограничения объема потребляемой порции. Кролики-«демонстраторы» в возрасте двух лет ($n=2$) были обучены инструментальному рефлексу в модифицированной камере Скиннера (далее — экспериментальная камера): для получения пищевого подкрепления они должны были встать на задние лапы (сделать стойку) и передними лапами нажать на педаль. В случае правильного выполнения инструментального действия животное получало пищевое подкрепление (гранулу корма). Кролики-«наблюдатели» ($n=6$ ($n=2$ для возраста 1 год, $n=4$ для возраста 6 месяцев)) были поровну разделены на экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) группы. Экспериментальная сессия длилась 20 минут, в течение которых животное сидело в ограничителе — деревянном ящике, ограничивающем его подвижность, — и смотрело либо за тем, как кролик-«демонстратор» выполняет инструментальное действие (экспериментальная группа), либо за тем, как в пустой камере автоматически нажимается педаль и подается корм (контрольная группа). Общий период наблюдения составил 18 дней, на 19 день кролики обеих групп последовательно высаживались в экспериментальную камеру, в которой проводился анализ их поведения (между животными камера обрабатывалась 70 %-ным этиловым спиртом). После этого началось их обучение выполнению инструментального действия методом проб и ошибок. Обученными считались животные, демонстрирующие 70 % правильных реакций. После обучения мы проводили оценку уровня реактивности нервной системы для оценки влияния этого фактора на получаемые результаты. Для этого кроликов обеих групп подвергали процедуре тестирования в стандартных условиях тестов «Открытое поле» (круглая арена, диаметр = 2 метра, уровень освещенности = 40 Лк в центре арены) и «Темно-светлая камера» (деревянный ящик 160 на 60 см, светлая зона 100 см, темная зона 60 см, уровень освещенности в светлой зоне = 120 Лк).

Результаты

Мы проанализировали поведение кроликов в первый день высадки в экспериментальную камеру. Особое внимание мы обращали на поведенческие паттерны, демонстрируемые животными, и на их схожесть с инструментальным действием, которое они до этого наблюдали. В результате ни одно животное не продемонстрировало целостного инструментального акта (стойка на задние лапы, за которой следует нажатие передними лапами на педаль), однако мы заметили, что в экспериментальной камере кролики КГ делали больше стоек над

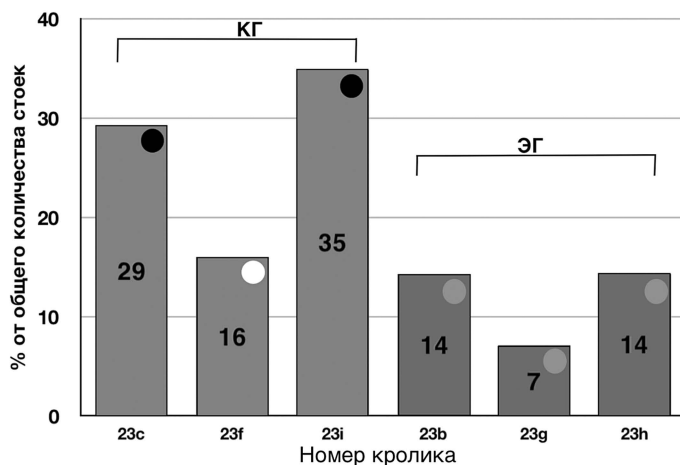


Рисунок 1. Общее количество стоек над педалью в первый день в экспериментальной камере (в процентах от общего количества стоек в камере). ЭГ – экспериментальная группа, КГ – контрольная группа. Кругочками обозначен уровень тревожности животных: белый – высокий, серый – средний, черный – низкий

педалью, чем животные ЭГ (среднее количество стоек 27 и 12 соответственно – см. рис. 1). Далее мы анализировали два параметра, характеризующих скорость выработки инструментального рефлекса: время до первого нажатия на педаль и количество дней до достижения критерия обученности кроликов. В результате кролики КГ в среднем быстрее начали нажимать на педаль, чем животные ЭГ (2 и 6 дней соответственно – см. рис. 2А), также у них за меньшее количество дней получилось выработать аналогичный наблюдаемому инструментальный рефлекс (6 и 13 дней до критерия обученности – см. рис. 2Б). Мы также заметили, что наибольшее количество дней (17) для выработки инструментального рефлекса понадобилось кроликам ЭГ в возрасте 6 месяцев.

По результатам оценки уровня реактивности нервной системы у 3 кроликов был выявлен средний, у 2 – низкий и у 1 – высокий уровень тревожности. Однако зависимости какого-либо из анализируемых в эксперименте параметров от уровня реактивности нервной системы выявлено не было.

Обсуждение

В проведенном исследовании нами было показано, что в выбранной экспериментальной парадигме кролики не способны к явному зоосоциальному научению, что, возможно, связано со сложностью выбранного нами инструментального действия и с отсутствием его полных аналогов в природе, что исключает наличие определенной предрасположенности у кроликов ЭГ к копированию наблюдаемого действия. Отдельно стоит отметить отрицательную динамику, которая нами была замечена при анализе параметров скорости обучения животных ЭГ: им понадобилось больше времени на формирование

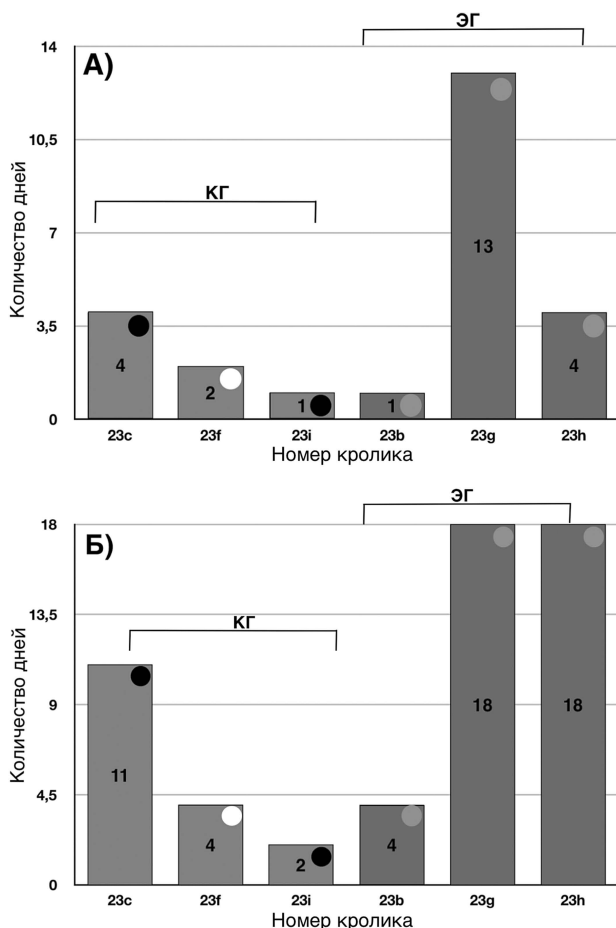


Рисунок 2. Параметры, отражающие скорость обучения кроликов: А — количество дней до первого нажатия педали, Б — количество дней до достижения критерия обученности. ЭГ — экспериментальная группа, КГ — контрольная группа. Кругочками обозначен уровень тревожности животных: белый — высокий, серый — средний, черный — низкий

инструментального навыка, чем животным контрольной группы, и они демонстрировали меньше стоек в углу с педалью по сравнению с последними. Мы предполагаем, что наблюдаемая отрицательная динамика может быть связана с разницей в возрасте между «наблюдателями» и «демонстраторами», которые выполняли перед ними инструментальный рефлекс, так как среди животных с развитой социальной иерархией у молодых особей наблюдается определенная тенденция к избеганию предметов и мест в пространстве, в которых часто появляются более доминантные и более возрастные сородичи. Однако чтобы

ответить на вопрос более точно, необходимо провести ряд дополнительных экспериментов в рамках данного исследования.

Выводы

Было показано, что в данной экспериментальной парадигме кролики не способны к явному зоосоциальному обучению сложному двигательному навыку, при этом наблюдение за сородичем может снизить скорость обучения наблюдаемому действию.

Литература

Altbäcker V., Hudson R., Bilkó Á. Rabbit-mothers' diet influences pups' later food choice // *Ethology*. 1995. Vol. 99. No. 1–2. P. 107–116. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1995.tb01092.x>

Bilkó Á., Altbäcker V., Hudson R. Transmission of food preference in the rabbit: The means of information transfer // *Physiology & Behavior*. 1994. Vol. 56. No. 5. P. 907–912. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)90322-0](https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90322-0)

Olsson A., Knapska E., Lindström B. The neural and computational systems of social learning // *Nature Reviews Neuroscience*. 2020. Vol. 21. No. 4. P. 197–212. <https://doi.org/10.1038/s41583-020-0276-4>

Webster M.M. Social learning in non-grouping animals // *Biological Reviews*. 2023. Vol. 98. No. 4. P. 1329–1344. <https://doi.org/10.1111/bvr.12954>

LEARNING OF COMPLEX INSTRUMENTAL ACTION THROUGH OBSERVATION OF CONSPECIFIC'S BEHAVIOR IN RABBITS

J. B. Borodacheva*, I. D. Shamsiev, I. V. Bondar

uliaborodacheva429@gmail.com

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow

Abstract. Observation learning allows animals to obtain information about the environment and resources without direct interaction. This type of learning also provides animals with the opportunity to develop important survival skills faster than if they were learning on their own. Many studies show that animals with different social structures are capable of learning various skills using social learning. Rabbits, as animals with a developed social structure, demonstrate the ability to form food preferences in the neonatal period depending on the mother's diet. However, we have not found any studies on the rabbit's ability to develop complex motor skills by observing their conspecifics. In this pilot research, six rabbits of the Soviet Chinchilla breed observed their conspecific's behavior and learned to press the pedal with their front paws after standing up on their hind legs. We found that on the first day after observation, none of the observer rabbits demonstrated a formed complex motor skill similar to the one they had previously observed in the demonstrator. Moreover, we demonstrate that observation of a conspecific's actions can reduce the rate of learning of instrumental action through trial and error, which may be due to the age difference between observer rabbits and demonstrator rabbits.

Keywords: social learning, observation learning, operant/instrumental conditioning, rabbits, social perception

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА VAL66MET НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА МОЗГА (BDNF) НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЧИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА

О. В. Буйволова* (1), А. В. Размыслович (1), В. В. Валяева (2), Е. И. Керимова (2),
О. А. Солоухина (1), Р. А. Черемин (2), О. В. Драгой (1, 3)

obuivolova@hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — ГБУЗ «Центр патологии речи и нейрореабилитации ДЗМ», Москва;

3 — Институт языкознания РАН, Москва

Аннотация. Такие факторы, как размер и расположение очага поражения, возраст на момент заболевания и давность заболевания, играют ключевую роль в течении афазии после инсульта. Однако роль генетики в этом процессе до сих пор изучается. Есть данные, которые указывают, что полиморфизм гена BDNF, отвечающего за нейропластичность, может оказывать влияние на восстановление речи, однако результаты исследований по этому вопросу остаются противоречивыми. Целью работы было выяснить, связан ли полиморфизм BDNF Val66Met со степенью выраженности афазии и восстановлением речи после инсульта. В исследовании анализировались данные из историй болезни 125 людей с афазией после инсульта в раннем и позднем подостром, а также хроническом периодах. Генотипирование BDNF проводилось по анализу крови, степень выраженности афазии определялась с помощью использующегося в клинике теста. В ходе исследования не было выявлено связи между полиморфизмом BDNF и результатами теста на оценку сохранности речи. Тем не менее была обнаружена связь между полиморфизмом Val66Met, количеством месяцев, прошедших после инсульта, и тяжестью афазии в группе людей в раннем подостром постинсультном периоде. В отличие от ряда предыдущих работ, это исследование не подтвердило связь полиморфизма BDNF с худшими речевыми показателями. Таким образом, генетические маркеры могут быть полезны для оценки тяжести постинсультной афазии, однако механизмы влияния генетики на афазию после инсульта остаются малоизученными и требуют дальнейших исследований.

Ключевые слова: BDNF, афазия, нейропластичность, инсульт, реабилитация

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Хотя тяжесть постинсультной афазии и других когнитивных расстройств зависит от таких известных факторов, как размер и расположение очага поражения, возраст во время инсульта и время, прошедшее с момента заболевания, есть факторы, влияние которых до сих пор изучено недостаточно,

и среди них — генетические особенности. Считается, что полиморфизм Val66Met гена BDNF, регулирующего нейропластичность, может играть роль в реабилитации после инсульта, однако данные исследований на эту тему остаются противоречивыми.

Например, неоднозначны выводы о значимости BDNF как маркера тяжести речевых нарушений. Как отмечается в обзоре (Lee et al., 2021), посвященном связи Val66Met с восстановлением после инсульта, у пациентов с хронической афазией носительство аллели Met коррелирует с более выраженными речевыми нарушениями и замедленным восстановлением (Fridriksson et al., 2018; Dresang et al., 2022). В то же время исследование de Boer et al. (2017) не выявило влияния этого полиморфизма на состояние пациентов с острыми речевыми нарушениями. Противоречия наблюдаются и в оценке других когнитивных функций: работы с участием здоровых испытуемых показывают, что носители аллели Met могут демонстрировать более высокую эффективность при выполнении когнитивных тестов (Gajewski et al., 2011; Freundlieb et al., 2012), что противоречит гипотезе о ее негативном влиянии. Кроме того, Di Pino et al. (2016) предполагают, что Met-аллель может определять не столько скорость восстановления, сколько его механизмы — например, усиливая зависимость длительной реабилитации от подкорковой нейропластичности.

Целью исследования стал анализ связи полиморфизма BDNF Val66Met с выраженностью речевых нарушений после инсульта на разных этапах восстановления. Ранее проведенные исследования, направленные на выявление влияния полиморфизма BDNF на течение афазии, проводились в основном в группах людей с хронической афазией (например, Fridriksson et al., 2018; Kristinsson et al., 2019; Dresang et al., 2022) либо, напротив, — в группе людей в остром периоде инсульта (de Boer, 2017). Кроме того, результаты этих исследований были получены в группах участников относительно маленького размера (66, 87, 19 и 53 участника соответственно). Таким образом, новизна исследования заключается в расширении размера выборки и включении в анализ данных участников как в подостром, так и в хроническом постинсультном периоде.

Методика

Для отбора данных использовался метод ретроспективного анализа. Были изучены медицинские записи пациентов, проходивших курс реабилитации в ГБУЗ «Центр патологии речи и нейрореабилитации ДЗМ» (Москва, Россия) в период с января 2016 по октябрь 2018 года. В исследовании анализировались данные историй болезни 125 человек (70 мужчин и 55 женщин; средний возраст — 59 лет, $SD = 9.9$, диапазон 24–81 год), среднее время после инсульта — 18 месяцев ($SD = 24.95$, диапазон 0–140). Среди участников у 93 (74 %) наблюдался типичный генотип BDNF, а у 32 (26 %) — атипичный генотип (наличие хотя бы одной аллели Met).

Группа людей с афазией в раннем подостром периоде включала 18 мужчин и 18 женщин: средний возраст — 62 года ($SD = 9.23$, диапазон 38–81 год), средняя давность заболевания — 1.8 месяца ($SD = 0.93$; диапазон 0–3). Пациенты

в позднем подостром и хроническом периодах восстановления (52 мужчины и 37 женщин) имели средний возраст 57 лет ($SD=9.86$; диапазон 24–74), средняя давность заболевания — 25 месяцев ($SD=26.96$; диапазон 4–140). Распределение генотипов BDNF: в раннем подостром периоде типичный генотип выявлен у 28 пациентов (78 %), атипичный — у 8 (22 %); в позднем подостром и хроническом периодах — 65 (73 %) и 24 (27 %) соответственно.

Генетическое исследование проводилось при помощи метода твердофазного ИФА на анализаторе для иммуноферментных реакций АИФР-01 «Униплан». Биоматериалом для генетического исследования была цельная кровь, забранная из локтевой вены в пробирку с фактором свертывания. Проводилось центрифугирование 3000 об/мин 10 минут. Выделение геномной ДНК из крови производилось с использованием метода магнитных частиц на автоматизированной системе для экстракции нуклеиновых кислот Chemagen Prepito (ABBIS, Германия). Для типирования однонуклеотидных полиморфизмов производился анализ распознавания аллелей методом полимеразной цепной реакции ПЦР с использованием зондов TaqMan (Applied Biosystems). Амплификация полиморфных участков исследуемых генов проводилась на амплификаторе 7500 Real-Time PCR System (Applied Biosystems).

Для каждого участника на основании истории болезни была зафиксирована демографическая информация (пол, возраст на момент исследования, образование, ведущая рука), информация о заболевании (дата и тип инсульта, клинический диагноз, заключение МРТ при наличии, нейропсихологический статус). Также фиксировались результаты прохождения «Методики оценки речи при афазии» (МОРА; Цветкова и др., 1981).

Результаты

Мы проанализировали, является ли наличие полиморфизма BDNF предиктором тяжести афазии, на полной выборке испытуемых вне зависимости от давности заболевания. В ходе анализа была применена множественная линейная регрессия для оценки влияния таких факторов, как возраст, полиморфизм BDNF и уровень содержания белка в сыворотке крови, на тяжесть афазии (баллы МОРА при поступлении). Согласно данным робастной линейной регрессии с М-оценками Хубера, генотип BDNF не являлся значимым предиктором тяжести афазии ($\beta=-15.13$, $SE=16.88$, $t=-0.90$, $p=.37$). Мы также не обнаружили значимого эффекта наличия полиморфизма BDNF как в группе людей в позднем подостром и хроническом периодах ($\beta=-7.23$, $SE=20.75$, $t=-0.35$, $p=.73$), так и в раннем подостром периоде ($\beta=-35.35$, $SE=30.87$, $t=-1.15$, $p=.25$).

Согласно результатам модели с учетом взаимодействия между временем после инсульта и генотипом BDNF, значимое взаимодействие ($\beta=-37.10$, $z=-2.05$, $p=.041$) было выявлено у людей с афазией в раннем подостром периоде с мутацией Val66Met. Это указывает на то, что лица с атипичным генотипом BDNF демонстрировали худшие результаты и, следовательно, более высокую степень выраженности афазии (см. рис. 1А). В то же время аналогичная закономерность не была обнаружена в группе людей на более поздних этапах восстановления (см. рис. 1В).

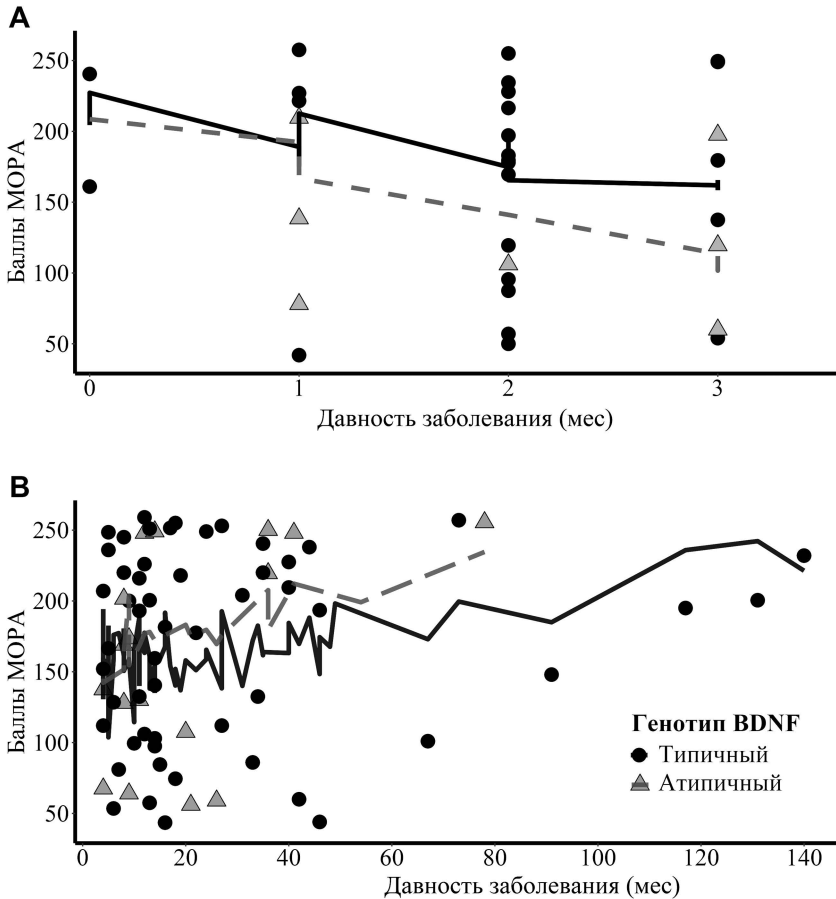


Рисунок 1. Взаимодействие между давностью заболевания и генотипом BDNF. Ось X представляет месяцы после инсульта, ось Y — баллы речевого тестирования по «Методике оценки речи при афазии» (МОРА; Цветкова и др., 1981). 1А: результаты в группе людей в раннем подостром периоде. 1В: результаты в группе людей в позднем подостром и хроническом периодах

Обсуждение и выводы

Роль генетических факторов в течении постинсультной афазии только начинает изучаться с различных сторон, что открывает новые перспективы для исследований в этой области. Согласно данным предыдущих исследований и результатам нашего, BDNF представляет собой потенциальный биомаркер, влияющий на степень выраженности афазии после инсульта, хотя механизмы этого влияния остаются не до конца изученными. Настоящее исследование сосредоточено на связи BDNF со степенью выраженности постинсультной афазии

и предлагает новые данные о различиях между острой и подострой/хронической стадиями афазии в контексте BDNF. Несмотря на то что собрана сравнительно большая выборка, в будущем необходимо еще большее ее расширение для получения более достоверных результатов. Тем не менее полученные на данном этапе работы результаты углубляют понимание потенциальных факторов, определяющих тяжесть афазии, что может улучшить прогнозирование тяжести афазии и восстановления.

Литература

- Цветкова Л. С., Ахутина Т. В., Пылаева Н. М. Методика оценки речи при афазии. М.: МГУ, 1981.
- de Boer R. G. A., Spielmann K., Heijenbrok-Kal M. H., van der Vliet R., Ribbers G. M., van de Sandt-Koenderman W. M. E. The role of the BDNF Val66Met polymorphism in recovery of aphasia after stroke // *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2017. Vol. 31. No. 9. P. 851–857. <https://doi.org/10.1177/1545968317723752>
- Di Pino G., Pellegrino G., Capone F., Assenza G., Florio L., Falato E., Lotti F., Di Lazzaro V. Val66Met BDNF polymorphism implies a different way to recover from stroke rather than a worse overall recoverability // *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2016. Vol. 30. No. 1. P. 3–8. <https://doi.org/10.1177/1545968315583721>
- Dresang H. C., Harvey D. Y., Xie S. X., Shah-Basak P. P., DeLoretta L., Wurzman R., Parchure S. Y., Sacchetti D., Faseyitan O., Lohoff F. W., Hamilton R. H. Genetic and neurophysiological biomarkers of neuroplasticity inform post-stroke language recovery // *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2022. Vol. 36. No. 6. P. 371–380. <https://doi.org/10.1177/15459683221096391>
- Freundlieb N., Philipp S., Schneider S. A., Brüggemann N., Klein C., Gerloff C., Hummel F. C. No association of the BDNF Val66met polymorphism with implicit associative vocabulary and motor learning // *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7. No. 11. P. e48327:1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048327>
- Fridriksson J., Elm J., Stark B. C., Basilakos A., Rorden C., Sen S., George M. S., Gottfried M., Bonilha L. BDNF genotype and tDCS interaction in aphasia treatment // *Brain Stimulation*. 2018. Vol. 11. No. 6. P. 1276–1281. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.08.009>
- Gajewski P. D., Hengstler J. G., Golka K., Falkenstein M., Beste C. The Met-allele of the BDNF Val66Met polymorphism enhances task switching in elderly // *Neurobiology of Aging*. 2011. Vol. 32. No. 12. P. 2327.e7–2327.e19. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.06.010>
- Kristinsson S., Yourganov G., Xiao F., Bonilha L., Stark B. C., Rorden C., Basilakos A., Fridriksson J. Brain-derived neurotrophic factor genotype – specific differences in cortical activation in chronic aphasia // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2019. Vol. 62. No. 11. P. 3923–3936. https://doi.org/10.1044/2019_jslhr-l-rsnp-19-0021
- Lee N. T., Ahmady F., Mohamad Hashim N., Yin K. N., Chin K. L. Brain-derived neurotrophic factor polymorphism and aphasia after stroke // *Behavioural Neurology*. 2021. Vol. 2021. P. 887012:1–7. <https://doi.org/10.1155/2021/8887012>

THE INFLUENCE OF THE BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR (BDNF) VAL66MET POLYMORPHISM ON LANGUAGE RECOVERY AFTER STROKE

O. V. Buivolova* (1), A. V. Razmyslovich (1), V. V. Valyaeva (2), E. I. Kerimova (2),
O. A. Soloukhina (1), R. A. Cheremin (2), O. V. Dragoy (1, 3)
obuivolova@hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation, Moscow;

3 – Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. Factors such as lesion size and location, age at stroke onset, and time post-onset play key roles in post-stroke aphasia rehabilitation. However, the role of genetics in this process is still under investigation. The BDNF gene polymorphism, which is responsible for neuroplasticity, may affect speech recovery, but research findings remain contradictory. The study aimed to determine whether the BDNF polymorphism is associated with aphasia severity and language recovery after stroke. We analyzed medical records of 125 people with post-stroke aphasia at early and late subacute stages, as well as chronic stages of recovery. BDNF genotyping was performed using blood samples, and aphasia severity was assessed using a clinical test. We did not find an association between the BDNF polymorphism and language assessment results. However, a relationship was found between the Val66Met polymorphism, the number of months post-stroke, and aphasia severity in the group of people in the early subacute post-stroke period. Thus, genetic markers may be useful for assessing the severity of post-stroke aphasia. Unlike some previous studies, this research did not confirm a link between the BDNF polymorphism and poorer language outcomes. Nevertheless, the influence of genetic factors on post-stroke aphasia remain poorly understood and require further research.

Keywords: brain-derived neurotrophic factor, post-stroke aphasia, neuroplasticity, stroke, rehabilitation

This work is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

СРАВНЕНИЕ УРОВНЯ ЗАПОМИНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ И АНАЛОГОВЫХ СПОСОБОВ ЭКСТЕРНАЛИЗАЦИИ ПАМЯТИ

С. А. Бушуева

sofikoshab@gmail.com

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Проведенное исследование посвящено изучению влияния экстернализации памяти при цифровых и аналоговых формах сохранения информации на эффективность запоминания. Основная цель работы заключалась в сравнительном анализе эффективности запоминания информации при использовании различных способов экстернализации (интернет, цифровые заметки и рукописный конспект). Эксперимент с участием 61 студента гуманитарных специальностей показал отсутствие статистически значимых различий в эффективности запоминания между тремя формами экстернализации и между ними и контрольной группой, полагававшейся только на собственную память. Полученные данные позволяют критически пересмотреть устоявшиеся представления о негативных когнитивных последствиях интернета и феномене цифровой амнезии. Вместе с тем, учитывая ограничения исследования, результаты следует рассматривать как предварительные. Они подчеркивают важность дальнейших исследований, направленных на изучение взаимодействия памяти и внешних средств хранения информации с учетом мотивационных и временных факторов запоминания.

Ключевые слова: экстернализация памяти, цифровая амнезия, Google-эффект, когнитивная разгрузка, память, цифровые носители, аналоговые носители

Введение

В цифровую эпоху наблюдается стремительный рост экстернализации памяти — переноса хранения информации во внешнюю среду. Интернет и цифровые устройства все чаще воспринимаются в роли «внешней памяти» (Kaspersky Lab, 2015). Согласно результатам социологического отчета лаборатории Касперского, 91,2 % пользователей воспринимают интернет как своеобразное внешнее хранилище, при этом 28,9 % признаются, что сразу забывают информацию после ее использования, если знают, что смогут найти ее снова. Одним из ключевых понятий, описывающих влияние цифровых технологий на память, является цифровая амнезия (так называемый Google-эффект), впервые зафиксированная в исследованиях Спарроу и коллег (Sparrow et al., 2011). Было установлено, что, если человек уверен, что информация будет сохранена и доступна на компьютере в будущем, он запоминает ее хуже. Вместо содержания запоминается скорее путь к информации, а не она сама. Результаты исследований в этой области часто интерпретируют как негативное влияние интернета на память.

Исследования последующих лет подтвердили наличие данного эффекта, выявив, однако, важное условие его проявления, а именно — значимость субъективной уверенности в надежности внешнего цифрового хранилища (Schooler, Storm, 2021). Тем не менее явление цифровой амнезии не кажется чем-то новым и проявляющимся исключительно в рамках цифровой среды.

Еще до повсеместного распространения интернета люди активно пользовались аналоговыми средствами экстернализации — блокнотами, дневниками, фотографиями — и схожие когнитивные последствия также фиксировались. Например, возможность делать записи приводит к снижению точности запоминания: участники, которым разрешили записывать расположение пар карт в игре на запоминание, вспомнили меньше деталей, особенно после того как у них неожиданно отобрали записи (Eskritt, Ma, 2014). Аналогичный эффект зафиксирован и в исследовании Хенкель (Henkel, 2014): посетители музея, фотографировавшие экспонаты, позже вспоминали их хуже, чем посетители, которые просто их рассматривали.

Таким образом, эффект снижения эффективности запоминания вследствие экстернализации информации — закономерное когнитивное явление, не ограниченное исключительно цифровыми технологиями. Он представляет собой универсальный механизм перераспределения когнитивных ресурсов, при котором человек предпочитает сохранять информацию во внешней среде, полагаясь на нее в будущем.

Цель настоящего исследования заключалась в сравнительном анализе эффективности запоминания информации при использовании различных способов экстернализации: интернета, цифровых заметок, рукописных конспектов. В работе проверяются две гипотезы. 1) Любая форма экстернализации будет приводить к снижению эффективности запоминания. Это предположение основано на эмпирических данных, свидетельствующих о том, что сам факт возможности сохранить информацию во внешней среде (независимо от ее цифровой или аналоговой природы) снижает эффективность запоминания. 2) Эффективность запоминания не зависит от способа экстернализации. Данная гипотеза вытекает из предположения, что сам по себе механизм экстернализации — как способ разгрузки рабочей памяти — работает независимо от носителя.

Методика

Выборку составили 61 студент бакалавриата гуманитарных направлений (37 женщин и 24 мужчины) в возрасте от 18 до 23 лет ($M = 21$, $SD = 0.98$). В выборку и анализ не были включены 3 респондента, которые оценили уровень знакомства с темой текста выше четырех баллов из пяти (по одному в каждом условии экстернализации). В исследовании приняли участие студенты различных специальностей: социологии, журналистики, филологии, менеджмента креативных проектов, политических наук и других. Выбор гуманитарных направлений обусловлен минимизацией предварительного знакомства с темой текста, использованного в качестве стимульного материала, что позволило объективнее оценить эффективность запоминания нового материала.

Процедура исследования состояла из нескольких этапов. Сначала участникам выдавался текст, представляющий собой краткое научно-популярное введение в квантовую физику, объемом 400 слов. Время на ознакомление с текстом ограничивалось *8 минутами* во всех условиях. Затем испытуемым давалась инструкция в зависимости от экспериментальной группы. Участники группы интернет-поиска были уверены, что при выполнении последующего теста им будет разрешено пользоваться интернетом для поиска ответов, хотя фактически этой возможности позже не предоставлялось. Аналогично испытуемые групп цифрового и рукописного конспектирования создавали записи по тексту, рассчитывая использовать их при тестировании, однако перед тестированием возможность обращения к конспектам была исключена. Контрольная группа с самого начала полагалась исключительно на собственную память.

Затем в течение 2-3 минут участники заполняли короткую анкету, включающую демографические данные, оценку привычности используемого способа экстернализации (для условий конспектирования), предварительный уровень знакомства с темой текста и степень уверенности в возможности использовать внешние ресурсы. Эти данные были собраны для дополнительного контроля возможных побочных переменных. Для оценки запоминания материала применялся тест, прошедший предварительную апробацию в пилотаже эксперимента и состоявший из 19 вопросов трех типов: открытые вопросы на заполнение пропущенных слов, вопросы с выбором одного варианта ответа и вопросы с множественным выбором. Правильные ответы оценивались от 0 до 1 балла, при этом за частично верные ответы начислялось 0.5 балла.

Результаты

Для статистического анализа использовалось приложение Jamovi (2.13.19.0) с дополнительно установленным пакетом Bayesian. Количество и распределение участников по полу и возрасту, а также средние значения по тесту в каждой группе представлены в табл. 1.

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) не выявил статистически значимых различий в эффективности запоминания информации между группами с различными способами экстернализации (интернет-поиск, цифровой конспект, рукописный конспект) и контрольной группой ($F(3, 57) = 2.381, p = .079, \eta_p^2 = .111$).

Поскольку выдвинутая гипотеза также направлена на подтверждение отсутствия различий между тремя условиями экстернализации информации, был проведен байесовский однофакторный ANOVA только между этими тремя группами. Для расчета использовался Байесовский фактор BF₀₁ с BIC-приближением, показывающий, насколько данные поддерживают нулевую гипотезу (об отсутствии различий) в сравнении с альтернативной.

- H_0 : средний уровень запоминания во всех условиях экстернализации не различается;
- H_1 : средний уровень запоминания хотя бы одной группы из трех отличается от других.

Таблица 1. Описательная статистика демографических характеристик и результатов теста в группах

	<i>N</i>	Пол		Возраст				Результаты теста				
		Жен	Муж	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Интернет-поиск	15	9	6	21.1	0.8	20	23	9.9	10	2.8	4	14.5
Цифровой конспект	15	9	6	21	1.1	18	22	9.8	10	3.2	5	15.5
Ручной конспект	15	9	6	21	0.8	19	22	10.9	10	3.4	3.5	15.5
Память	16	10	6	21	1.2	19	23	12.4	13	2.9	6.5	17

Примечание: *N* – количество испытуемых; *M* – средний балл по тесту; *Mdn* – медиана; *SD* – стандартное отклонение

Проведенный анализ показал сильную поддержку нулевой гипотезы по шкале Джеффриса ($BF_{01} = 25.15$). Это значит, что в 25 раз более вероятно, что значимых различий между группами экстернализации нет.

Дополнительно был вычислен байесовский фактор для всех четырех групп, в котором:

- H_0 : средний уровень запоминания во всех четырех условиях не различаются;
- H_1 : средний уровень запоминания хотя бы одной группы из четырех отличается.

Проведенный анализ показал умеренно сильную поддержку нулевой гипотезы ($BF_{01} = 12.9$). Это значит, что примерно в 13 раз более вероятно, что между всеми группами нет значимых различий.

Корреляционный анализ дополнительных переменных, собранных посредством анкеты, позволил выявить, что уровень предварительного знакомства участников с тематикой текста значимо положительно коррелирует с результатами теста ($r = .505, p < .001$). Однако не было обнаружено значимых корреляций между привычностью ведения конспекта указанным способом и эффективностью запоминания ($r = .189, p = .327$), а также между уровнем уверенности в доступности внешних носителей и полученными результатами теста запоминания ($r = -.077, p = .619$).

Обсуждение результатов и выводы

Результаты настоящего исследования не выявили статистически значимых различий в эффективности запоминания между участниками, использовавшими различные формы экстернализации информации, и теми, кто полагался исключительно на собственную память. Также не было обнаружено различий между цифровыми и аналоговыми способами внешнего хранения. Хотя эти данные потенциально указывают на ограниченность негативных эффектов экс-

тернализации, они должны интерпретироваться с осторожностью в силу ряда методологических ограничений. Обнаруженное отсутствие эффекта может быть связано с рядом факторов: низкой значимостью материала для участников, ограниченным временем на обработку информации, спецификой используемого текста, проведением тестирования спустя небольшой промежуток времени и недостаточной статистической мощностью критерия при используемом объеме выборки. Эти условия могли не дать возможности в полной мере реализовать стратегии опоры на внешние источники, что ограничило проявление разгрузки памяти. Дополнительным интересным результатом стало то, что, вопреки ряду предыдущих исследований и распространенным представлениям, ни одна из форм ведения конспекта не улучшила результаты по сравнению с контрольной группой.

Проведенное исследование показывает, что использование внешних источников хранения информации не обязательно негативно сказывается на памяти. В будущих исследованиях рекомендуется учесть мотивационные аспекты, тип материала, добавить baseline (предварительное тестирование памяти) для обоснования эквивалентности групп и ввести отсроченное тестирование, чтобы точнее оценить влияние различных форм экстернализации на долговременное запоминание.

Литература

Eskritt M., Ma S. Intentional forgetting: Note-taking as a naturalistic example // *Memory & Cognition*. 2014. Vol. 42. No. 2. P. 237–246. doi.org/10.3758/s13421-013-0362-1

Henkel L.A. Point-and-shoot memories: The influence of taking photos on memory for a museum tour // *Psychological Science*. 2014. Vol. 25. No. 2. P. 396–402. doi.org/10.1177/0956797613504438

Schooler J.N., Storm B.C. Saved information is remembered less well than deleted information, if the saving process is perceived as reliable // *Memory*. 2021. Vol. 29. No. 9. P. 1101–1110. doi.org/10.1080/09658211.2021.1962356

Sparrow B., Liu J., Wegner D.M. Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips // *Science*. 2011. Vol. 333. No. 6043. P. 776–778. <https://doi.org/10.1126/science.1207745>

The rise, and impact of digital amnesia: Why we need to protect what we no longer remember. Kaspersky Lab, 2015. URL: <https://media.kasperskycontenthub.com/wp-content/uploads/sites/100/2017/03/10084613/Digital-Amnesia-Report.pdf>.

A COMPARATIVE STUDY OF INFORMATION RETENTION ACROSS DIGITAL AND ANALOG METHODS OF MEMORY EXTERNALIZATION

S. A. Bushueva
sofikoshab@gmail.com
 RANEPa, Moscow

Abstract. The present study explores the impact of memory externalization through digital and analog forms of information storage on recall effectiveness. The primary objective was to conduct a comparative analysis of memory performance when employing different

externalization strategies: internet search, digital note-taking, and handwritten notes. An experiment involving 61 undergraduate students from humanities disciplines revealed no statistically significant differences in recall performance between the three externalization conditions and a control group that relied solely on internal memory. The findings invite a critical reconsideration of prevailing assumptions about the detrimental cognitive effects of internet use and digital amnesia. However, given the study's limitations, these results should be viewed as preliminary. They emphasize the importance of further research about the relationship between memory and external storage tools, particularly in light of motivational and temporal factors influencing retention.

Keywords: memory externalization, digital amnesia, Google effect, cognitive offloading, memory, digital media, analog media

АУТИСТИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К КОНТЕКСТУ ПРИ ВОСПРИЯТИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Е. Л. Гаврилова* (1), К. И. Новоселова (1), А. В. Мячиков (1, 2), Ю. Ю. Штыров (1, 3)
elgavrilova@hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Университет Макао, Макао;

3 — Орхусский университет, Орхус

Аннотация. Способность к восприятию биологического движения (БД) и извлечению из него значимой информации является одной из предпосылок формирования социальных навыков. Расстройства аутистического спектра (РАС), как и аутистические черты в общей популяции, связаны с нарушениями социального функционирования; однако связи между данными нарушениями и восприятием БД остаются малоизученными. Данное исследование посвящено изучению восприятия БД в социальном и несоциальном контекстах у взрослых с разным уровнем аутистических черт. Две группы испытуемых с высоким (ВАЧ, $n = 20$) и низким (НАЧ, $n = 21$) уровнем аутистических черт выполняли задание на распознавание парных взаимодействий и одиночных действий, представленных точечными световыми дисплеями (ТСД). Результаты не выявили различий в точности распознавания БД между группами и условиями. Однако анализ времени реакции показал контекстно-зависимые эффекты: группа НАЧ продемонстрировала контекстное преимущество, проявляющееся в тенденции к более быстрому распознаванию коммуникативных взаимодействий ($p = .057$), тогда как группа ВАЧ показала более медленную реакцию на социальные стимулы ($p = .029$). В условиях несоциального контекста (одиночные действия) межгрупповых различий не наблюдалось ($p = .29$). Полученные данные свидетельствуют о специфических трудностях обработки социального контекста при высокой выраженности аутистических черт, подтверждая гипотезу о социальных нарушениях, связанных с субклиническими проявлениями аутистических черт. Перспективным представляется углубленное изучение механизмов социального восприятия и его связи с восприятием движений при субклинических формах аутизма.

Ключевые слова: биологическое движение, социальное познание, визуальное восприятие, аутистические черты, психология восприятия

Исследование поддержано грантом РНФ № 25-28-01503.

Введение

Способность воспринимать биологическое движение (БД) — движение, производимое живыми организмами и характеризующееся целенаправленностью и согласованностью перемещения конечностей, — представляет собой ключевую предпосылку формирования социальных навыков, поскольку по-

зволяет распознавать намерения и прогнозировать поведение других людей в процессе взаимодействия. Исследования с применением точечных световых дисплеев (ТСД), на которых движущийся объект представлен в виде совокупности точек на контрастном фоне, демонстрируют, что движение само по себе служит значимым источником социальной информации (Hiris et al., 2022). Кроме того, восприятие БД подвержено влиянию предшествующего социального опыта (Parkinson et al., 2017). В норме восприятие БД носит автоматизированный характер, а предрасположенность к нему отмечается уже в младенческом возрасте (Sifre et al., 2018). В то время как интеллектуальные нарушения могут не оказывать негативного влияния на восприятие БД, социальные нарушения, напротив, усложняют его восприятие.

Одним из состояний, характеризующихся выраженными социальными нарушениями, наряду с поведенческими и сенсорными особенностями, является группа расстройств аутистического спектра (РАС). К ключевым социальным трудностям при РАС относят нарушения вербальной и невербальной коммуникации, соблюдения социальных норм, а также распознавания эмоций и намерений окружающих. Современные исследования рассматривают аутизм в контексте модели «градиента тяжести», согласно которой клинически диагностированное РАС представляет собой крайнее проявление аутистических черт (Ring et al., 2008). Эти черты в различной степени выраженности могут присутствовать и у недиагностированных индивидуумов, обуславливая определенные социальные трудности.

Исследования в парадигме БД демонстрируют, что дети с РАС проявляют меньшую склонность к ориентации на биологическое движение, а у взрослых с РАС наблюдаются сложности интерпретации социального контекста на основе движения (обзор и метаанализ: Federici et al., 2020). Следует отметить, что существующие работы преимущественно сосредоточены на изучении обработки эмоциональной информации (Jacob, Alexander, 2023; Hubert et al., 2007), тогда как восприятие социального взаимодействия через движение при различной выраженности аутистических черт остается недостаточно исследованным. Основная цель настоящего исследования заключается в изучении особенностей восприятия коммуникативных и индивидуальных действий взрослыми с высоким и низким уровнями аутистических черт.

Методика

В исследовании приняли участие 41 человек, которые были разделены на две группы по результатам опросника «Шкала аутистического спектра» (AQ; Baron-Cohen et al., 2001): группу с высоким уровнем аутистических черт (ВАЧ, $n = 20$, $AQ \geq 32$) и группу с низким уровнем аутистических черт (НАЧ, $n = 21$, $AQ \leq 26$). Группы были сопоставимы по гендерному составу, возрасту и уровню интеллекта (IQ), оцененному с помощью прогрессивных матриц Равена (подробные данные представлены в табл. 1).

Стимулы были заимствованы из открытой базы данных захвата движения PLAViMoP (Bidet-Ildei et al., 2022) и обработаны в программах PLAViMoP Software (Decatoire et al., 2018) и OBS Studio. В качестве экспериментальных

Таблица 1. Демографические и когнитивные характеристики участников исследования

Показатель	ВАЧ ($n = 20$)	НАЧ ($n = 21$)
Пол	15 женщин, 5 мужчин	12 женщин, 9 мужчин
Возраст	24.5 (6.35)	23.4 (3.89)
IQ	121.90 (7.59)	121.61 (7.96)
AQ	37.65 (3.57)	18.86 (3.58)

Примечание: n — количество участников; в строках «Возраст», IQ, AQ указаны средние значения по группе и стандартное отклонение в круглых скобках

стимулов использовались три ТСД, демонстрирующих коммуникативные взаимодействия, и три ТСД, изображающих одиночные действия. Стимулы предъявлялись блоками по типу стимулов (действия или взаимодействия), каждый блок состоял из 15 проб, в которых стимулы предъявлялись в случайном порядке. Участникам нужно было как можно быстрее нажать кнопку, соответствующую определенному стимулу, после его распознавания. Фиксировались правильность ответа и скорость реакции.

Результаты

Для оценки различий в точности распознавания между группами и экспериментальными условиями была применена обобщенная линейная смешанная модель с биномиальным распределением. Модель включала фиксированные эффекты групповой принадлежности и типа задачи, а также их взаимодействие с учетом случайных эффектов на уровне отдельных участников. Статистический анализ не выявил значимого влияния ни группового фактора ($\beta = -0.24$, $z = -0.3$, $p = .76$), ни типа задачи ($\beta = -0.7$, $z = -0.99$, $p = .32$), ни их взаимодействия ($\beta = 0.48$, $z = 0.49$, $p = .63$).

Перед оценкой различий во времени реакции были исключены значения, соответствующие неправильным ответам, и выбросы, а также было проведено z -нормирование показателей скорости реакции для каждого задания с целью нивелирования потенциального влияния специфических характеристик стимулов.

Линейная смешанная модель с аналогичной структурой фиксированных и случайных эффектов показала следующую картину: при распознавании одиночных действий значимых различий между группами не наблюдалось ($\beta = -0.22$, $t = -1.06$, $p = .29$), однако в группе ВАЧ был зафиксирован значимый эффект типа задачи ($\beta = 0.13$, $t = 1.98$, $p = .047$); также было обнаружено статистически значимое взаимодействие факторов группы и типа задачи ($\beta = -0.25$, $t = -2.75$, $p = .006$). Последующий анализ простых эффектов показал, что участники группы ВАЧ демонстрировали достоверно более медленное распознавание коммуникативных действий по сравнению с группой НАЧ ($\beta = 0.48$, $t = 2.25$, $p = .029$). Более того, в группе НАЧ прослеживалась тенденция к более быстрому распознаванию коммуникативных действий относительно одиночных ($\beta = 0.12$, $t = 1.9$, $p = .057$). Результаты представлены на рис. 1.

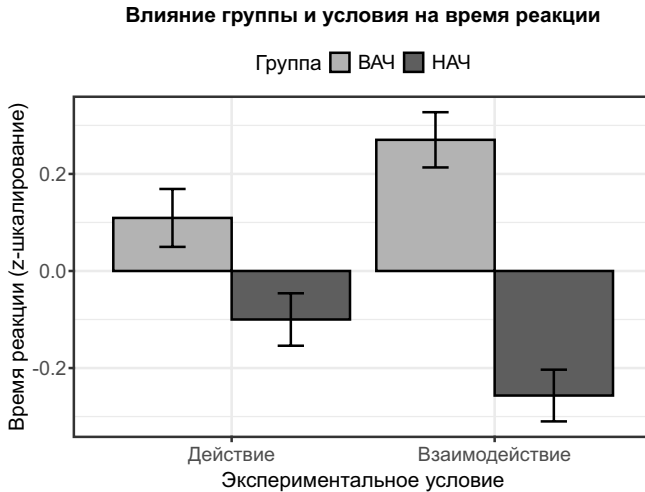


Рисунок 1. Время реакции для групп ВАЧ и НАЧ по экспериментальным условиям

Обсуждение и выводы

Полученные результаты свидетельствуют о способности участников с выраженными аутистическими чертами к точному распознаванию как одиночных, так и коммуникативных действий, представленных в виде ТСД. Однако анализ скорости реакции выявил принципиальные различия между группами в обработке информации о движении, подтверждая гипотезу о наличии социальных трудностей у лиц с высоким уровнем аутистических черт, не имеющих клинического диагноза.

В результате исследования было выявлено контекстное преимущество в группе с низким уровнем аутистических черт, что согласуется с результатами предыдущих исследований (Manera et al., 2011), в то время как участники с выраженными аутистическими чертами не только не демонстрировали подобного эффекта (von der Lühe et al., 2016), но и испытывали заметные трудности при интерпретации социального контекста. Эти трудности вряд ли могут быть объяснены особенностями зрительного восприятия, поскольку в условиях несоциального контекста группы не показали значимых различий в скорости обработки информации. Наиболее вероятно, что участники с низким уровнем аутистических черт смогли интегрировать реальный социальный опыт при распознавании коммуникативных жестов, в то время как участники с выраженными аутистическими чертами, вероятно, либо не обладают подобным социальным опытом, либо испытывают сложности с его генерализацией. Примечательно, что эти особенности не отразились на точности выполнения задания, что может быть связано как с высокой структурированностью экспериментальной парадигмы, так и с возможной компенсаторной «выжидательной» стратегией в группе с высоким уровнем аутистических черт.

Остается открытым вопрос о конкретных механизмах восприятия биологического движения в различных контекстах у лиц с выраженными аутистическими чертами. Тем не менее изучение факторов, влияющих на восприятие социальных движений, представляется крайне важным для разработки персонализированных программ психологической поддержки и когнитивных тренингов. Как показывают современные исследования (Jacob, Alexander, 2023; Nackaerts et al., 2012), ключевую роль могут играть как особенности моторного функционирования, так и специфика распределения зрительного внимания. В перспективе планируется расширить исследование за счет оценки двигательных навыков участников и регистрации движений глаз для более детального анализа зрительного поведения.

Литература

- Bidet-Ildei C., Francisco V., Decatoire A., Pylouster J., Blandin Y.* PLAViMoP database: A new continuously assessed and collaborative 3D point-light display dataset // *Behavior Research Methods*. 2022. Vol. 55. No. 2. P. 694 – 715. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01850-3>
- Decatoire A., Beauprez S.-A., Pylouster J., Lacouture P., Blandin Y., Bidet-Ildei C.* PLAViMoP: How to standardize and simplify the use of point-light displays // *Behavior Research Methods*. 2018. Vol. 51. No. 6. P. 2573 – 2596. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1112-x>
- Federici A., Parma V., Vicovaro M., Radassao L., Casartelli L., Ronconi L.* Anomalous perception of biological motion in autism: A conceptual review and meta-analysis // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 1 – 19. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61252-3>
- Hiris E., Conway S., McLoughlin W., Yang G.* Individual observer differences in the use of form and motion to perceive the actor's sex in biological motion displays // *Perceptual and Motor Skills*. 2022. Vol. 129. No. 1. P. 5 – 32. <https://doi.org/10.1177/00315125211052923>
- Hubert B., Wicker B., Moore D. G., Monfardini E., Duverger H., Fonséca D. D., Deruelle C.* Brief report: Recognition of emotional and non-emotional biological motion in individuals with autistic spectrum disorders // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2007. Vol. 37. No. 7. P. 1386 – 1392. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0275-y>
- Jacob P., Alexander G.* Impaired biological motion processing and motor skills in adults with autistic traits // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2023. Vol. 53. No. 8. P. 2998 – 3011. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05572-5>
- von der Lühe T., Manera V., Barisic I., Becchio C., Vogeley K., Schilbach L.* Interpersonal predictive coding, not action perception, is impaired in autism // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016. Vol. 371. No. 1693. P. 20150373:1 – 8. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0373>
- Manera V., Becchio C., Schouten B., Bara B. G., Verfaillie K.* Communicative interactions improve visual detection of biological motion // *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6. No. 1. P. e14594:1 – 6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014594>
- Nackaerts E., Wagemans J., Helsen W., Swinnen S. P., Wenderoth N., Alaerts K.* Recognizing biological motion and emotions from point-light displays in autism spectrum disorders // *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7. No. 9. P. e44473:1 – 12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044473>
- Parkinson C., Walker T. T., Memmi S., Wheatley T.* Emotions are understood from biological motion across remote cultures // *Emotion*. 2017. Vol. 17. No. 3. P. 459 – 477. <https://doi.org/10.1037/emo0000194>
- Ring H., Woodbury-Smith M., Watson P., Wheelwright S., Baron-Cohen S.* Clinical heterogeneity among people with high functioning autism spectrum conditions: Evidence favouring a continuous severity gradient // *Behavioral and Brain Functions*. 2008. Vol. 4. No. 11. P. 1 – 6. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-4-11>

Sifre R., Olson L., Gillespie S., Klin A., Jones W., Shultz S. A longitudinal investigation of preferential attention to biological motion in 2- to 24-month-old infants // Scientific Reports. 2018. Vol. 8. No. 2527. P. 1 – 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20808-0>

AUTISTIC TRAITS AND CONTEXTUAL SENSITIVITY IN BIOLOGICAL MOTION PERCEPTION

E. L. Gavrilova* (1), K. I. Novoselova (1), A. V. Myachikov (1, 2), Y. Y. Shtyrov (1, 3)
elgavrilova@hse.ru

1 – HSE, Moscow;

2 – University of Macau, Macau;

3 – Aarhus University, Aarhus

Abstract. The ability to perceive biological motion (BM) and extract meaningful information from it represents a crucial prerequisite for developing social skills. Both autism spectrum disorders (ASD) and autistic traits in the general population are associated with social functioning impairments. This study examines BM perception in social and non-social contexts among adults with varying levels of autistic traits. Forty-one participants were divided into high (HAT, $n=20$) and low (LAT, $n=21$) autistic traits groups. Participants completed a task requiring recognition of communicative and individual actions presented as point-light displays (PLDs). While no between-group differences in recognition accuracy were found, reaction time analysis revealed context-dependent effects: the LAT group showed contextual facilitation, demonstrating a trend toward faster recognition of communicative actions ($p=.057$), whereas the HAT group exhibited slower responses to social stimuli ($p=.029$). No group differences emerged in the non-social context ($p=.29$). These findings indicate specific difficulties in social context processing associated with elevated autistic traits, supporting the hypothesis of social impairments linked to subclinical autistic manifestations. Future research should focus on elucidating the mechanisms of social perception in subclinical forms of autism.

Keywords: biological motion, social cognition, visual perception, autistic traits, perceptual psychology

This research is supported by RSF grant № 25-28-01503.

ВЛИЯНИЕ ТИПА ТЕКСТА НА ОЦЕНКУ НЕФОРМАЛЬНЫХ АРГУМЕНТОВ

Ю. Р. Гайворонская*, В. В. Ардисламов

gayvorpnskay@gmail.com

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Современные исследования показывают, что оценка обоснованности неформальных аргументов подвержена влиянию как устойчивых убеждений индивида, так и внешнего контекста рассуждения, в том числе содержания прочитанного перед этим текста. Настоящее исследование было направлено на выявление влияния типа односторонне аргументированного текста — научного или личного — на предвзятость при оценке аргументов, а также на проверку устойчивости этого эффекта во времени. В исследовании приняли участие 108 студентов факультета психологии. Участники оценивали 20 аргументов «за» и «против» спорного утверждения до и после прочтения текста, противоречащего их исходной позиции. В зависимости от группы варьировались тип предъявляемого текста и наличие временной задержки между воздействием и повторной оценкой. Для количественной оценки эффекта использовался параметр критерия принятия решения С теории обнаружения сигнала. Результаты показали, что оба типа текста вызывают смещение критерия принятия решения для аргументов против исходной позиции, то есть в сторону позиции в прочитанном тексте, при этом научный текст оказывает более выраженное влияние. Критерий принятия решения для высказываний в пользу исходной позиции не менялся. Эффект сохранялся при оценке аргументов через неделю, что свидетельствует о его устойчивости.

Ключевые слова: оценка неформальных аргументов, изменение убеждений, аргументация, устойчивость убеждений, ментальные модели

Данное исследование подготовлено в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

Исследования показывают, что оценка обоснованности неформальных аргументов подвержена влиянию как устойчивых убеждений индивида, так и внешних факторов, таких как контекст рассуждения (Wolfe, Kurby, 2017; Wolfe, Britt, 2008). Аргументы, поддерживающие убеждения испытуемого, оцениваются как более обоснованные (Wolfe, Kurby, 2017). Одним из контекстуальных факторов выступает чтение аргументированного текста перед оценкой. Ряд работ показал, что предварительное чтение аргументированного текста может смещать оценку последующих аргументов в сторону позиции, представленной в этом тексте (Wolfe, Williams, 2017; Hart et al., 2024): участники чаще оценивали как обоснованные аргументы, согласующиеся с мнением прочитан-

ного текста, даже если текст противоречил их исходной позиции. Ранее исследовалось влияние чтения односторонне аргументированного научного текста, причем замер оценки обоснованности происходил сразу же после чтения. Настоящее исследование направлено на изучение различий между эффектом, производимым чтением научного и личного повествовательного текстов, а также проверку устойчивости эффектов во времени. Мы выдвигаем три *основные гипотезы*:

1. Чтение односторонне аргументированного личного текста приводит к смещению предвзятости оценки неформальных аргументов в сторону этого текста.
2. Чтение научного текста вызывает большее смещение предвзятости в сторону этого текста, чем смещение, вызванное чтением личного текста.
3. Смещение предвзятости в сторону прочитанных научного и личного текстов устойчиво.

Предполагается, что при оценке обоснованности люди используют схему аргументации, в которой есть мысленные слоты для утверждения и причин его подтверждения (Wolfe, Kurby, 2017). В таком случае можно предположить, что такие характеристики личного аргументированного текста, как его доступность для понимания и запоминания (Mar et al., 2021; Sadoski et al., 2000; Wolfe, Woodwyk, 2010), будут существенно влиять на дальнейшую оценку аргументов из-за простоты включения информации в ментальную репрезентацию. Эти же факторы предположительно будут способствовать устойчивости влияния личного текста, так как лучшее понимание и запоминание повышают вероятность включения содержания контекста в репрезентацию аргумента при оценке даже спустя некоторое время. При этом изменения позиции при чтении более вероятны, когда в тексте представлены причинно-следственные объяснения позиции (Slusher, Anderson, 1996) и объяснения кажутся испытуемым правдоподобными (Lombardi et al., 2016). Научный текст соответствует этим критериям, и ранее была показана эффективность его влияния на оценку (Wolfe, Williams, 2017), поэтому мы ожидаем более выраженный эффект от его чтения. Также предполагается, что чтение научного текста вызывает значимое концептуальное изменение в ментальной модели читателя по теме, а не только в ментальной репрезентации аргумента. Происходит ревизия убеждений, что приводит к трансформации и формированию гибридной модели (Chi, 2000; Vosniadou, Brewer, 1992). Мы предполагаем увидеть устойчивость влияния научного текста на предвзятость рассуждения, так как полученная информация будет восприниматься читателем как достаточно значимая и, как следствие, будет сформирована гибридная модель, состоящая из предыдущих и новых представлений.

Методика

Все материалы исследования были построены на основе тезиса «Шлепные — эффективная форма дисциплинарного воздействия». На первом этапе испытуемые оценивали степень согласия с тезисом по шкале от 1 до 9. Для даль-

нейшего изучения мы отбирали только согласных (оценка 7–9) и несогласных (оценка 1–3) с тезисом. В результате мы отобрали 108 студентов факультета психологии РАНХиГС (7 мужчин, 101 женщина; средний возраст — 20.5 лет). Затем все участники оценивали по обоснованности 20 аргументов к исходному тезису: обоснованные «за» и «против» и необоснованные «за» и «против». Далее респонденты были распределены на четыре группы: (1) чтение научного текста и оценка без задержки, (2) чтение научного текста и оценка с задержкой; (3) чтение личного текста и оценка без задержки, (4) чтение личного текста и оценка с задержкой. Затем участники читали текст, противоречащий их изначальной позиции, и повторно оценивали аргументы — сразу или через неделю. Список аргументов к тезису и научные тексты были запрошены у авторов предшествующих работ (Wolfe, Williams, 2017) и переведены нами на русский язык; личные тексты мы написали самостоятельно, уравнивая их по количеству слов между собой и количеству аргументов относительно научных текстов. Влияние контекста оценивалось по параметру теории обнаружения сигнала, критерию принятия решений C , по формуле: $C = -(Z(H) + Z(FA))/2$ (Stanislaw, Todorov, 1999), где H — вероятность верного попадания, FA — вероятность ложной тревоги, соответственно $Z(H)$ — стандартизированная оценка от вероятности верного попадания и $Z(FA)$ — стандартизированная оценка от вероятности ложной тревоги.

Результаты

Научный текст. Результаты представлены на рис. 1. Сравнение критериев принятия решения об обоснованности для аргументов за и против изначальной позиции осуществлялось с помощью теста Стьюдента для связанных выборок. Изначально C для аргументов «за» значимо ниже ($t = 3.210, p = .002$). После чтения текста C для аргументов «против» становится значимо ниже, чем для аргументов «за» ($t = 3.373, p = .008$). При этом C для аргументов, поддерживающих изначальную позицию, до и после чтения текста не показывает значимых различий ($t = -1.193, p = .238$). C для аргументов против изначальной позиции ниже в замере после чтения текста, чем в замере до чтения текста ($t = 5.409, p = .001$).

Далее мы провели дисперсионный анализ с повторными измерениями, сделав поправку на множественные сравнения, чтобы сравнить группы с временной задержкой и без нее, но поскольку мы изначально проверяем возможность принять нулевую гипотезу об отсутствии различий между этими моделями, то мы используем байесовский дисперсионный анализ. При сравнении моделей мы получили коэффициент $BF_{10} = 0.154$, который меньше 1, что позволяет сделать умеренный вывод в пользу нулевой гипотезы. Для сравнения классический дисперсионный анализ также показал, что мы не можем принять гипотезу о наличии различий ($F = 0.139, p = .711$).

Личный текст. Результаты представлены на рис. 2. В группе читающих личный текст ожидаемо до чтения мы также видим, что C для аргументов «за» изначальную позицию значимо ниже, чем для аргументов «против» ($t = 3.285, p = .002$). После чтения текста между показателем C для аргументов «за» и «против» значимых различий нет ($t = 3.217, p = .230$). Критерий C для аргументов «за» до чтения

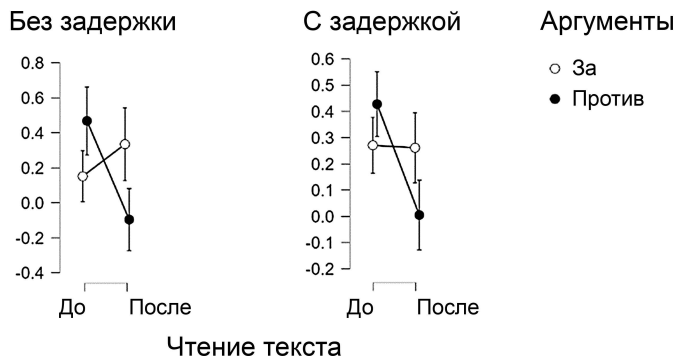


Рисунок 1. Изменение критериев принятия решения С в группах с временной задержкой и без нее для научного текста

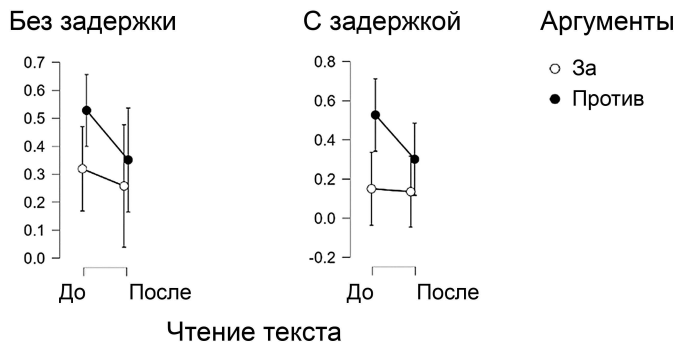


Рисунок 2. Изменение критериев принятия решения С в группах с временной задержкой и без нее для личного текста

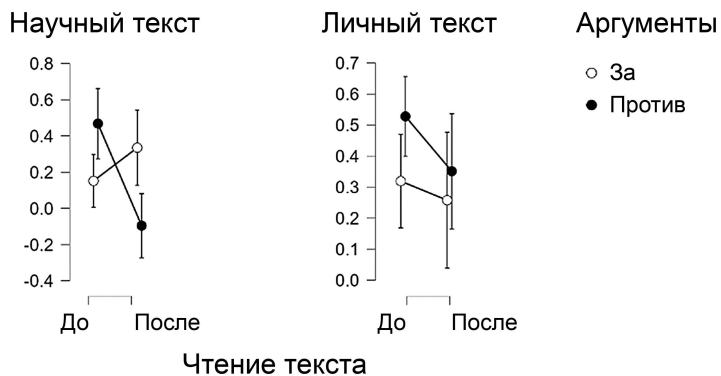


Рисунок 3. Изменение критериев принятия решения С в группах читающих научный и личный текст

текста и после также значимо не различается ($t = 0.608$, $p = .546$). А критерий S для аргументов «против» значимо снижается после чтения текста ($t = 4.246$, $p = .001$).

Далее мы также провели классический и байесовский дисперсионный анализ с повторными измерениями, сделав поправку на множественные сравнения, чтобы сравнить группы с временной задержкой и без нее. При сравнении моделей мы получили коэффициент $BF_{10} = 0.336$, который меньше 1, что позволяет сделать умеренный вывод в пользу нулевой гипотезы. Для сравнения классический дисперсионный анализ также показал, что мы не можем принять гипотезу о наличии различий ($F = 1.302$, $p = .260$).

Сравнение влияния личного и научного текстов. Результаты представлены на рис. 3. Далее мы сравнили эффекты влияния научного и личного текстов на критерий S с помощью классического дисперсионного анализа с повторными измерениями, сделав поправку на множественные сравнения, и обнаружили, что различие между моделями не значимо ($F = 3.766$, $p = .058$). Значимый эффект взаимодействия обнаруживается в сравнении критерия S для аргументов против изначальной позиции: в группе читающих научный текст в замере после чтения S уменьшается больше, чем в группе читающих личный текст ($t = -3.374$, $p = .025$). Байесовский анализ показывает слабые доказательства в пользу различий между моделями ($BF_{10} = 1.301$).

Обсуждение и выводы

Полученные результаты подтверждают, что контекст рассуждения, задаваемый типом прочитанного текста, оказывает значимое влияние на предвзятость оценки неформальных аргументов. Как научные, так и личные тексты приводили к смещению критерия принятия решений S в сторону прочитанной позиции. При этом научный текст вызывал более выраженное смещение. Смещение было связано именно с изменением оценки аргументов, противоречащих изначальной позиции: оценка аргументов, поддерживающих изначальную позицию, после чтения текстов не менялась. Эффект сохранялся спустя неделю после чтения текста, независимо от его типа, что может быть свидетельством в пользу гипотезы возникновения гибридной ментальной модели за счет чтения убедительного аргументированного текста. Однако мы не можем сделать однозначный вывод о механизме, обеспечивающем устойчивость эффекта. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы установить, происходит закрепление эффекта за счет включения контекстуальной информации в репрезентацию аргумента и упрощенного доступа к ней при последующей оценке или за счет трансформации всей ментальной модели читателя по теме предъявленного текста.

Литература

Chi M. T. H. Cognitive understanding levels // Encyclopedia of psychology, Vol. 2 / A. E. Kazdin (Ed.). Oxford: Oxford University Press, 2000. P. 172–175. <https://doi.org/10.1037/10517-064>

Hart L. W., Wolfe M. B., Williams T. J., Russell G. M. Beliefs influence argumentative essay writing // Instructional Science. 2024. Vol. 53. No. 2. P. 151–172. <https://doi.org/10.1007/s11251-024-09663-x>

Lombardi D., Nussbaum E. M., Sinatra G. M. Plausibility judgments in conceptual change and epistemic cognition // *Educational Psychologist*. 2016. Vol. 51. No. 1. P. 35 – 56. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1113134>

Mar R. A., Li J., Nguyen A. T. P., Ta C. P. Memory and comprehension of narrative versus expository texts: A meta-analysis // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2021. Vol. 28. No. 3. P. 732 – 749. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01853-1>

Sadoski M., Goetz E. T., Rodriguez M. Engaging texts: Effects of concreteness on comprehensibility, interest, and recall in four text types // *Journal of Educational Psychology*. 2000. Vol. 92. No. 1. P. 85 – 95. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.85>

Slusher M. P., Anderson C. A. Using causal persuasive arguments to change beliefs and teach new information: The mediating role of explanation availability and evaluation bias in the acceptance of knowledge // *Journal of Educational Psychology*. 1996. Vol. 88. No. 1. P. 110 – 122. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.1.110>

Stanislaw H., Todorov N. Calculation of signal detection theory measures // *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 1999. Vol. 31. No. 1. P. 137 – 149. <https://doi.org/10.3758/bf03207704>

Vosniadou S., Brewer W. F. Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood // *Cognitive Psychology*. 1992. Vol. 24. No. 4. P. 535 – 585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-w](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-w)

Wolfe C. R., Britt M. A. The locus of the myside bias in written argumentation // *Thinking & Reasoning*. 2008. Vol. 14. No. 1. P. 1 – 27. <https://doi.org/10.1080/13546780701527674>

Wolfe M. B., Kurby C. A. Belief in the claim of an argument increases perceived argument soundness // *Discourse Processes*. 2017. Vol. 54. No. 8. P. 599 – 617. <https://doi.org/10.1080/0163853x.2015.1137446>

Wolfe M. B., Williams T. J. Effects of text content and beliefs on informal argument evaluation // *Discourse Processes*. 2017. Vol. 54. No. 5 – 6. P. 446 – 462. <https://doi.org/10.1080/0163853x.2017.1319654>

Wolfe M. B. W., Woodwyk J. M. Processing and memory of information presented in narrative or expository texts // *British Journal of Educational Psychology*. 2010. Vol. 80. No. 3. P. 341 – 362. <https://doi.org/10.1348/000709910x485700>

THE EFFECT OF TEXT TYPE ON INFORMAL ARGUMENT EVALUATIONS

J. R. Gayvoronskaya, V. V. Ardislamov

gayvorpnskay@gmail.com

RANEPA, Moscow

Abstract. Recent studies show that the evaluation of an informal argument's soundness is influenced not only by an individual's stable beliefs but also by the external reasoning context, including the content of previously read texts. The present study aimed to examine the impact of one-sided argumentative texts—either scientific or personal—on bias in argument evaluation, as well as the persistence of this effect over time. The study involved 108 psychology students. Participants evaluated 20 arguments which either supported or opposed a controversial claim, before and after reading a text that contradicted the initial position. Depending on the group assignment, we varied the type of text and the presence of a delay between exposure and reassessment. To quantify the effect, we used the decision criterion C from signal detection theory. The results showed that both types of texts caused a shift in the decision criterion for arguments opposing the initial belief, moving it toward the position presented in the text, with scientific texts producing a stronger effect. The decision criterion for arguments supporting the initial belief remained unchanged. The effect persisted after a one-week delay, indicating its stability.

Keywords: informal argument evaluation, belief change, argumentation, belief stability, mental models

The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research program.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ДЕСИНХРОНИЗАЦИИ МЮ-РИТМА ЭЭГ ПРИ МЫСЛЕННОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯ

Ж. В. Гарах* (1), В. Е. Голимбет (2), Е. В. Ларионова (1), В. Б. Стрелец (1)
garakh@yandex.ru

1 — Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва;

2 — ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва

Аннотация. Воображение движения — это ментальное моделирование движений без их физического выполнения. При мысленном представлении моторного акта, так же как и при выполнении или наблюдении за движением, обнаруживается десинхронизация мю-ритма ЭЭГ. Известно, что отдельные двигательные дисфункции при некоторых заболеваниях, включая психические и неврологические расстройства, могут быть опосредованы генетическими факторами. Однако генетические корреляты нейрофизиологических характеристик моторного воображения до настоящего времени не изучены. В настоящем исследовании мы анализировали ассоциации полиморфизмов генов дофаминовой (три типа), серотониновой (два типа), глутаматной (один тип) систем и гена BDNF с показателем подавления мю-ритма ЭЭГ при мысленном представлении движения у 92 здоровых испытуемых. Установлено, что десинхронизация мю-ритма при воображении движения различалась у носителей разных генотипов трех генов: дофаминового рецептора D2 (полиморфизм DRD2 C957T), серотонинового рецептора типа 2A (полиморфизм 5-HT2A T102C) и GRIN2B, кодирующего субъединицу глутаматных NMDA-рецепторов (полиморфизм GRIN2B C366G). Результаты исследования свидетельствуют о том, что генетические факторы могут оказывать модулирующее влияние на нейрофизиологические показатели процесса мысленного представления движения у здоровых испытуемых.

Ключевые слова: ген, дофамин, серотонин, глутамат, мю-ритм, ЭЭГ, воображение движения

Введение

Моторное воображение — это представление выполнения движения при отсутствии соответствующей мышечной активности. Этот когнитивный процесс позволяет воссоздавать ощущения и восприятие движения в уме, даже если никакие сигналы от органов чувств в данный момент не поступают. Согласно гипотезе функциональной эквивалентности, воображаемое движение действует те же нейронные механизмы, что и реальное выполнение действия (Moran, O'Shea, 2020).

Мю-ритм ЭЭГ, колебания в полосе 8–13 Гц, отражает работу сенсомоторной коры. Когда человек находится в состоянии покоя, мю-ритм выражен сильнее. Однако при выполнении движений, наблюдении за движением другого человека или мысленном представлении движения происходит десинхронизация — мю-ритм подавляется. Известно, что десинхронизация мю-ритма при

воображении движения отражает индивидуальные особенности, связанные с точностью воображения реальных движений (Chen et al., 2021), а также имеются данные о молекулярно-генетических основах активности ЭЭГ разных частотных диапазонов (например, Lu et al., 2022). В то же время аномалии моторных функций при различных заболеваниях опосредованы целым рядом нейротрансмиссивных систем. В их числе глутаматэргическая, дофаминэргическая, серотонинэргическая системы, а также нейротрофический фактор головного мозга BDNF (Pagonabarraga et al., 2021; Tang et al., 2017; Sasaki et al., 2021).

Мы предполагаем, что индивидуальные характеристики подавления мю-ритма при представлении движения могут быть опосредованы генетическими факторами. Подтверждение данного факта позволит в дальнейшем использовать показатель подавления мю-ритма как биомаркер у пациентов с отклонениями в моторной сфере.

Цель настоящей работы состояла в поиске взаимосвязи между генами, относящимися к нейротрансмиссивным системам, которые согласно ранее показанным данным ассоциируются с функционированием моторной сферы, и параметрами десинхронизации мю-ритма ЭЭГ при мысленном представлении движения у здоровых испытуемых.

Для исследования были выбраны следующие гены: дофаминовый рецептор D2 (полиморфизмы DRD2 C957T, DRD2 Ser311Glu, DRD2 rs2514218), серотониновый рецептор типа 2A (полиморфизм 5-HT2A T102C) и переносчик серотонина (SERT HTTLPR), ген, кодирующий субъединицу глутаматных NMDA-рецепторов (GRIN2B C366G), а также нейротрофический фактор головного мозга (BDNF Val66Met).

Методика

В исследовании приняли участие 92 здоровых испытуемых в возрасте от 17 до 57 лет (средний возраст 27.4 ± 7.79 лет), 50 мужчин и 42 женщины. В исследование отбирались соматически здоровые правши без черепно-мозговых травм и неврологических заболеваний.

ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя с закрытыми и открытыми глазами, а также в процессе выполнения задачи на мысленное представление собственного движения с закрытыми глазами. В инструкции испытуемому предлагалось кинестетически представить, как он идет по хорошо знакомой дороге. После регистрации ЭЭГ с помощью самоотчета испытуемого осуществлялся контроль результатов теста.

Испытуемые во время записи ЭЭГ сидели в кресле в затемненной комнате. Запись ЭЭГ проводили от 19 отведений: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2, Fz, Cz и Pz на 19-канальном усилителе фирмы «МБН» (Москва). Референтные электроды — ушные. ЭЭГ регистрировали в течение 120 с в каждом функциональном состоянии. При расчете спектральных показателей проводили усреднение данных анализа 10 — 15 эпох длительностью 5 с.

У каждого испытуемого выделяли мю-ритм из смеси с альфа-ритмом в частотном диапазоне 8 — 13 Гц с помощью метода главных компонент. Для получения факторов, относящихся к мю-ритму ЭЭГ, использовали разность

ковариационных матриц, определенных по записям ЭЭГ с открытыми глазами и при воображении движения (Garakh et al., 2020). В качестве мю-ритма рассматривали те компоненты, реактивность которых на воображаемое движение с закрытыми глазами была больше, чем при открывании глаз. Затем матрица индивидуального набора выбранных факторов была использована для выделения мю-ритма в фоновом состоянии и при воображении движения. Показатель подавления мю-ритма рассчитывался как разница спектральной мощности при представлении движения и в состоянии покоя в соответствующих корковых зонах. Для нормализации данных использовали натуральный логарифм спектральной мощности.

Молекулярно-генетическое исследование предусматривало отбор биологического материала (смыв из ротовой полости), выделение ДНК с использованием стандартного фенол-хлороформного метода и генотипирование с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР). Необходимо отметить, что у всех испытуемых были определены полиморфизмы BDNF Val66Met, DRD2 C957T, 5-HTT2A T102C, SERT HTTLPR, у 89 испытуемых определен полиморфизм GRIN2B C366G, у 88 испытуемых — DRD2 Ser311Glu, у 70 человек — DRD2 rs2514218. Статистический анализ проводился на соответствующих выборках испытуемых.

На первом этапе проводили выбор корковых зон, в которых значимы показатели десинхронизации мю-ритма при воображении движения. Анализировали спектральную мощность мю-ритма в состоянии покоя и при воображении движения без учета влияния генетических вариантов с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями (RM ANOVA). Сравнение проводили в префронтальных, фронтальных, центральных, теменных и затылочных областях (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2) с поправкой Бонферрони.

Затем в выбранных корковых зонах анализировали показатель десинхронизации мю-ритма (RM ANOVA) для каждого полиморфизма отдельно. В анализ включали внутригрупповые факторы «Электрод» (три уровня: Fp, F, C) и «Полушарие» (два уровня: левое и правое). В качестве межгруппового фактора использовали варианты генотипов каждого гена (три уровня фактора «Генотип»: два гомозиготных и один гетерозиготный вариант). Для определения значимости эффектов применяли поправку Гринхауса — Гейссера, для апостериорного анализа в случае значимости взаимодействия факторов использовали критерий Фишера (Fisher LSD).

Результаты

При сравнении спектральной мощности мю-ритма при воображении движения и в состоянии покоя было обнаружено значимое взаимодействие факторов «Условие» × «Электрод»: $F(3, 364) = 5.39, p = .009$. По данным апостериорного анализа было установлено, что подавление мю-ритма имело место в отведениях Fp1, Fp2, F3, F4, C3 и C4 ($p = .00001$). В то же время не было выявлено подобного эффекта в теменных (P3, P4) и затылочных (O1, O2) областях. Поэтому в дальнейший анализ включали только шесть корковых зон (Fp1, Fp2, F3, F4, C3 и C4).

Для гена переносчика серотонина (SERT HTTLPR) и нейротрофического фактора головного мозга (BDNF Val66Met) не было выявлено ассоциации с показателем подавления мю-ритма при воображении движения.

Из всех изученных полиморфизмов гена дофаминового рецептора DRD2 нейрофизиологические различия при моторном воображении были обнаружены только у носителей разных генотипов полиморфизма DRD2 C957T. Было значимо взаимодействие факторов «Генотип» × «Электрод» × «Полушарие»: $F(4, 178) = 2.60$, $p = .042$. Апостериорный анализ показал, что подавление мю-ритма у варианта CC было больше, чем у носителей генотипа TT ($p = .048$) и генотипа CT ($p = .046$) в правой центральной области C4.

Также выявлены различия подавления мю-ритма при воображаемом движении для серотонинового рецептора типа 2A (полиморфизм 5-HT2A T102C). Было значимо взаимодействие факторов «Генотип» × «Электрод» × «Полушарие»: $F(4, 178) = 3.35$, $p = .015$. Подавление мю-ритма у носителей гетерозиготного варианта TC было больше, чем у носителей гомозиготного TT в правой фронтальной области F4 ($p = .031$) и чем у варианта CC в левой центральной области C3 ($p = .003$).

Для GRIN2B, кодирующего субъединицу глутаматных NMDA-рецепторов, был значим главный фактор «Генотип»: $F(2, 86) = 4.54$, $p = .013$. Во всех проанализированных корковых зонах подавление мю-ритма было меньше у гетерозиготного генотипа CG, чем у CC ($p = .007$) и у генотипа GG ($p = .027$).

Обсуждение и выводы

В работе показано, что при воображении движения по показателю подавления мю-ритма активируются лобные и центральные зоны, но не теменные и затылочные. Наши нейрофизиологические данные согласуются с результатами Kotegawa et al. (2020), где было показано, что воображаемое движение, кроме сенсоромоторных отделов, активирует и лобные доли.

Полученные результаты подтверждают наше предположение о том, что генетические факторы могут оказывать влияние на нейрофизиологические показатели при моторном воображении. Результаты показали, что генотипы GRIN2B модулируют подавление мю-ритма при воображении движения во всех исследованных корковых областях. Полиморфизм DRD2 C957T гена дофаминового рецептора DRD2 и полиморфизм 5-HT2A T102C серотонинового рецептора типа 2A ассоциируются с подавлением мю-ритма в выборочных корковых областях. Так, различалось подавление мю-ритма у носителей разных генотипов полиморфизма DRD2 C957T в правой центральной области, тогда как у носителей разных генотипов полиморфизма 5-HT2A T102C значимые различия выявлены в правой фронтальной и левой центральной областях. Полученные результаты могут свидетельствовать о специфичности модулирующего воздействия генов различных нейротрансмиттерных систем на подавление мю-ритма в разных участках коры головного мозга. Это согласуется с данными о роли этих систем в регуляции моторных функций (Pagonabarraga et al., 2021; Tang et al., 2017; Sasaki et al., 2021). В то же время выявленные эффекты подтверждают существование индивидуальных различий в процессе

моторного воображения (Chen et al., 2021), теперь уже на молекулярно-генетическом уровне.

Наше исследование позволяет предположить, что генетические факторы могут оказывать селективное влияние на нейронную активность в различных корковых областях, определяя степень подавления мю-ритма ЭЭГ при мысленном воспроизведении движения.

Литература

Chen Y. Y., Lambert K. J. M., Madan C. R., Singhal A. Mu oscillations and motor imagery performance: A reflection of intra-individual success, not inter-individual ability // *Human Movement Science*. 2021. Vol. 78. No. 102819. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102819>

Garakh Z., Novototsky-Vlasov V., Larionova E., Zaytseva Y. Mu rhythm separation from the mix with alpha rhythm: Principal component analyses and factor topography // *Journal of Neuroscience Methods*. 2020. Vol. 346. No. 108892. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108892>

Kotegawa K., Yasumura A., Teramoto W. Activity in the prefrontal cortex during motor imagery of precision gait: An fNIRS study // *Experimental Brain Research*. 2020. Vol. 238. No. 1. P. 221 – 228. <https://doi.org/10.1007/s00221-019-05706-9>

Lu Z., Wang H., Gu J., Gao F. Association between abnormal brain oscillations and cognitive performance in patients with bipolar disorder: Molecular mechanisms and clinical evidence // *Synapse*. 2022. Vol. 76. No. 11 – 12. <https://doi.org/10.1002/syn.22247>

Moran A., O'Shea H. Motor imagery practice and cognitive processes // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. No. 394. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00394>

Pagonabarraga J., Tinazzi M., Caccia C., Jost W. H. The role of glutamatergic neurotransmission in the motor and non-motor symptoms in Parkinson's disease: Clinical cases and a review of the literature // *Journal of Clinical Neuroscience*. 2021. Vol. 90. P. 178 – 183. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.05.056>

Sasaki R., Watanabe H., Miyaguchi S., Otsuru N., Ohno K., Sakurai N., Kodama N., Onishi H. Contribution of the brain-derived neurotrophic factor and neurometabolites to the motor performance // *Behavioural Brain Research*. 2021. Vol. 412. No. 113433. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113433>

Tang L., Wang Y., Chen Y., Chen L., Zheng S., Bao M., Xiang J., Luo H., Li J., Li Y. The association between 5HT2A T102C and behavioral and psychological symptoms of dementia in Alzheimer's disease: A meta-analysis // *BioMed Research International*. 2017. Vol. 2017. P. 1 – 14. <https://doi.org/10.1155/2017/5320135>

GENETIC CORRELATES OF EEG MU-RHYTHM DESYNCHRONIZATION DURING MOTOR IMAGERY

Zh. V. Garakh* (1), V. E. Golimbet (2), E. V. Larionova (1), V. B. Strelets (1)
garakh@yandex.ru

1 — Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology Russian Academy of Science, Moscow;

2 — Mental Health Research Center, Moscow

Abstract. Motor imagery is a mental simulation of movements without their physical execution. During the mental representation of a motor act, just like during actual execution or observation of a movement, desynchronization of EEG mu rhythm is observed. It is known that certain motor dysfunctions in some diseases, including psychiatric and neurological disorders, may be mediated by genetic factors. However, genetic correlates of the neurophysiological characteristics of motor imagery have not yet been studied. In the present study, we analyzed associations between polymorphisms in genes of the dopaminergic system (three types), serotonergic system (two types), glutamatergic system (one type), and the BDNF gene with the degree of EEG mu rhythm suppression during motor imagery in 92 healthy participants. It was found that desynchronization of mu rhythm during motor imagery differed among carriers of different genotypes of three genes: dopamine receptor D2 (DRD2 C957T polymorphism), serotonin receptor 2A (5-HTR2A T102C polymorphism), and GRIN2B, which encodes a subunit of glutamatergic NMDA receptors (GRIN2B C366G polymorphism). The results suggest that genetic factors may exert a modulatory influence on the neurophysiological characteristics of the motor imagery process in healthy individuals.

Keywords: gene, dopamine, serotonin, glutamate, mu-rhythm, EEG, motor imagery

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТНОСТИ ПАДЕЖА НА ПРАВИЛЬНОСТЬ ЕГО ПОРОЖДЕНИЯ ПРИ АГРАММАТИЗМЕ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Г. И. Горшков*, О. В. Буйволова

ggorshkov@hse.ru

НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Влияние частотности грамматического явления на его сохранность при афазии частично подтверждено лишь для некоторых глагольных категорий, в то время как именные категории остаются малоизученными. Чтобы проверить, влияет ли частотность падежа на правильность его употребления при аграмматизме в русском языке, было разработано задание на вставку в предложения существительных в правильной форме, которое было пройдено пятью испытуемыми с небеглой афазией. Анализ результатов при помощи смешанной линейной модели показал, что более частотные падежи (винительный и родительный) чаще порождаются правильно, чем менее частотные, в случае глагольного беспредложного управления. При этом наличие управляющего предлога значительно помогает произвести правильную форму менее частотных падежей. Дополнительный анализ ошибок продемонстрировал, что людям с аграмматизмом сложнее дается творительный падеж, так как он никогда не порождается ошибочно, но сам в случае неправильного ответа может заменяться практически любым падежом. Таким образом, были получены предварительные данные, свидетельствующие о том, что высокая частотность именных категорий может способствовать их более правильной реализации при аграмматизме.

Ключевые слова: психолингвистика, афазия, частотность, падеж, аграмматизм

Введение

Частотность употребления языковых единиц является важнейшей психолингвистической переменной: влияние частотности на лексическое решение начинает проявляться еще в раннем школьном возрасте (Ballot, Zesiger, 2024). Однако влияние частотности на сохранность грамматических единиц при утере речевых способностей (например, при афазии — речевом расстройстве, возникающем вследствие поражений головного мозга) остается предметом научных споров. Так, частотность использования страдательных конструкций влияет на их сохранность (Gahl, Menn, 2016; Jar et al., 2016), в то время как другие аспекты грамматики (порядок слов, спряжение переходных и непереходных глаголов) не обнаруживают четкого эффекта частотности (Bastiaanse et al., 2009).

Поскольку глагол является грамматическим центром предложения и оказывает наиболее сильное влияние на порождение высказываний при афазии (Sloan Berndt et al., 1997), большинство исследований аграмматизма сосредоточивается на глагольных категориях, уделяя меньше внимания именным. В этой связи исследования влияния частотности на сохранность таких важных именных категорий, как падеж, на данный момент отсутствуют. Более того, распад русского падежа при аграмматизме недостаточно описан: не-

которые источники просто указывают на «ошибки в управлении» (Ахутина, 2015, с. 70); другие же обнаруживают базовые закономерности, утверждая, что наличие правильного управляющего предлога способствует правильно-му падежному маркированию, и избегая более подробного анализа ошибок (Trofimova, 2009).

Отсутствие четких результатов в этой сфере обусловило цели проекта – исследовать влияние частотности падежа на его сохранность при аграмматичной афазии; провести более подробный анализ ошибок в склонении, которые совершают лица с афазией; уточнить роль управляющего предлога в склонении существительных.

Методика

Материалы. Известно, что одной из самых типичных ошибок людей с аграмматизмом является замена косвенного падежа именительным (Trofimova, 2009), поэтому стимульный материал не был нацелен на порождение именительного падежа. Другими падежами, имеющими относительную частотность более 10 %, являются винительный и родительный (Слюсарь, Самойлова, 2015), которые были приняты за более частотные; остальные косвенные падежи попали в группу менее частотных. Было составлено 51 предложение, в котором целевое существительное должно быть использовано в одном из косвенных падежей (распределение предложений указано в табл. 1). В качестве целевых были отобраны только те формы, которые не совпадают с именительным падежом. Так как управление предложным падежом возможно лишь посредством предлога, в некоторые стимулы с другими целевыми падежами также было добавлено предложное управление.

Таблица 1. Распределение стимулов по необходимым для употребления падежам, родам и числам, а также распределение стимулов по наличию предлогов

	Мужской род	Женский род	Множественное число	Итого
Родительный	4 (1)	4 (1)	4 (1)	12 (3)
Винительный	4 (0)	4 (1)	4 (1)	12 (2)
Дательный	3 (1)	3 (0)	3 (1)	9 (2)
Творительный	3 (1)	3 (1)	3 (0)	9 (2)
Предложный	3 (3)	3 (3)	3 (3)	9 (9)
Итого	17 (6)	17 (6)	17 (6)	51 (18)

Примечание: В скобках указано количество стимулов с предложным управлением

Для каждого целевого существительного было сгенерировано визуально простое изображение с помощью нейросети Ideogram. Результатом стал список предложений с пропусками, которые было необходимо заполнить существительными, изображенными на рисунках, в правильной форме (см. пример на рис. 1). Данные стимулы были оформлены в виде презентации Microsoft PowerPoint, где на одном слайде располагался один стимул.

На кухне не обойтись без ____

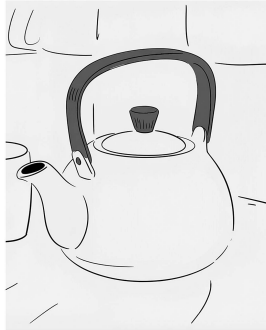


Рисунок 1. Пример стимула

Стимулы с частотными и менее частотными падежами сравнивались по нескольким психолингвистическим параметрам с помощью критерия Манна–Уитни, так как распределение значений было далеко от нормального (к примеру, в случае с частотностью распределение значений соответствовало закону Ципфа). Так, стимулы с частотными падежами значимо не отличались от таковых с менее частотными падежами ни по частотности (Ляшевская, Шаров, 2009) управляющих глаголов ($W = 384$, $p = .26$), ни по частотности целевых существительных ($W = 343.5$, $p = .72$), ни по длине целевых существительных в слогах ($W = 366$, $p = .38$).

Участники. В исследовании на данный момент приняли участие пять пациентов ГБУЗ «Центр патологии речи и нейрореабилитации ДЗМ» ($M_{\text{возраст}} = 59$ лет, $SD = 18.84$, $\text{размах} = 36 - 79$ лет, 1 женщина, 4 мужчин). У всех из них была диагностирована эфферентная моторная или комплексная моторная афазия средней степени выраженности в результате инсульта, случившегося не менее чем 6 месяцев назад ($M_{\text{давность}} = 18.6$ месяцев, $SD = 8.2$, $\text{размах} = 7 - 29$ месяцев). Сбор данных будет продолжен.

Процедура. Участники подписывали информированное согласие на участие в исследовании, после чего получали задание, выполняли 6 тренировочных проб и переходили к основным пробам, предъявляемым на ноутбуке HP с диагональю экрана 15.6 дюймов. Ответы записывались на встроенный диктофон и впоследствии размечались вручную. Из анализа были исключены все пробы, в которых участники использовали существительное, не связанное с изображением. Таким образом, финальный анализ в сумме включал 226 проб.

Анализ данных. Анализ данных проводился в R при помощи пакета lme4.

Результаты

Была построена обобщенная линейная смешанная модель с биномиальным распределением, в которой предикторами правильности ответов были выбра-

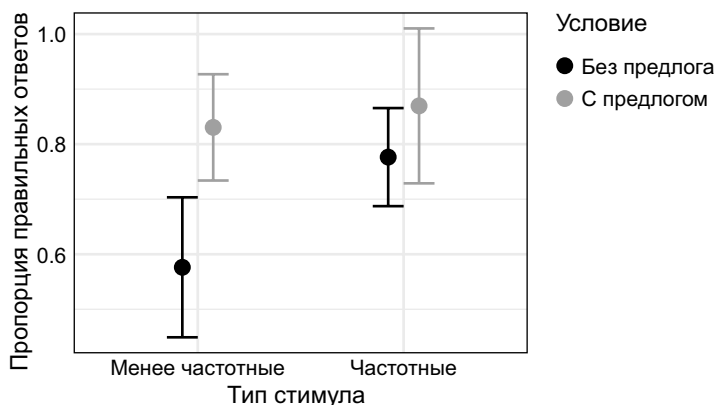


Рисунок 2. Пропорция правильных ответов в зависимости от частотности падежа и наличия предлога

ны фиксированные эффекты целевого падежа (частотный или менее частотный) и наличия/отсутствия предлога. Модель учитывала межиндивидуальную вариативность случайным фактором. Данная модель продемонстрировала, что без предлога частотные падежи правильно используются лицами с аграмматизмом значимо чаще, чем менее частотные ($\beta = 1.25, z = 2.89, p = .0038$). При этом менее частотные падежи оказались значительно более сохранными с предлогами, чем без них ($\beta = 1.7, z = 3.44, p = .0006$). Пропорция правильных ответов в зависимости от частотности падежа и наличия предлога представлена на рис. 2.

Кроме того, был проведен анализ ошибок в собранных на данный момент данных. Суммарно испытуемые совершили 56 ошибок. Чаще всего вместо правильных форм ими выбиралась форма именительного падежа (59 %). В 9 % случаев был использован правильный падеж, но в неправильном числе. В 12.5 % вместо целевого падежа использовался родительный, а в 5 % случаев – дательный. Данные формы ложно использовались только после предлогов или вместо творительного падежа. Еще в 9 % ошибочных предложений использовался винительный падеж, который заменял дательный, родительный или творительный, но не встречался в неправильных предложениях после предлогов. Творительный падеж ни разу не использовался в ошибочных ответах. Любопытно, что две ошибки были связаны с формой родительного падежа множественного числа: использовался верный падеж, но в несуществующей форме (напр., «собаков» вместо «собак»).

Обсуждение и выводы

Недостатком данного исследования является малая выборка испытуемых. Тем не менее уже полученные результаты исследования подтверждают, что у пациентов с небеглой афазией наличие предлога способствует правильному падежному маркированию (Trofimova, 2009), особенно в случае с менее ча-

стотными падежами. Однако впервые обнаружено, что в беспредложном глагольном управлении частотность падежа играет статистически значимую роль.

Интерес представляют и результаты анализа ошибок: если предпочтение именительного падежа уже было отмечено в предыдущих исследованиях (Trofimova, 2009), то сильное отсутствие предпочтения творительному и описание ложного использования родительного, дательного и винительного падежей ранее не приводились.

Литература

Ахутина Т. Нейролингвистический анализ динамической афазии. О механизмах построения высказывания. М.: Тервинф, 2015.

Ляшевская О. Н., Шаров С. А. Новый частотный словарь русской лексики. М.: Азбуковник, 2009.

Слюсарь Н. А., Самойлова Н. В. Частотности различных грамматических характеристик и окончаний у существительных русского языка // Материалы 21-ой Международная конференции по компьютерной лингвистике «Диалог» (27 – 30 мая, Москва). М.: РГГУ, 2015. С. 1 – 12.

Ballot C., Zesiger P. Effects of word length and frequency on word identification in second- and fifth-grade children as a function of language skills // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2024. Vol. 243. P. 105912:1 – 21. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105912>

Bastiaanse R., Bouma G., Post W. Linguistic complexity and frequency in agrammatic speech production // *Brain and Language*. 2009. Vol. 109. No. 1. P. 18 – 28. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2008.12.004>

Gahl S., Menn L. Usage-based approaches to aphasia // *Aphasiology*. 2016. Vol. 30. No. 11. P. 1361 – 1377. <https://doi.org/10.1080/02687038.2016.1140120>

Jap B. A., Martinez-Ferreiro S., Bastiaanse R. The effect of syntactic frequency on sentence comprehension in standard Indonesian Broca's aphasia // *Aphasiology*. 2016. Vol. 30. No. 11. P. 1325 – 1340. <https://doi.org/10.1080/02687038.2016.1148902>

Sloan Berndt R., Haendiges A. N., Mitchum C. C., Sandson J. Verb retrieval in aphasia. 2. Relationship to sentence processing // *Brain and Language*. 1997. Vol. 56. No. 1. P. 107 – 137. <https://doi.org/10.1006/brln.1997.1728>

Trofimova M. Case assignment by prepositions in Russian aphasia. PhD dissertation. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, 2009.

THE FREQUENCY OF GRAMMATICAL CASE INFLUENCING ITS CORRECT PRODUCTION IN AGRAMMATISM: A PILOT STUDY

G. I. Gorshkov*, O. V. Buivolova

ggorshkov@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, Moscow

Abstract. It has been partially confirmed for several verbal categories that the frequency of these categories' usage influences their correct production in aphasia. Much less attention, however, has been given to nominal categories. In order to test whether the frequency of a grammatical case can facilitate its correct usage in agrammatism in Russian, we developed a sentence completion task that was performed by five participants with non-fluent aphasia. Data analysis employing a linear mixed-effects model showed that more frequent cases (accusative and genitive) are produced correctly more often than less frequent ones if the verb does not require a preposition. Furthermore, if a preposition is present and governs the target noun, less frequent cases are produced more successfully. Additional error analysis demonstrated that people with agrammatism may struggle with the instrumental case, as it is never used by mistake but may be replaced by almost any other form if the participant answers erroneously. Thus, preliminary data were collected highlighting that the high frequency of nominal categories may facilitate their correct realization in agrammatism.

Keywords: psycholinguistics, aphasia, frequency, case, agrammatism

МОЗГОВЫЕ КОРРЕЛЯТЫ ОПОЗНАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА ДРУГОГО ЧЕЛОВЕКА: ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ПОДСКАЗКИ ВЗГЛЯДОМ

Д. И. Грищенко* (1), М. В. Фаликман (2, 3), Е. В. Печенкова (1), Е. А. Мершина (4)
digrischenko@edu.hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Университет Юга, США;

3 — РАНХиГС, Москва;

4 — МНОИ МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. Человеческий взгляд является важным источником информации во время социального взаимодействия. Именно поэтому на протяжении десятилетий он интенсивно изучался исследователями из самых разных областей науки. Прослеживающий и встречный взгляд — два вида социального взгляда, которые последовательно развиваются в филогенезе и онтогенезе. Предшествующее поведенческое исследование обнаружило статистически значимые различия во времени реакции в задачах обнаружения этих двух видов взгляда. Цель данного пилотного исследования заключается в сопоставлении мозговых коррелятов обработки зрительной информации о прослеживающем и встречном взгляде с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии. Помимо восполнения пробелов в изучении социального восприятия на материале человеческого взгляда, наше исследование пополнит знания о мозговых механизмах социального взаимодействия, а также соединит знания двух областей психологии: социальной психологии и когнитивной.

Ключевые слова: методика подсказки взглядом, совместное внимание, прослеживающий взгляд, встречный взгляд, социальный взгляд, фМРТ

Введение

Исследование восприятия направления взгляда другого человека в последние десятилетия шло преимущественно в контексте так называемого совместного внимания — способности человека сопоставить взгляд и направить внимание на объект внимания другого (Butterworth, Jarret, 1991). К настоящему времени считается установленным, что следование за взглядом человека является условием для социального обучения, именно поэтому дети рано осваивают этот навык: к 12 месяцам он присутствует у 100 % типично развивающихся детей. Считается, что взгляд человека обладает двойной функцией (Gobel, 2015): благодаря ему можно управлять поведением другого человека (сигнализирующая функция взгляда) и определять его состояние

(информационная). Для изучения социальных функций человеческого взгляда была разработана методика подсказки взглядом (Friesen, Kingstone, 1998), основанная на методике пространственной подсказки М. Познера, которая изначально использовалась для изучения характеристик пространственного зрительного внимания (Posner et al., 1978).

В наших недавних исследованиях мы модифицировали методику подсказки взглядом для сопоставления эффективности обнаружения наблюдателем по подсказке прослеживающего и встречного взгляда у других участников социального взаимодействия. Было показано, что после подсказки взглядом перевод взора в направлении подсказки (прослеживающий взгляд) обнаруживается значимо быстрее, чем взгляд навстречу подсказывающему (Falikman, Sullivan, 2024). При этом субъективные отчеты относительно легкости решения задачи никак не коррелируют с объективной скоростью ее решения.

Основной целью данного пилотного исследования является поиск мозговых коррелятов восприятия встречного и прослеживающего взгляда. Предполагается, что оба условия должны вызывать активность в областях мозга, связанных с определением направления взгляда (верхняя височная борозда, STS), и областях, имеющих большое значение для социального взаимодействия и распознавания эмоций (миндалевидное тело и дорсальная часть медиальной префронтальной коры, dMPFC; Schilbach, 2015). Мы также ожидаем обнаружить вызванную предъявлением лица другого человека активацию в областях, которые являются частью сетей ментализации и зеркальных нейронов. В дополнение к общим областям активации мы ожидаем обнаружить активацию в вентральном стриатуме (VS) и орбитофронтальной коре для условия встречного взгляда (Schilbach, 2015).

Методика

В фМРТ-исследовании приняли участие 13 человек (10 женщин и 3 мужчин, средний возраст 22 года). Все испытуемые имели остроту зрения, которая является нормальной или может быть скорректирована с помощью контактных линз или МР-совместимых очков. Перед исследованием они заполнили «Опросный лист для испытуемых, проходящих фМРТ», где подтвердили отсутствие противопоказаний к МРТ и психических или неврологических заболеваний. По результатам заполнения «Эдинбургского опросника рукоисти» все испытуемые оказались праворукими. Все дали письменное информированное согласие на участие в эксперименте.

Исследование использовало методику и стимульные материалы из предыдущего поведенческого исследования (Falikman, Sullivan, 2024), в котором применялась авторская модификация методики подсказки взглядом (рис. 1). Стимульный материал состоял из трех нарисованных лиц. В начальной позиции все они смотрят на испытуемого, далее центральное лицо переводит взгляд в направлении одного из периферических лиц, а в основной позиции взгляды центрального и одного из двух периферических лиц либо направлены друг на друга (встречный взгляд), либо периферическое лицо следует за направлением взгляда центрального (прослеживающий взгляд). Задача испы-

туемого состояла в обнаружении изменения направления взгляда одного из периферических лиц (того, на которое смотрит центральное), при этом испытуемый должен был фиксировать взгляд на центральном лице, которое являлось источником «подсказки взглядом» и переводило взгляд на периферическое лицо на 0.2 с раньше, чем переводило куда-либо взгляд периферическое лицо. Ответ давался с помощью одной из четырех кнопок (направление взгляда от центра и к центру экрана для каждого периферического лица). Задачи, относящиеся к одному условию (прослеживающий или встречный взгляд), предъявлялись блоками по четыре пробы (общая продолжительность 12 с), которые, в свою очередь, чередовались с периодами покоя по 12 с. Всего в эксперименте было 24 пробы.

Сканирование проводилось на томографе SIEMENS Vida 3T, оснащенный 64-канальной головной катушкой и расположенном в МНОИ МГУ им. М. В. Ломоносова. T2*-функциональные изображения были получены с помощью мультидиапазонной ЭП-последовательности с параметрами TR/TE/FA — 1500 мс / 30 мс / 68°, сторона изотропического вокселя 2.5 мм, матрица 84×84. Регистрировалось по 60 наклонных аксиальных среза, ориентированных по интеркомиссуральной линии. В каждом из двух подходов fMPT с задачей регистрировалось по 210 объемов. Вместе с функциональными изображениями были получены структурные T1-взвешенные изображения и карты неоднородности магнитного поля (gre_fieldmap).

Данные нейровизуализации обрабатывались при помощи специализированного пакета SPM12 (Wellcome Institute of Cognitive Neurology, www.fil.ion.ucl.ac.uk), использовалась стандартная предобработка изображений. Индивидуальные данные анализировались с помощью общей линейной модели (GLM), в которую включалось два условия — встречного и прослеживающего взгляда. Рассчитывались четыре односторонних *t*-контраста: сравнение встречного и прослеживающего взгляда друг с другом и с периодами покоя. На их основе строились групповые карты активации ($p < .001$ на уровне вокселей, $pFDR < .05$ на уровне кластеров).

Результаты

Среднее время реакции при обнаружении прослеживающего (523 мс) и встречного (532 мс) взгляда статистически значимо не различалось: $t(12) = 0.709$, $p = .246$.

Статистически значимых различий между активацией головного мозга испытуемых в условиях встречного и прослеживающего взгляда также обнаружено не было. По сравнению с покоем, для обоих условий были обнаружены сходные билатеральные кластеры активации, включающие латеральный затылочный комплекс, затылочный полюс, верхнюю височную борозду, область межтеменной борозды, дополнительную моторную кору, прецентральную и среднюю лобную извилины, нижнюю лобную извилину, а также мозжечок и глубинные структуры. Для прослеживающего взгляда также наблюдалась активация в области верхней лобной извилины билатерально (для встречного только справа) и в центральной оперкулярной коре слева. Также статистически

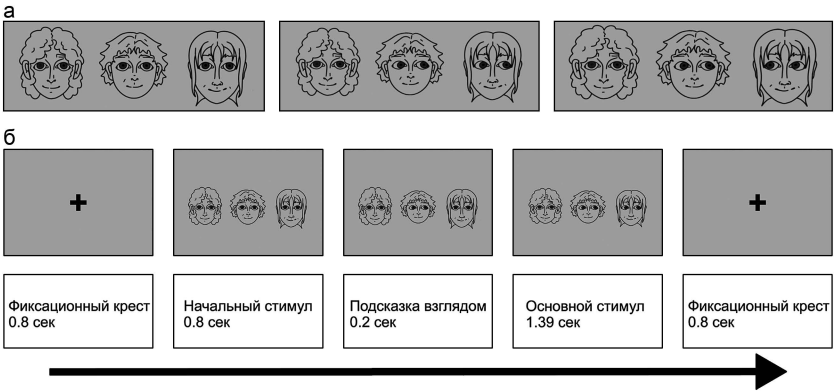


Рисунок 1. Методика эксперимента: а) изображения стимульных материалов: нейтральный, прослеживающий, встречный взгляды; б) временная развертка пробы

значимых различий не было найдено и при ROI-анализе по следующим зонам, подобранным на основании литературы (Redcay, Schilbach, 2019): 9, 22, 23, 24, 45 и 51 поля Бродмана.

Обсуждение и выводы

Пилотное нейрофизиологическое исследование с прямым сопоставлением обнаружения прослеживающего и встречного взгляда по подсказке взглядом не выявило значимых различий в областях активации головного мозга. Вместе с тем не было обнаружено и различий во времени реакции в двух условиях, и результат исследования Фаликман и Салливана не был воспроизведен. В то же время в данных более раннего эксперимента, несмотря на значимо более быстрое обнаружение прослеживающего взгляда по сравнению со встречным на выборке в целом (64 человека), у отдельных испытуемых наблюдалось устойчивое противоположное соотношение времен реакции (Falikman, Sullivan, 2024).

Наблюдаемое в данном пилотном эксперименте отсутствие статистически значимых различий может быть связано с недостаточным размером выборки в 13 человек (в соответствии с данными работы Falikman, Sullivan, 2024 для достижения 80 %-ной статистической мощности необходима выборка размером 40 человек). Однако мы также можем предположить, что отсутствие нейрофизиологических различий говорит о том, что функциональные системы обнаружения прослеживающего и встречного взгляда в целом схожи. Еще одно возможное объяснение, которое предстоит проверить, заключается в том, что специфические корреляты обработки информации о встречном и прослеживающем взгляде заключаются не в степени активации обеспечивающих их мозговых структур, а в особенностях функциональных связей между ними.

Литература

Butterworth G., Jarrett N. What minds have in common is space: Spatial mechanisms serving joint visual attention in infancy // *British Journal of Developmental Psychology*. 1991. Vol. 9. No. 1. P. 55 – 72. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.1991.tb00862.x>

Emery N.J., Lorincz E.N., Perrett D.I., Oram M.W., Baker C.I. Gaze following and joint attention in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) // *Journal of Comparative Psychology*. 1997. Vol. 111. No. 3. P. 286 – 293. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.111.3.286>

Falikman M. V., Sullivan R. "Now see what good turns eyes for eyes have done": Detection of gaze following and gaze meeting by human observers // Abstracts of the Psychonomic Society 65th Annual Meeting. N. Y.: Psychonomic Society Publication, 2024. Vol. 29. P. 178.

Friesen C.K., Kingstone A. The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze // *Psychonomic Bulletin & Review*. 1998. Vol. 5. No. 3. P. 490 – 495. <https://doi.org/10.3758/bf03208827>

Gobel M. S., Kim H. S., Richardson D. C. The dual function of social gaze // *Cognition*. 2015. Vol. 136. P. 359 – 364. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.11.040>

Posner M.I., Nissen M.J., Ogden W.C. Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location // *Modes of Perceiving and Processing Information* / H. L. Pick, E.J. Saltzman (Eds.). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978. P. 137 – 157. Redcay E., Schilbach L. Using second-person neuroscience to elucidate the mechanisms of social interaction // *Nature Reviews Neuroscience*. 2019. Vol. 20. No. 8. P. 495 – 505. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0179-4>

Schilbach L. Eye to eye, face to face and brain to brain: Novel approaches to study the behavioral dynamics and neural mechanisms of social interactions // *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 3. P. 130 – 135. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.03.006>

NEURAL CORRELATES OF THE HUMAN GAZE DIRECTION IDENTIFICATION: A GAZE CUEING STUDY

D. I. Grishchenko* (1), M. V. Falikman (2, 3), E. V. Pechenkova (1), E. A. Merzhina (4)
digrischenko@edu.hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – The University of the South, USA;

3 – RANEPa, Moscow;

4 – Lomonosov Moscow State University, Moscow

Abstract. The human gaze is a significant source of information during social interactions, and as such, it has been the focus of intensive study by researchers from various scientific disciplines for many decades. Two types of social gaze that develop sequentially in phylogeny and ontogeny are gaze following and mutual gaze. Previous behavioral research has identified statistically significant differences in reaction times in detection tasks for these two types of gaze. The aim of this study is to compare the brain correlates of visual information processing for gaze following and mutual gaze using functional magnetic resonance imaging. In addition to contributing to the study of social perception in human gaze, our study will enhance knowledge of the brain mechanisms of social interactions and bridge the knowledge of two disparate fields of psychology: social psychology and cognitive psychology.

Keywords: gaze cueing paradigm, joint attention, gaze following, mutual gaze, social gaze, fMRI

СВЯЗЬ АГА-ПЕРЕЖИВАНИЯ С МОНИТОРИНГОМ ИСТОЧНИКА ИДЕЙ В ДИВЕРГЕНТНОЙ ЗАДАЧЕ ПРИ ОТСРОЧЕННОМ ПРИПОМИНАНИИ

А. В. Гулькин*, В. А. Гершкович, Н. В. Морошкина, Е. Саенко
agulkin2001@mail.ru
СПбГУ, Санкт-Петербург

Аннотация. Данная работа посвящена изучению роли ага-переживания в определении источника информации в процессе выполнения творческой дивергентной задачи. Мы предполагаем, что за счет системы внутреннего вознаграждения ага-переживание может способствовать закреплению памяти на источник информации при генерации собственных идей и знакомстве с чужими. Для проверки этого предположения был разработан эксперимент с использованием модифицированной задачи Гилфорда на необычное использование предметов, на первом этапе которого участникам предлагалось генерировать собственные оригинальные идеи, знакомиться с чужими идеями, а также оценивать возникающие в процессе ага-переживания. Спустя две недели после первого этапа проводился тест на узнавание собственных, чужих и новых идей, где участникам предлагалось определить их источник. Было обнаружено, что ага-переживание повышает точность определения источника чужих, но не своих идей. Точнее всего участники определяли источник собственных идей, что демонстрирует положительный вклад эффекта генерации в запоминание источника собственных идей. Данный результат согласуется с предыдущими данными, полученными на материале конвергентной задачи.

Ключевые слова: мониторинг источника информации, ага-переживание, эффект генерации, дивергентная задача, тест Гилфорда на необычное использование предметов

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 25-28-00931 «Иллюзии памяти, связанные с мониторингом источника информации».

Введение

Нередко нам необходимо отслеживать источник информации, хранящейся у нас в памяти, в том числе отличать информацию, сгенерированную самостоятельно, от информации, которая была получена из внешних источников. В исследованиях памяти такую задачу принято называть мониторингом источника воспоминаний (Johnson, Raye, 1981). Ошибки в различении внешнего и внутреннего источников могут приводить к неосознанному плагиату, когда информация, полученная из внешнего источника, считается сгенерированной самостоятельно, а также к ситуациям, когда собственные идеи ошибочно атрибутируются внешнему источнику. Данная проблема особенно остро встает при

решении творческих задач, где ошибки при определении авторства идеи могут иметь репутационные, экономические и др. последствия.

Среди факторов, влияющих на успешность запоминания источника информации, малоизученным является ага-переживание — аффективный компонент инсайта, характеризующийся чувством удивления, удовольствия и внезапности появления решения задачи (Danek, 2014). Известно, что ага-переживание может вносить положительный вклад в формирование долговременной памяти о найденном решении задачи за счет системы внутреннего вознаграждения (Kizilirmak, Becker, 2023). Возможно, что ага-переживание может улучшать процессы кодирования не только самого решения задачи, но также контекста, в котором оно было получено, способствуя формированию в памяти эпизода и, впоследствии, более точному мониторингу источника информации за счет обращения к этому эпизоду на этапе извлечения. В исследовании В. А. Гершкович и коллег было обнаружено положительное влияние ага-переживания на припоминание источника решения задачи, однако эффект наблюдался для точности мониторинга только чужих идей, но не своих (Гершкович и др., 2021); кроме того, результат был получен на материале конвергентной задачи (имеющей один верный вариант решения), что в меньшей степени отражает реальную ситуацию различения своих и чужих идей.

В нашем исследовании предпринята попытка выявить и описать роль ага-переживания в определении источника информации на материале дивергентной задачи. Мы предполагаем, что ага-переживание может способствовать закреплению памяти на источник информации как при генерации собственных идей, так и при знакомстве с чужими идеями при выполнении творческой дивергентной задачи. Таким образом, согласно нашей гипотезе, участники будут точнее осуществлять мониторинг собственных и чужих идей, вызвавших у них чувство озарения, при припоминании идей через две недели.

Методы

В исследовании приняли участие 117 человек. 5 участников сообщили, что испытывали ага-переживание при генерации всех идей; 2 участника не испытывали ага-переживание при генерации идей; 1 участник испытывал ага-переживание как при генерации всех собственных идей, так и при прочтении всех чужих; еще 3 участника испытывали ага-переживание при прочтении каждой из чужих идей. Их данные были исключены из анализа. Данные еще трех участников не записались из-за ошибки в программе; 24 участника не пришли на второй этап. В итоговую выборку вошло 79 участников (48 женщин, $M = 22$, $SD = 5$). Исследование проходило в два этапа с перерывом между этапами в две недели. На первом этапе участникам предлагали в течение 15 минут придумывать необычные варианты использования газеты (Guilford's Alternate Uses Task; Christensen et al., 1960). Каждую идею предлагалось записать следующим образом. В левом поле участники в 1–3 словах формулировали суть идеи (функцию предмета, которая реализуется в предлагаемой идее) например, «снятие стресса». В правом поле участники записывали конкретный пример использования газеты, в котором реализуется эта функция,

например «комкать, мять и рвать газету при волнении». После каждой идеи участников просили оценить, испытали ли они ага-переживание при ее генерации, а также указать интенсивность ага-переживания (оценка происходила с помощью 100-балльной шкалы без засечек путем перемещения ползунка или нажатия курсором на конкретное место на шкале). По истечении 15 минут участникам предлагалось ознакомиться с 20 идеями, предложенными другими людьми. Идеи предъявлялись по очереди, после прочтения каждой из них требовалось оценить, возникло ли ага-переживание при знакомстве с идеей, и его интенсивность. В случае, если ранее придуманная участником и прочитанная идеи совпадали, требовалось нажать на кнопку «У меня была такая идея!».

Спустя две недели участников приглашали на второй этап эксперимента, на котором требовалось выполнить тест на узнавание идей. Для узнавания участникам предъявляли 8 идей, ранее придуманных ими самостоятельно, 8 ранее прочитанных (чужих) идей, а также 8 новых идей, которые были добавлены для этапа узнавания. Участникам демонстрировалась только формулировка сути идей. Задача участников — определить источник (своя/чужая/новая). Если участник отмечал суть идеи как «свою» или «чужую», предлагалось вспомнить конкретный пример использования газеты, соответствовавший этой сути идеи на первом этапе. Если участник отмечал суть идеи как «новую», предлагалось придумать возможный пример реализации сути этой идеи.

Результаты

На первом этапе участники генерировали в среднем 16 идей ($SD = 5$), из них сопровождалась отчетами об ага-переживании в среднем 55.4 % ($SD = 22.1$ %). При прочтении чужих идей ага-переживание возникало у участников в 41.6 % случаев ($SD = 15.6$ %). Для анализа точности определения источника идей на втором этапе в зависимости от типа идеи (своя/чужая/новая) было проанализировано распределение ответов (см. табл. 1). Участники значимо чаще давали правильные ответы при определении источника своих ($\chi^2 = 540.25$, $df = 2$, $p < .001$), чужих ($\chi^2 = 296.72$, $df = 2$, $p < .001$) и новых идей ($\chi^2 = 344.41$, $df = 2$, $p < .001$).

Таблица 1. Распределение ответов участников по атрибуции идей в зависимости от источника идеи (своя/чужая/новая)

		Источник идеи		
		Своя	Чужая	Новая
Ответ участника	Своя	485	40	36
	Чужая	95	393	181
	Новая	52	199	413

Для анализа связи ага-переживания с точностью мониторинга собственных и чужих идей были построены логистические регрессионные модели со смешанными эффектами. В качестве зависимой переменной использовалась точность определения источника идей в тесте на узнавание, в качестве предик-

торов — источник идеи, наличие ага-переживания на первом этапе, а также их взаимодействие; фактор участника был включен в модели в качестве случайного эффекта.

Был обнаружен значимый вклад предиктора «наличие ага-переживания» в точность определения источника: участники точнее осуществляли мониторинг чужих идей, вызвавших ага-переживание ($OR = 1.47$, $CI = 1.06 - 2.04$, $p = .021$). Значимого вклада этого предиктора в точность мониторинга собственных идей не обнаружено ($OR = 0.91$, $CI = 0.63 - 1.33$, $p = .641$). Фактор «источник идеи» оказался значим для точности определения источника: участники точнее осуществляли мониторинг собственных идей, сгенерированных как с ага-переживанием ($OR = 1.61$, $CI = 1.13 - 2.28$, $p = .008$), так и без него ($OR = 2.58$, $CI = 1.81 - 3.69$, $p < .001$), по сравнению с мониторингом чужих идей.

Мы также провели дополнительный анализ, чтобы определить, с чем связан положительный вклад ага-переживания в точность мониторинга чужих идей (с уменьшением ошибок присвоения чужих идей себе или ошибочного определения чужих идей как новых, см. табл. 2). Было обнаружено, что ага-переживание внесло значимый положительный вклад в уменьшение количества ответов «новая» ($\chi^2 = 5.12$, $df = 1$, $p = .023$).

Таблица 2. Распределение ответов участников по атрибуции ранее прочитанных идей («чужих») в зависимости от наличия/отсутствия ага-переживания на первом этапе

Источник идеи	«Своя»	«Чужая»	«Новая»	Всего
Без ага-переживания	21	183	113	317
С ага-переживанием	19	210	86	315
Всего	40	393	199	632

Обсуждение и выводы

Участники успешно справлялись с разработанной нами задачей и спустя две недели могли различить собственные, чужие и новые идеи. Нам удалось обнаружить вклад ага-переживания в точность определения источника идей, однако данный эффект был обнаружен только для мониторинга чужих идей. Отметим, что точность мониторинга собственных идей была очень высокой (около 76 %), из-за чего, по-видимому, сработал «эффект потолка», и влияние ага-переживания не было обнаружено. Мониторинг чужих идей, вызвавших ага-переживание на первом этапе, был точнее мониторинга чужих идей, прочитанных без ага-переживания, так как участники реже ошибочно относили их к категории «новых». Можно предположить, что благодаря ага-переживанию участники не просто лучше помнили, что такие идеи были представлены на первом этапе (мнемический эффект ага-переживания), но и контекст предъявления идеи, то есть у них улучшалась память на весь эпизод, что способствовало повышению точности определения источника идей. Данный результат свидетельствует в поддержку гипотезы неспецифического улучшения процессов кодирования информации, сопровождающейся ага-переживанием, и вклада ага-переживания в формирование эпизодической памяти. При этом

нам не удалось обнаружить влияние ага-переживания на вероятность появления ошибок неосознанного плагиата; возможно, это связано с тем, что нам удалось зафиксировать весьма малое количество (40) ошибок такого типа. Мы также обнаружили значимый вклад источника идеи в точность его определения: участники чаще верно определяли источник при припоминании собственных идей, чем чужих, что свидетельствует в пользу положительного вклада эффекта генерации в мониторинг собственных идей. Полученные данные согласуются с результатами исследования Гершкович и коллег (2021), где был обнаружен положительный вклад эффекта генерации в мониторинг собственных идей и положительный вклад ага-переживания в мониторинг чужих идей в конвергентной задаче. Дальнейшие исследования могут быть связаны с усложнением задачи и увеличением временного интервала между этапами, чтобы снизить вероятность припоминания участниками собственных идей.

Литература

Гершкович В. А., Морошкина Н. В., Горицкая А. Д. Роль эффекта генерации и ага!-переживания в припоминании источника решения задачи // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 23 – 24 июня 2021 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. М.: БукиВеди, ИППиП, 2021. С. 126 – 131.

Danek A. H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. It's a kind of magic – what self-reports can reveal about the phenomenology of insight problem solving // *Frontiers in Psychology*. 2014. Vol. 5. P. 1408:1 – 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01408>

Guilford J. P., Christensen P. R., Merrifield P. R., Wilson R. C. Alternate uses. Beverly Hills, CA: Sheridan Psychological Services, 1960. <https://doi.org/10.1037/t06443-000>

Johnson M. K., Raye C. L. Reality monitoring // *Psychological Review*. 1981. Vol. 88. No. 1. P. 67 – 85. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.88.1.67>

Kizilirmak J. M., Becker M. A cognitive neuroscience perspective on insight as a memory process // *The Routledge International Handbook of Creative Cognition* / L. J. Ball, F. Vallée-Tourangeau (Eds.). London: Routledge, 2023. P. 511 – 532. <https://doi.org/10.4324/9781003009351-32>

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE AHA! EXPERIENCE AND DELAYED SOURCE MONITORING OF IDEAS IN A DIVERGENT TASK

A. V. Gulkin*, V. A. Gershkovich, N. V. Moroshkina, E. Saenko

agulkin2001@mail.ru

Saint Petersburg University, St. Petersburg

Abstract. This study is dedicated to investigating the role of the Aha! experience in monitoring the source of ideas in a divergent creative task. We assume that, when generating one's own ideas and encountering others' ideas, the Aha! experience may contribute to source monitoring through the internal reward system. To test this hypothesis, an experiment was designed using a modified version of Guilford's Alternative Uses Task. In the first stage, participants were asked to generate their own original ideas, read ideas generated by others, and report any Aha! experiences that arose during the process. Two weeks later, a recognition test was conducted, in which participants were asked to identify the source of their own, others', and new ideas. The Aha! experience increased the accuracy of source monitoring for others' ideas but not for participants' own ideas. Participants most accurately identified the source of their own ideas, which demonstrates the positive contribution of the generation effect to source memory for self-generated ideas. This result is consistent with previous findings obtained using a convergent task.

Keywords: source monitoring, Aha! experience, generation effect, divergent task, Guilford's Alternate Uses Test

Research supported by the Russian Science Foundation, Project No. 25-28-00931: "Memory illusions related to source monitoring".

НАЛИЧИЕ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ЭМОЦИЙ У ДЕТЕЙ 15 – 18 МЕС: ОЖИДАНИЕ КОНГРУЭНТНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВЗРОСЛОГО С ОБЪЕКТОМ ЕГО ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА ОБЪЕКТ

Я. С. Дергачев* (1), Р. Бенчик (2), И. Кирайи (2), А. А. Котов (1), Т. Н. Котова (3)
ysdergachev@hse.ru

1 – НИУ ВШЭ, Москва;

2 – Университет имени Лоранда Этвеша, Будапешт, Венгрия;

3 – ИОН РАНХиГС, Москва

Аннотация. Данное исследование направлено на изучение репрезентации эмоций – способности испытывать определенную эмоцию при отсутствии актуальной стимуляции, провоцирующей эту эмоцию, у детей 15–18 месяцев. Для ее оценки мы разработали парадигму с демонстрацией взрослым эмоционально-экспрессивных оценок двух нейтральных объектов и замером ожиданий ребенка о последующих действиях взрослого с этими объектами. В первом эксперименте мы оценивали разницу в длительности смотрения на тестовое видео в условии, когда выбор объекта был согласованным с предшествующей эмоциональной оценкой (из двух объектов выбран тот, что прежде был эмоционально-экспрессивно оценен как приятный), и в условии, когда выбор объекта был несогласованным (из двух объектов выбран тот, что прежде был оценен как неприятный). Результаты показали статистически значимые различия в этих условиях. Во втором эксперименте демонстрируемые эмоции были положительными, но содержательно разными (интерес и симпатия). На тестовом этапе намерения демонстрирующего (исследовать либо погладить объект) также могли соответствовать или не соответствовать прежде проявленным эмоциям. Результаты показали, что участники 15–18 месяцев «удивляются», только если объект, к которому проявляли интерес, на тестовом видео гладят, но не «удивляются» намерению погладить или намерению исследовать объект, вызвавший на ознакомительном видео симпатию. Мы рассмотрим возможные интерпретации полученных результатов и дальнейшие планы исследований в этой области.

Ключевые слова: репрезентация эмоций, социальное научение, эмоциональное развитие, восприятие намерения, ранний возраст

Введение

Область изучения раннего эмоционального развития имеет особую сложность для построения объяснений в связи с тем, что у детей после года одновременно происходит изменение и возможностей по использованию эмоций в процессе регуляции своей деятельности, и самих форм эмоций как психологических явлений. Такая неопределенность приводит к тонким разногласиям между моделями. Так, в отношении момента включения каких бы то ни было

знаковых средств в ту или иную форму эмоционального явления в настоящее время в литературе по когнитивному развитию представлены преимущественно две точки зрения — модель Д. Гергея и Дж. С. Уотсона (Gergely, Watson, 1996) и модель М. Холодински (Holodynski, 2013). Обе модели видят в качестве первичного опосредования эмоций экспрессию эмоции в поведении близкого ухаживающего взрослого, но относят к разному возрасту появление у ребенка репрезентации эмоций. Согласно модели М. Холодински, это происходит только около 3-х лет и проявляется в возрастании возможностей ребенка по регуляции своей эмоциональной экспрессии (Holodynski, 2013). В модели Д. Гергея и Дж. С. Уотсона (Gergely, Watson, 1996) такое опосредование происходит сразу по завершении младенчества, в начале второго года жизни. По мнению авторов модели, в этом возрасте возникают полноценные эмоции, и ребенок научается управлять своими действиями на основе своих эмоций как внешнего знака. Таким образом, в этой модели идет речь о возникновении на втором году жизни репрезентации эмоций — способности переживать эмоцию в ситуации, где нет провоцирующей ее стимуляции. Поскольку репрезентация эмоций — представление не просто об экспрессии, но о самой эмоции, способность к репрезентации эмоций другого должна позволять строить ожидания о намерениях другого относительно объектов, вызвавших те или иные эмоционально-экспрессивные оценки другого, на основе этих оценок. Такие представления согласуются с имеющимися в литературе эмпирическими данными: об эффекте восприятия 14-месячными детьми эмоционально-экспрессивной оценки объекта как конвенциональной при сопровождении остенсивной коммуникацией (Egyed et al., 2013) и о социально-референтной оценке при формировании последующего эмоционального отношения детей старше одного года к объектам без актуальной экспрессии взрослого, как было показано в эксперименте, где взрослый выражал отношение к игрушкам (позитивное, нейтральное, негативное) и при последующем нейтральном предъявлении в игре сравнивались реакции на них детей (Hornik et al., 1987). Интересно, что младенцы 8–10 месяцев, то есть до одного года, могут строить ожидания об эмоциональных реакциях персонажа на основе достижения или недостижения им цели (Skerry, Spelke, 2014). Однако это явление не требует собственно репрезентации эмоций: ребенку достаточно эмпатически сопереживать достижению цели персонажем, и актуально переживаемая ребенком эмоция будет соответствовать в момент наблюдения ожидаемой реакции персонажа.

В настоящем исследовании мы поставили задачу проверить, могут ли дети 15–18-месячного возраста, напротив, опираться на прежде продемонстрированные другим человеком эмоциональные оценки объекта при построении ожиданий о поведении этого человека по отношению к данному объекту. Для проверки этого предположения мы использовали парадигму нарушения ожиданий. Эмоции, за которыми наблюдает ребенок в данном исследовании, являются референтными эмоциональными оценками (человек выражает свое эмоциональное отношение к объекту). Эмпирически наш вопрос заключался в том, в каком случае ребенок будет дольше фиксировать взгляд: в случае ожидаемого действия (конгруэнтного предшествующей эмоциональной оценке объекта) или неожиданного (неконгруэнтного эмоциональной оценке).

Исследование 1

Методика. В первом исследовании приняли участие 37 детей в возрасте 15 – 18 месяцев ($M = 16.10$; $SD = 1.20$). В рамках эксперимента дети находились в небольшом огороженном занавесками помещении. Перед ребенком находился планшет, на нем демонстрировалось видео с актрисой, которая взаимодействовала с предметами.

Этап знакомства с эмоцией (предъявлялись два видео): перед актрисой стояли две коробки, закрытые от нее небольшими ширмами. Коробки сконструированы таким образом, чтобы край, направленный к актрисе, был ниже, чем край, направленный к зрителю. Таким образом, ребенок понимает, что актриса видит содержимое коробок, но сам он не видит, что находится внутри коробок, на протяжении обоих этапов. Коробки различаются формой и цветом, но примерно одинаковы по размеру. Ширму перед каждой из коробок поочередно убирают (в кадре видны только руки, убирающие ширму), затем актриса демонстрирует эмоциональное отношение к объекту (заглядывая в коробку и адресуя эмоцию ее содержимому) только через мимику и междометия. В отношении одного объекта демонстрировалась позитивная оценка (приятнь), в отношении другого – негативная (неприятнь). Порядок предъявления варьировался.

Тестовый этап (предъявляются два тестовых видео – конгруэнтное и неконгруэнтное поведение): на видео коробки находятся в центре стола и закрыты общей ширмой. После поднятия ширмы актриса выбирает объект (произносит, какой из объектов выбирает, интонационно-нейтрально, и совершает с ним манипуляции руками) либо конгруэнтно прежде проявленному эмоциональному отношению (выбирает объект, по отношению к которому демонстрировала приятнь), либо неконгруэнтно проявленной ранее реакции (выбирает «неприятный» объект). Лицо актрисы не видно зрителю из-за кепки – таким образом, ребенок видит, что она делает с объектом, слышит ее слова, но не видит мимику и эмоциональные реакции актрисы.

Во время проведения эксперимента айтрекер (Eyelink Portable Duo) фиксирует продолжительность взгляда участника. Таким образом, зависимой переменной является продолжительность фиксации взгляда во время тестового видео, а независимой – конгруэнтность выбора объекта валентности продемонстрированной эмоциональной оценки. Для анализа полученных данных мы использовали критерий Уилкоксона.

Результаты. Мы сравнили время взгляда в тестовой фазе в разных условиях (конгруэнтное или неконгруэнтное) и обнаружили статистически значимые различия ($W = 483$, $p = .047$). Участники значимо дольше смотрели на неконгруэнтный относительно продемонстрированной эмоциональной оценки выбор объекта, чем на конгруэнтный.

Однако данные результаты указывают на возможность ребенка этого возраста опираться на валентность продемонстрированной эмоции при прогнозе намерения другого по отношению к объекту, но не говорят о содержательной интерпретации ребенком значения эмоции другого. В связи с этим мы спланировали второе исследование, где методика была разработана с использованием двух положительных эмоций разного значения – симпатии и интереса.

Исследование 2

Методика. Во втором исследовании принял участие 41 ребенок в возрасте 15–18 месяцев ($M = 16.05$; $SD = 0.84$).

Эксперимент проходит аналогичным образом, как и в первом исследовании, и состоит из фазы знакомства с эмоцией актрисы по отношению к нейтральным объектам и тестовой фазы с конгруэнтным или неконгруэнтным продемонстрированной прежде эмоциональной оценке действием с объектом. Предъявленные эмоциональные оценки имеют одинаковую положительную валентность, но различны по значению (интерес и симпатия). Конгруэнтным интересу намерением было выбрано намерение исследовать объект, конгруэнтным симпатии — намерение погладить объект. Намерение демонстрировалось манипуляциями внутри коробки и вербальным комментарием.

Оба условия по конгруэнтности теста демонстрировались внутрисубъектно, однако предъявление четырех тестовых видео привело бы к утомлению участников, поэтому половине участников были показаны последовательно два тестовых видео, на одном из которых актриса выбирает, чтобы погладить, объект, прежде оцененный как приятный (конгруэнтное поведение), а на другом выбирает, чтобы исследовать, объект, прежде оцененный как приятный (неконгруэнтное), другой половине — два видео, на одном из которых актриса выбирает, чтобы исследовать, тот, что был оценен как интересный (конгруэнтное), а на другом — выбирает, чтобы погладить, тот, что был оценен как интересный (неконгруэнтное). Порядок предъявления конгруэнтного и неконгруэнтного поведения варьировался.

Для анализа данных мы использовали t -критерий Стьюдента.

Результаты. Мы обнаружили разницу во времени взгляда на тестовые видео в конгруэнтных ($M = 9.22$, $SD = 7.19$) и неконгруэнтных ($M = 12.90$, $SD = 7.02$) пробах, $t(23) = 2.499$, $p = .022$ в тех случаях, когда исходной эмоциональной оценкой объекта был интерес: участники значимо дольше смотрели на неконгруэнтное значению продемонстрированной эмоциональной оценки намерение по отношению к объекту, чем на конгруэнтное. Когда на тестовых видео актриса выбирала объект, прежде оцененный как приятный, мы не обнаружили разницу во времени ответа в конгруэнтных ($M = 10.39$, $SD = 4.75$) и неконгруэнтных ($M = 9.87$, $SD = 4.79$) пробах, $t(16) = -0.31$, $p = .76$.

Обсуждение и выводы

Таким образом, результаты исследований указывают на наличие у детей в раннем возрасте репрезентации эмоций, что подтверждает модель Д. Гергея и Дж. С. Уотсона. Так, дети в возрасте 15–18 месяцев опираются на эмоциональные оценки другого в адрес объекта для построения ожиданий относительно его намерения по отношению к этому объекту. Важным моментом является то, что в случае одинаковых по валентности эмоций — интереса и симпатии — непоследовательным поведением для детей является только ситуация, когда объект, к которому проявили интерес, гладят. Мы связываем это с тем, что симпатия может являться более широкой по смыслу эмоцией, а соответственно, по отношению к «симпатичному» объекту можно продемонстрировать более ши-

рокий спектр действий, связанных с положительными эмоциями. Дальнейшие перспективы исследования касаются в первую очередь взаимосвязи данного феномена с типом привязанности. Поскольку ненадежная привязанность формируется вследствие непоследовательного поведения значимого взрослого, мы предполагаем, что дети с таким типом привязанности будут менее чувствительны к неконгруэнтности поведения прежде проявленной эмоции и, соответственно, будут меньшее количество времени смотреть на непоследовательный выбор, чем дети с надежным типом привязанности. Также важно оценить, будут ли дети более младшего возраста демонстрировать такие же результаты, поскольку это позволит дополнительно проверить утверждение о становлении возможности репрезентации эмоций именно в возрасте старше одного года.

Литература

- Egyed K., Király I., Gergely G. Communicating shared knowledge in infancy // *Psychological Science*. 2013. Vol. 24. No. 7. P. 1348 – 1353. <https://doi.org/10.1177/0956797612471952>
- Gergely G., Watson J. S. The social biofeedback theory of parental affect-mirroring: The development of emotional self-awareness and self-control in infancy // *The International Journal of Psychoanalysis*. 1996. Vol. 77. No. 6. P. 1181 – 1212.
- Holodynski M. The internalization theory of emotions: A cultural historical approach to the development of emotions // *Mind, Culture, and Activity*. 2013. Vol. 20. No. 1. P. 4 – 38. <https://doi.org/10.1080/10749039.2012.745571>
- Hornik R., Risenhoover N., Gunnar M. The effects of maternal positive, neutral, and negative affective communications on infant responses to new toys // *Child Development*. 1987. Vol. 58. No. 4. P. 937 – 944. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1987.tb01431.x>
- Moses L. J., Baldwin D. A., Rosicky J. G., Tidball G. Evidence for referential understanding in the emotions domain at twelve and eighteen months // *Child Development*. 2001. Vol. 72. No. 3. P. 718 – 735. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00311>
- Skerry A. E., Spelke E. S. Preverbal infants identify emotional reactions that are incongruent with goal outcomes // *Cognition*. 2014. Vol. 130. No. 2. P. 204 – 216. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.002>

REPRESENTATION OF EMOTIONS IN CHILDREN AGED 15 – 18 MONTHS: EXPECTATION OF CONGRUENCE BETWEEN EMOTIONAL REACTIONS AND ADULT ACTIONS WITH AN OBJECT

Y. S. Dergachev* (1), R. Bencsik (2), I. Király (2), A. A. Kotov (1), T. N. Kotova (3)

ysdergachev@hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary;

3 – ISS RANEPa, Moscow

Abstract. This study aims to investigate the representation of emotions in children aged 15–18 months – their ability to experience an emotion in the absence of actual stimuli that provoke that emotion. We developed a paradigm that involves demonstrating emotionally expressive assessments of two neutral objects and measuring the children's expectations regarding the adult's subsequent actions with those objects. In the first experiment, we compared the duration of time spent watching a test video in which the choice of object was consistent (a pleasant object was selected) versus inconsistent (an unpleasant object was selected). The results showed significant differences between these conditions. In the second experiment, positive emotions were demonstrated, but there were differences in their meaning (interest and sympathy). During the test phase, the demonstrator's intentions (to explore or pet the object) could correspond or not correspond with the previously expressed emotions. The results showed that participants aged 15–18 months were only "surprised" if an adult petted an "interesting" object in the test video. They were not surprised by the intention to pet or explore the "pleasant" object. We consider possible interpretations of these results and plan further research in this area.

Keywords: emotion representation, social learning, emotional development, intention perception, infancy

ОБУЧЕНИЕ КИТАЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТА-КОМПАЬОНА

Е. С. Дубинина* (1), А. А. Котов (1, 2, 3), А. А. Зинина (1, 2, 3), Н. А. Аринкин (1, 2)
ekdub2003@mail.ru

1 — МГЛУ, Москва;

2 — НИЦ «Курчатовский институт», Москва;

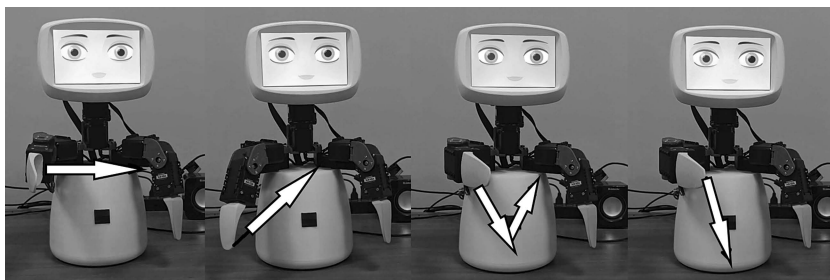
3 — РГГУ, Москва

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена растущим интересом к изучению китайского языка и сложностью освоения его тональной системы и грамматики. Цель работы — оценка возможностей обучения китайскому языку с использованием робота-компаньона при полном отсутствии взаимодействия с учителем-человеком. В конце обучения испытуемый должен самостоятельно строить простые локативные предложения, например *Книга находится на столе*. Для робота Ф-2 была разработана программа обучения и проведена экспериментальная оценка эффективности. Программа обучения включала два урока, за которые испытуемые проходили четыре учебных модуля: фонетика, лексика, изучение конструкций с послелогом, изучение структуры локативного предложения. Для участия в эксперименте были привлечены студенты вуза без опыта изучения китайского языка ($N = 34$, 9 мужчин, средний возраст 22 года). Экспериментальная группа обучалась с роботом: робот объяснял фонетику и грамматику, тренировал испытуемых в каждом модуле. Контрольная группа обучалась с человеком через систему видеоконференции. Ученики в двух группах продемонстрировали одинаковые уровни итогового владения материалом. При этом в группе обучения с роботом участники более высоко оценили методичность обучения ($p = .046$), собственный уровень усвоения материала ($p = .029$) и собственную мотивацию к продолжению изучения китайского ($p = .040$). Результаты могут использоваться для разработки эффективных инструментов самостоятельного изучения иностранных языков.

Ключевые слова: китайский язык, робот-компаньон, тональная система, обучение языкам, RALL, персонализация обучения

Введение

Растущий интерес к изучению китайского языка при сложности его фонетики и грамматики обуславливает актуальность разработки эффективных методов обучения. Существующие подходы самообучения часто не обеспечивают достаточную обратную связь и персонализацию, что затрудняет освоение языка (Shamansurov, 2023). Цель данного исследования — разработка и оценка системы обучения китайскому языку с роботом-компаньоном без взаимодействия с учителем-человеком. Для достижения этой цели была раз-



а) первый тон

б) второй тон

в) третий тон

г) четвёртый тон

Рисунок 1. Жесты робота для демонстрации фонетического рисунка тонов китайского языка

работана краткая программа обучения, включающая изучение тонов, лексики и грамматики. Программа включала модули изучения тональной системы и модуль изучения послелогов — оба явления не имеют аналогов в русском языке, родном для участников эксперимента (Cai, 2013). Данная программа была использована в эксперименте с двумя группами: участники изучали китайский с роботом-компаньоном Ф-2 или с человеком-учителем через систему видеоконференции. В исследовании мы опирались на методы изучения языка с помощью роботов — *Robot Assisted Language Learning (RALL)*. Результаты исследований могут предоставить человеку новые интерактивные методы для самостоятельного изучения иностранного языка с помощью роботов-компаньонов (Рудик, 2023) или дополнить программу изучения языка с учителем-человеком.

Метод

Программа обучения была направлена на то, чтобы научить испытуемого устно строить простые локативные предложения, например *Книга находится на столе* (书在桌子上). Программа включала два урока, за которые испытуемые проходили четыре учебных модуля: фонетику, лексику, изучение конструкций с послелогом, изучение структуры локативного предложения. В каждом модуле робот сначала объяснял тему, а затем тренировал человека по этой теме. Где это было возможно, робот использовал жесты: в своих объяснениях, при исправлении ошибок человека, а также при тренировке — в качестве имплицитных подсказок, например, подсказывая тон слова при изучении лексики (см. рис. 1). Общая продолжительность одного урока составляла 40–50 минут. Испытуемый проходил два урока за одну неделю, а через несколько дней участвовал в контроле уровня знаний.

Группа, изучавшая язык с роботом, сравнивалась с группой, изучавшей язык с преподавателем-человеком через систему видеоконференции. Видеоконференции с преподавателем сравнимы с методом RALL в том, что человек может изучать язык в удобном ему месте без посещения школы и без личной встречи с преподавателем. Этот метод сейчас широко распространен, и наша

задача состояла в том, чтобы оценить, может ли робот-ассистент улучшить или заменить эту существующую практику.

Для эксперимента мы использовали межгрупповой дизайн. Это позволило нам достичь основной цели: на итоговом контроле оценить уровень знаний испытуемых, полученный только при занятиях с роботом, без общения с человеком. Хотя внутригрупповой дизайн обладает преимуществами, такими как повышенная статистическая мощность и необходимость в меньшем количестве участников, однако он подвержен эффектам переноса (опыт обучения одним методом влияет на результаты обучения другим) и утомления (снижение мотивации участников из-за длительного участия в эксперименте). Межгрупповой дизайн позволяет избежать этих эффектов и сравнить разные итоговые результаты, каждый из которых получен своим методом. Мы можем предположить, что в реальной практике разные методы изучения языка должны комбинироваться, но проверка этого тезиса не входила в задачи исследования.

Для сопоставимости экспериментальных условий продолжительность уроков, проводимых учителем через систему видеоконференций, соответствовала длительности занятий с роботом. Преподаватель следовал той же программе обучения, что и робот: объяснения грамматики и фонетики, списки лексики, синтаксические фрагменты и предложения, используемые для объяснения и предлагаемые для перевода на китайский, были одинаковыми.

Программа робота позволяла корректировать различные типы ошибок испытуемого, что было призвано имитировать интерактивность, предоставляемую учителем. При этом на экспериментаторе, контролировавшем эксперимент из-за ширмы, лежала задача нажимать кнопку при правильных ответах испытуемого. Обработка роботом базовых ошибок испытуемых происходила автоматически, без ожидания реакции со стороны экспериментатора. При подготовке эксперимента мы рассматривали возможность использовать систему искусственного интеллекта для оценки ответов испытуемых, но отказались от этого варианта для улучшения точности оценки ошибок. Мы предполагаем, что оценка ответов с помощью искусственного интеллекта может быть далее внедрена в предложенную структуру взаимодействия.

В исследовании приняли участие 34 респондента в возрасте 18–30 лет (9 мужчин, 25 женщин, средний возраст — 22 года) без опыта изучения китайского языка. Испытуемые были случайно распределены на две группы по 17 человек. Испытуемые экспериментальной группы учились очно с роботом в лаборатории, а участники контрольной группы обучались по той же программе через систему видеоконференции (через планшет), при этом они также находились в лаборатории, а преподаватель подключался к системе видеоконференции из соседней комнаты.

Результаты

Эффективность обучения — общее количество правильных ответов в блоках фонетики, лексики и грамматики (построение предложных групп и предложений) — было одинаковым в двух экспериментальных группах. Таким образом, обучение с роботом демонстрировало эффективность, соот-

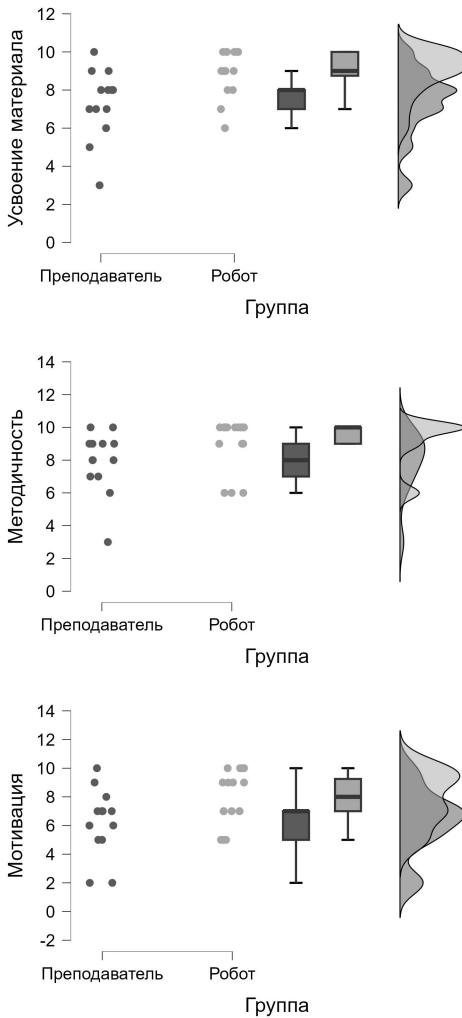


Рисунок 2. Субъективные оценки испытуемыми уровня усвоения материала, методичности программы обучения и мотивации к продолжению изучения языка

ветствующую более традиционным методам обучения с человеком. Группы отличались по субъективным оценкам. После обучения участникам предлагалось в анкете оценить ряд параметров обучения на шкалах от 1 до 10, где 1 соответствовало минимальной оценке, а 10 – максимальной. Для анализа различий использовался U-критерий Манна–Уитни. Группа, занимавшаяся с роботом, более высоко оценила собственный уровень усвоения материала ($p = .029$), методичность программы обучения ($p = .046$) и собственную мотивацию к продолжению изучения китайского языка ($p = .040$) (см. рис. 2).

Что касается оценок группами испытуемых комфорта обучения, понятности материала, захватывающего характера обучения, готовности рекомендовать метод другим и степени стеснения, то по этим параметрам статистически значимые различия между группами отсутствовали ($p > .05$). Это указывает на возможность робота соответствовать уровню уроков, проводимых человеком. Робот обеспечивает сравнимый уровень комфорта и доступности материала, что является важным фактором для многих обучающихся.

Эти результаты говорят, что робот может быть особенно полезен для людей, которые ценят предсказуемость, структурированный подход и возможность заниматься в собственном темпе без ощущаемого «давления» со стороны личности учителя. Хотя по оценке «стеснения» робот опережал человека в процессе эксперимента (люди указывали, что стеснялись с роботом меньше), но по итоговым результатам различия в оценке уровня стеснения между группами не получили статистической значимости ($p = .058$). Мы планируем продолжить исследование этого параметра: мы предполагаем, что оценка стеснения ученика зависит от личности учителя, для чего необходимо сравнить параметры стеснения учеников с разными людьми-учителями (в данном эксперименте принимал участие только один человек-учитель).

Полученные результаты показывают, что роботы могут быть эффективным инструментом для обучения языкам, предоставляя структурированный и мотивирующий подход к изучению материала. Робот не просто заменяет преподавателя, но и открывает новые возможности для обучения китайскому языку. Внедрение RALL в педагогическую практику требует комплексного подхода, включающего снижение стоимости и повышение надежности роботов-компаньонов; разработку специализированного интерактивного и увлекательного учебного контента, учитывающего возможности RALL; обучение преподавателей эффективной интеграции роботов в учебный процесс; проведение дальнейших исследований для оценки эффективности RALL в различных контекстах. Дальнейшие исследования будут направлены на расширение набора учебных материалов, добавление функций персонализации обучения, исследование влияния различных типов обратной связи на эффективность обучения и использование методов машинного обучения для автоматической оценки ответов испытуемого и для адаптации программы обучения к индивидуальным потребностям ученика.

Литература

Рудик Е. Д. Развитие робототехники и ее будущее: применение, этика и безопасность // Вестник науки. 2023. Т. 5. № 7. С. 246 – 249.

Cai L. The semantic functions of prepositions and postpositions in Chinese spatial circumpositions – A perspective from language typology // Chinese Lexical Semantics. CLSW 2013. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. Vol. 8229. P. 248 – 257. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45185-0_27

Shamansurov S. S. Investigation into the utilization of AI in instructing Chinese as a second language // Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. 2023. Vol. 3. No. Special issue 21. P. 237 – 242. <https://doi.org/10.24412/2181-1784-2023-21-237-242>

CHINESE LANGUAGE LEARNING SYSTEM USING A ROBOT COMPANION

E. S. Dubinina* (1), A. A. Kotov (1, 2, 3), A. A. Zinina (1, 2, 3), N. A. Arinkin (1, 2)
ekdub2003@mail.ru

1 – Moscow State Linguistic University, Moscow;

2 – NRC “Kurchatov Institute”, Moscow;

3 – RSUH, Moscow

Abstract. There is growing interest in learning Chinese, but students often have difficulty with its tonal system and grammar. We aim to evaluate a Chinese language learning system that uses a companion robot and does not require interaction with a human teacher. By the end of the training, participants are expected to construct simple locative sentences, e.g., “The book is on the table.” A training program was developed for the F-2 robot, and its effectiveness was evaluated experimentally. The program included two lessons with four training modules: phonetics, vocabulary, constructions with postpositions, and grammar of locative sentences. University students with no prior experience of learning Chinese ($N = 34$, 9 males, mean age 22) participated in the experiment. The experimental group studied with the robot, which explained phonetics and grammar and provided training in each module. The control group trained with a human teacher via a videoconferencing system. Students in both groups achieved similar Chinese proficiency levels. Participants in the robot-assisted group rated higher the systematic approach to learning ($p = .046$), their own level of knowledge ($p = .029$), and their own motivation to continue learning Chinese ($p = .040$). The results can be used to develop effective tools for personal foreign language learning.

Keywords: Chinese language, robot companion, tonal system, language learning, RALL (Robot-Assisted Language Learning), personalized learning

АГА-ПЕРЕЖИВАНИЕ И ПЕРЕНОС ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ

А. В. Дюгай*, А. Д. Савинова, В. Ф. Спиридонов

angelina.dyugay@yandex.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. В психологии мышления активно изучается вопрос о повышении эффективности переноса найденного способа решения на сходные задачи, однако исследований роли ага-переживания в данном процессе не было. Мы предполагаем, что ага-переживание может оказывать значимое положительное влияние на успешность переноса, поскольку 1) известно, что эмоции влияют на запоминание решения; 2) важная функция ага-переживания — запоминание информации (Danek et al., 2013). Для проверки данной идеи мы провели эксперимент с использованием четырех пар изоморфных задач. На первом этапе испытуемые решали четыре задачи, сообщали о наличии инсайта, а после заполняли опросник ага-переживания (Danek, Wiley, 2017). Через 10–20 дней проводился второй этап исследования, аналогичный первому, но с использованием второй задачи из пары. Результаты показали: 1) время решения двух из четырех пар изоморфных задач значимо сократилось на втором этапе; 2) отдельные шкалы ага-переживания оказали значимое влияние на разницу во времени решения двух из четырех пар задач. Однако влияние ага-переживания было неоднозначным: если шкалы удовольствия, внезапности и драйва снижали вероятность решить вторую задачи из пары быстрее, то высокие баллы по шкале удивления, напротив, увеличивали вероятность быстрее найти решения второй изоморфной задачи. Полученные данные указывают на влияние ага-переживания на перенос, но требуют дальнейших исследований.

Ключевые слова: перенос, ага-переживание, инсайт, изоморфные задачи, решение задач

Введение

В повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с решением разнообразных мыслительных задач и можем полагаться на прошлый опыт решения похожих задач, чтобы справиться с новой проблемной ситуацией. Способность перенести решение прошлой задачи на новую называется переносом (Спиридонов, 2020). Достаточно много исследований посвящено изучению феномена переноса, однако они в большей степени сосредоточены на изучении влияния абстрагирования, деконтекстуализации и других когнитивных аспектов на перенос без учета эмоциональных и метакогнитивных факторов (George, Wiley, 2018). Основываясь на исследовании А. Данек и коллег (Danek et al., 2013), мы предположили, что успешность переноса может зависеть от аффективного аспекта, в частности — ага-переживания.

А. Данек и коллеги (2013) изучали влияние ага-переживания на запоминание решения. Испытуемые смотрели 34 видеоклипа с фокусами с целью разгадать, как они выполняются. После решения предлагалось сообщить о наличии инсайта и ага-переживания во время нахождения решения. По истечении 14 дней испытуемым было предложено вспомнить найденные решения. Результаты показали, что решения, сопровождающиеся ага-переживанием, вспоминались значимо лучше, чем решения без ага-переживания. Эти данные можно интерпретировать как положительное влияние испытанного ранее ага-переживания на воспоминания о решениях. Авторы предполагают, что высокая эмоциональная вовлеченность во время инсайта может способствовать лучшему запоминанию. Эти результаты подчеркивают важность ага-переживания в запоминании решения и могут быть косвенным доказательством положительной роли ага-переживания в переносе.

Таким образом, наша гипотеза звучит следующим образом: если задача была решена с ага-переживанием, то это способствует успешному переносу решения между изоморфными задачами.

Методика

В исследовании приняли участие 59 человек (из них 3 мужчины) в возрасте от 18 до 24 лет ($M = 20$, $SD = 1$). Все участники — студенты психологического факультета ИОН РАНХиГС.

В качестве стимульного материалы были выбраны четыре пары изоморфных инсайтных задач (графическое представление можно посмотреть по ссылке: <https://drive.google.com/drive/folders/1rySl6z3xLQ2n10bYd5zVyZLBU3mU2hw>).

1. Задачи спичечной алгебры, требующие декомпозиции чанка для нахождения решения. Инструкция для обеих задач из пары: «Пожалуйста, переложите одну палочку так, чтобы равенство стало верным». Задачи предъявлялись в виде карандашей на поверхности стола: а) $VI = VI$ и б) $X I = X$.
2. Задачи на поворот: треугольник из монет и «рыбка». Инструкция для треугольника из монет: «Пожалуйста, передвиньте три монеты так, чтобы треугольник был направлен вниз». Задача предъявлялась в виде монет на поверхности стола. Инструкция для задачи с рыбкой: «Пожалуйста, переложите 3 спички так, чтобы рыбка плыла вправо». Задача предъявлялась в виде спичек на поверхности стола. Обе задачи в некоторой степени требуют декомпозиции чанка.
3. Задачи с монетами: «8 монет» (упрощенная версия) и «12 дисков». В обеих задачах для нахождения успешного решения необходимо перейти в 3D-пространство и положить монеты друг на друга. Задачи предъявлялись в виде монет на поверхности стола. Инструкция для задачи «8 монет» была следующей: «Вам необходимо переместить две монеты из восьми таким образом, чтобы каждая монета касалась ровно трех других». Инструкция для задачи «12 дисков»: «Расположи 12 дисков так, чтобы рядом с каждой из сторон шестиугольника было по 4 диска».

4. Задачи Дж. Катоны, в которых необходимо учитывать контуры фигуры как еще одну фигуру, соответствующую условиям. Одна из задач была связана с треугольниками, вторая — с квадратами. Инструкция для пары задач практически одинаковая: «Пожалуйста, переложите 3 палочки так, чтобы получилось 5 квадратов (треугольников)». Задачи предъявлялись испытуемому в виде спичек на поверхности стола.

На решение каждой задачи давалось 10 минут, кроме задач со спичками, на них отводилось 5 минут. Если задача не была решена, на нее давался ответ, а решение помечалось как индуцированное. После каждой задачи, вне зависимости от самостоятельности / индуцированности решения, испытуемый отвечал на вопросы: а) испытал ли он инсайт (да/нет); б) об ага-переживании (Daneke, Wiley, 2017) с помощью шкал удовольствия, удивления, внезапности, облегчения, уверенности, драйва (от 1 до 7 баллов, где 7 — максимальная выраженность ага-переживания); в) оценка агентности решения: «Я решил данную задачу самостоятельно — решение пришло ко мне как бы из ниоткуда» (от 1 до 7).

Эксперимент проходил в два этапа. На первом этапе испытуемый получал для решения четыре задачи, по одной задаче из каждой пары. Для избежания влияния позиционного эффекта все задачи рандомизировались (и внутри пары, и порядок предъявления пар). Второй этап эксперимента проходил спустя 10 – 20 дней после первого. Испытуемому предъявлялись вторые задачи из пары. В остальном процедура полностью повторяла первый этап. После решения всех задач испытуемому задавали вопросы на эпизодическую память: а) «Вы вспомнили решение какой-то похожей задачи? Вы помните, когда и как вы ее решали?» б) «Вы вспомнили, что решали похожую задачу 10 (и более) дней назад в моем эксперименте? Помните ее условия?»

Результаты

С помощью критерия Вилкоксона было показано, что время решения в задачах спичечной алгебры ($W(59) = 1166$, $p = .004$, $r_{\text{об}} = .411$) и в задачах Катоны ($W(59) = 1372.0$, $p < .001$, $r_{\text{об}} = .782$) значительно снизилось во втором этапе (спички: $M = 88.4$, $SD = 89$; задачи Катоны: $M = 114.1$, $SD = 178.4$) по сравнению с первым (спички: $M = 147.5$, $SD = 107$; задачи Катоны: $M = 270.6$, $SD = 236.9$). В двух оставшихся парах задач время решения значительно не изменилось.

Далее для каждой пары задач было посчитано, как на разницу между временем решения первой и второй задачи будет влиять ага-переживание, испытанное после первой задачи. Для этого из времени решения первой задачи было вычтено время решения второй задачи. Если получившееся число положительное, значит, время второй задачи меньше, чем первой, и произошел перенос; если время отрицательное — переноса нет, вторая задача решалась дольше первой; если разница близка к 0 — обе задачи решались одинаково по времени. Для оценки ага-переживания были использованы баллы шкал удовольствия, удивления, внезапности, облегчения, уверенности и драйва, которые испытуемые поставили после решения первой задачи из пары. После была использована линейная регрессия для каждой из пар задач. Зависи-

мая переменная — разница во времени, независимые переменные — шкалы ага-переживания.

Влияние ага-переживания на разницу во времени решения было значимым для двух задач из четырех — задачи спичечной алгебры и задачи с монетами, — но зависит от шкалы. Для задач спичечной алгебры полученная линейная модель значимо превосходит нулевую модель, $F(6, 52) = 3.82$, $p = .003$, $R^2 = .226$. Регрессионное уравнение было следующим:

$Время_1 - Время_2 \sim 160.8 - 44.2 \times \text{удовольствие} + 24.9 \times \text{Удивление} - 12.9 \times \text{Внезапность} - 1.6 \times \text{Облегчение} - 1.8 \times \text{Уверенность} + 18.3 \times \text{Драйв}$

Однако только две шкалы оказывали значимое влияние на разницу во времени: *удовольствие*, $t(59) = -2.99$, $p = .004$, и *удивление*, $t(59) = 2.148$, $p = .036$, причем в противоположных направлениях.

Другой результат был получен для пары задач с монетами: построенная модель значимо превосходит нулевую, $F(6, 52) = 4.201$, $p = .002$, $R^2 = .326$. Регрессионное уравнение было следующим:

$Время_1 - Время_2 \sim 562.4 - 75.1 \times \text{Удовольствие} + 45.9 \times \text{Удивление} - 41.4 \times \text{Внезапность} + 39.3 \times \text{Облегчение} + 31.6 \times \text{Уверенность} - 88.5 \times \text{Драйв}$

В данном случае на разницу во времени также оказывали значимое влияние только две шкалы опросника, но в этом случае это были шкалы *внезапности*, $t(59) = -2.18$, $p = .034$, и *драйва*, $t(59) = -2.31$, $p = .025$.

Обсуждение и выводы

Данное исследование было посвящено проверке идеи о том, что эмоциональный компонент в виде ага-переживания повысит эффективность переноса решения с одной изоморфной задачи на другую. Ранее было показано, что такие традиционные факторы, как абстрагирование, деконтекстуализация и сходство задач, хоть и влияют на перенос, но при их наличии уровень спонтанного переноса немногим превосходит 22 % (George, Wiley, 2018). В данном исследовании мы хотели проверить, оказывает ли сила ага-переживания влияние на процесс переноса. Мы предполагали, что чем выше будет ага-переживание, тем с большей вероятностью решение перенесется на вторую, аналогичную, задачу из пары. При этом влияние переноса мы обнаружим не в самом факте решения второй задачи, а в значимом сокращении времени решения.

Наши результаты показали, что для двух из четырех задач произошел перенос решения: время решения второй задачи пары значимо сократилось по сравнению с первой. Для двух из четырех задач мы также обнаружили связь между разницей во времени решения и шкалами ага-переживания. Стоит отметить, что только одна пара задач (спичечная алгебра) продемонстрировала и перенос решения, и связь времени со шкалами ага-переживания. В другой паре задач (задачи с монетами) хотя и была связь между разницей во времени и ага-переживанием, но значимое сокращение времени решения отсутствовало, $W(59) = 873$, $p = .082$, $r_{\text{то}} = .22$.

Если рассматривать подробнее те случаи, когда разница во времени решения была связана со шкалами ага-переживания, то мы увидим, что разные

шкалы влияют на решение различным образом. Для задач спичечной алгебры высокие баллы по шкале удовольствия снижают вероятность решить вторую задачу быстрее, но высокие баллы по шкале удивления, напротив, увеличивают вероятность быстро решить вторую задачу. Для пары задач с монетами значимое влияние оказывают совсем другие шкалы — внезапности и драйва. Данные шкалы действуют уже схожим образом: чем выше балл, тем меньше вероятность, что вторая задача будет решена быстрее первой. Возможно, тот факт, что шкалы оказывают противоположное влияние, говорит о неоднозначной структуре ага-переживания, объединяющей различные по своей природе шкалы в единое метакогнитивное переживание.

Полученный результат — негативное влияние шкал ага-переживания на сокращение времени решения — противоположен тому, что мы ожидали. Мы исходили из того факта, что наличие эмоций должно помочь лучше запомнить решение и, как следствие, перенести его принцип на схожую задачу. Возможно, препятствием стало слишком хорошее знакомство с задачей. Об этой проблеме писали Т. Джордж и Дж. Вайли (George, Wiley, 2018): известность предварительной задачи может стать препятствием для усмотрения ее абстрактной структуры и переноса решения, поскольку подобная задача будет восприниматься только с точки зрения ее поверхностных свойств. Делать однозначные выводы о роли ага-переживания в переносе решения пока рано, но данное направление работы кажется нам перспективным и требует дальнейшего изучения и разработки.

Литература

Спиридонов В. Ф. Психология мышления. Решение задач и проблем. Учебное пособие 2-е изд., испр. и доп. М.: РГГУ, 2020.

Danek A. H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Aha! experiences leave a mark: Facilitated recall of insight solutions // *Psychological Research*. 2013. Vol. 77. No. 5. P. 659–669. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0454-8>

Danek A. H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 7. P. 2077:1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>

George T., Wiley J. Breaking past the surface // *Insight* London: Routledge, 2018. P. 143–168. <https://doi.org/10.4324/9781315268118-8>

AHA! EXPERIENCE AND THE TRANSFER OF INSIGHTFUL SOLUTIONS

A. V. Dyugay*, A. D. Savinova, V. F. Spiridonov

angelina.dyugay@yandex.ru

Russian Presidential Academy of National Economy
and Public Administration, Moscow

Abstract. In the psychology of problem solving, research is lacking on the role of the Aha! experience in effectively transferring a found solution method to similar tasks. We hypothesize that the Aha! experience may significantly influence the successful solution transfer, since 1) emotions influence the memorization of a solution; and 2) a notable function of the Aha! experience is the memorization of information (Danek et al., 2013). We conducted an experiment using 4 pairs of isomorphic problems. Participants solved 4 problems, reported the presence of insight, and then completed an Aha! experience questionnaire (Danek, Wiley, 2017). After 10–20 days, participants solved the second problem from each pair. The results showed 1) solution times for 2 of the 4 pairs of isomorphic problems significantly decreased in the second stage; and 2) the Aha! experience factor significantly influenced the difference in solution times in 2 of the 4 problem pairs. However, the impact of the Aha! experience was ambiguous: the scores on scales of pleasure, suddenness, and drive decreased the probability of solving the second problem faster, but high surprise scale scores had the opposite effect. The data indicate the influence of the Aha! experience on solution transfer, but require further research.

Keywords: transfer, Aha! experience, insight, isomorphic problems, problem solving

ПРОКСЕМИКА В ДИАЛОГЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЖЕСТЫ ГОЛОВЫ НА МАТЕРИАЛЕ КОРПУСА CAFE

А. А. Евдокимова

arochka@gmail.com

Институт языкознания РАН, Москва

Аннотация. В докладе будет показано на материале испаноязычного корпуса CAFE, насколько положение собеседников относительно друг друга и занимаемые ими позы тела влияют на их взаимодействие и жесты головы. На выборке из коммуникативной части корпуса было произведено разбиение видеопотока на движения головы и аннотирование ее жестов по методике, разработанной для корпуса RUPEX и уже показавшей свою эффективность для испаноязычного материала. При аннотировании выяснилось, что в некоторых видео в ряде позиций, в которых ожидалось, согласно предыдущим исследованиям цефалического канала, жесты головой вниз, указательного или прагматического характера, вместо них выполнялись либо наклоны головы, либо повороты, с дополнительной регуляторной функцией. Такая же тенденция наблюдалась и в другой выборке испаноязычного материала с документальными фильмами и короткими видео. При более детальном изучении дизайна видеофрагментов, на которых была выявлена указанная тенденция, было определено, что на ее появление влияет расположение собеседников по отношению друг к другу или воображаемому собеседнику и те позы на стульях, которые они занимают. Таким образом, в выборке из корпуса CAFE, скорее всего, вследствие профессии участников (все они хореографы, танцовщики и педагоги танца), регуляторная функция жестов головы становится ведущей при выборе направления жеста с ориентацией на собеседника и в 70 % случаев превалирует над более универсальным для этих контекстов жестом головой вниз. В дальнейшем планируется проверить полученные результаты на участниках, не привыкших работать на публику.

Ключевые слова: корпус CAFE, жесты головы, позы тела, проксемика, регуляторные жесты, мультимодальность, испанский язык

Введение

Описывая лингвистические функции движений головы, Э. Мак-Клэйв (McClave, 2000) обращает внимание на их дифференциацию в зависимости от контекста при существовании универсалий, свойственных не только американскому английскому, но и русскому языку (см. Гришина, 2017). Обе исследовательницы последовательно показывают, что жесты головы вследствие физиологических ограничений движений этой части тела и их зависимости от зоны видимости и зоны коммуникации могут сочетать в себе разные функции и зависеть от дизайна эксперимента в большей степени, чем жесты рук. При этом проксемические условия обычно строго задаются в экспериментах, что не соответствует спонтанной коммуникации. Нам представляется интерес-

ным разобрать примеры спонтанной коммуникации в разных проксемических условиях и определить степень их влияния на традиционные цефалические универсалии, например прагматические жесты головой вниз.

Материал

В качестве материала для анализа был использован испаноязычный корпус CAFE (*comunicación de los artistas flamencos españoles*), основу которого составляют архив Национального балета Испании (<https://www.youtube.com/@BalletNacionalEspana>) и выступления танцоров в таблао «Casa patas» (<https://www.youtube.com/@CasaPatasflamencoenvivo>). Для выявления характерных паттернов движения танцоров и влияния этих особенностей на их цефалические портреты в корпус были включены интервью, а также видео с мастер-классов, опубликованные ими на страницах в соцсетях. На данном этапе исследования в корпус входит 450 видео длиной от 0.5 минуты до 1.5 часов, из которых была составлена выборка в 23 видео (2 час 20 мин.). Для определения степени влияния типа коммуникации (диалог или монолог) на зависимость жестикуляции от местоположения собеседников по отношению друг к другу в выборку были включены и монологические, и диалогические фрагменты. Также была составлена дополнительная выборка испаноязычных материалов с монологическими фрагментами из фильмов серии «Rito y Geografía del cante Flamenco» и рилсов блогера Нурии (*howtonuria*) для верификации, насколько выделенные особенности жестового поведения в цефалическом канале характерны для испанского языка или определяются дизайном проаннотированных видео из первой выборки из корпуса CAFE.

Методика

Поскольку в известных нам работах с анализом цефалического канала на материале испанского языка не описано собственной методики аннотирования (Jiménez-Bravo, Marrero-Aguilar, 2024; Pan et al., 2024), то при обработке материала мы использовали методику, разработанную для корпуса RUPEX, ранее уже апробированную на испаноязычном материале (Евдокимова, 2024; Евдокимова, 2025а; Евдокимова, 2025б). Весь видеопоток был размечен нами в программе Elan (<https://archive.mpi.nl/tla/elan>) на отдельные движения головы с тэгированием их типа, направления и амплитуды. Дальнейшее распределение по жестам проводилось, согласно принципам аннотирования (Sukhova, Evdokimova, in press), с указанием их функций и маркировкой в отдельном слое под названием Proxemics, выполнялись ли они в сторону собеседника/ов или от него/них. Поскольку в наших предыдущих исследованиях испаноязычного материала (Евдокимова, 2025а; Евдокимова, 2025б) мы выявили, что описываемые ранее характерные для цефалического канала универсалии представлены в испанском языке и реализуются при различных сопутствующих факторах в других каналах, например при совпадении с логическим ударением, то в данном исследовании мы уделяли особое внимание тем фрагментам видео, где ожидали появление «универсального» жеста и размечали в отдельном слое, появился он или нет и какому жесту было отдано предпочтение вместо него.

Результаты

Нами было размечено 23 видео из корпуса CAFE, из которых девять были диалогическими, а остальные монологическими фрагментами, а также четыре монолога из блога Нурии (howtonuria) длительностью 5-08 и монологические фрагменты из четырех документальных фильмов серии «Rito y Geografía del cante Flamenco» («Jose Menese», «El Vino y el Flamenco», «Fiesta Gitana por Tangos», «Niños cantaores») с ведущим Хосе Марией Велазкесом-Газтелу длительностью 35 минут. В диалогических фрагментах мы аннотировали всех участников: и тех, кто брал интервью и был ведущим, и тех, кто отвечал на вопросы и комментировал. Среди диалогических фрагментов у нас были представлены две категории. В одной, с беседами хореографа и руководителя Национального балета Испании Рубена Ольмо, ведущим выступал он, а беседовали с ним также танцовщики и хореографы. В другой, с интервью Кармен Ла Телегоны, отвечала Кармен, а вопросы задавала журналист, как и в интервью Антонио Нахарро. При этом в монологах у Кармен Ла Телегоны было несколько дизайнов видео: в одном случае студенты сидели по обе ее руки полукругом, а в другом — перед ней, и ее жестовое поведение в этих дизайнах отличалось. В первом она использует большое число регуляторных жестов (55 %), в основном поворотов головы направо и налево, распределяя свое внимание между обеими группами слушателей, остальные жесты по функциям: прагматические (24.7 %), изобразительные (1.3 %), биты (10 %), указательные (3 %) и указательно-прагматические (6 %). В случае интервью она игнорирует стоящий перед ней микрофон, а ее жестикуляция головой и корпусом сдержаннее, чем на видео с ее занятий. Среди характерных движений она часто использует кивки, мотания головой из стороны в сторону. При анализе жестов ее собеседницы видно, что они сидят не ровно напротив друг друга, поскольку та часто использует повороты головы в сторону Кармен, которые осуществляет из позы «голова наклонена в сторону собеседника». Тем самым она демонстрирует большую подстройку к Кармен Ла Телегоне, чем та к ней, что видно и по соотношению регуляторных жестов. Здесь у Кармен их всего 27 %, а у журналистки 62 %.

Иначе в подобном дизайне ведет себя Антонио Нахарро, его собеседника мы в видео не видим, но явно он располагается перед ним. Большая часть его жестов направлены вперед или вниз к микрофону, которые перемежаются жестами головой вверх, характерными для его цефалического портрета. За все время он делает всего три поворота головой малой амплитуды и несколько наклонов, которые скорее служат аккомодаторами к позе головы, так как часть диалога он ведет с небольшим наклоном вправо. При анализе функций оказалось, что только 7.5 % его жестов регуляторные, остальные прагматические (67 %), указательные (2.5 %), указательно-прагматические на руки (11 %) и биты (12 %). При этом и репертуар жестов по их направлению движения, и распределение по функциональным типам близки к монологическим фрагментам из документальных фильмов с Х. Марией Велазкесом-Газтелу, который также снят фронтально к зрителю и использует небольшой наклон головы при повествовании. В противоположность ему Нурия, которая также часто сни-

мается фронтально к зрителю, гораздо более эмоциональна и разнообразна в своем жестовом репертуаре. Она словно разговаривает с воображаемыми собеседниками, которые в некоторых видео располагаются не напротив нее, отсюда у нее возникают в их сторону регуляторные жесты (25 %). В некоторых случаях она использует жесты-эмблемы (10 %) или изобразительные жесты рук, которые затрагивают голову, что приводит к жестам головы (6 %), связанным с этими действиями. Также ее цефалический портрет характеризуется обилием указательно-прагматических жестов (42 %) на жесты рук или указательных на те предметы, которые она показывает зрителю, а также изобразительными жестами (8 %).

У Рубена Ольмо большая часть жестов правоориентированы (74 %), так как его собеседники чаще сидят по диагонали справа от него. К тому же он любит сидеть нога на ногу, но ерзает в этой позе и меняет положение. Отсюда большое число фоновых жестов разного типа, которые сопровождают основное жестовое поведение. Жестовое поведение его собеседников разнится. Кто-то предпочитает более скупую жестикуляцию, развернув тело в сторону Рубена Ольмо и почти не меняя позиции головы относительно вертикальной оси, проходящей через позвоночник говорящего. А кто-то наклоняется в его сторону и время от времени меняет положение тела, что создает всплеск фоновых жестов головы. Однако в этой подборке есть и видео, где ведется диалог, и тогда со сменой дизайна при том, что Ольмо продолжает сидеть в позе нога на ногу, меняется и его выбор жестов, в этих беседах у него по-прежнему регуляторных жестов около 40 % в среднем на беседу, но уже они не только правоориентированы и представляют собой также движения головы в других плоскостях и направлениях: вперед-назад, вниз-вверх, хотя также являются регуляторными (53 %) с наложениями других функций (указательной, прагматической и ритмической).

Диалог Ольги Перисет и Росио Молины происходит в двух форматах: в рамках класса в хореографическом зале, в процессе разучивания хореографии и после него, когда они сидят на одном диване. При этом в первой части видео, в зале, они обе объясняют движения другим танцорам, и Ольга Перисет не поддерживает тесного контакта глазами, предпочитая отворачивать голову от собеседника и больше показывать, в то время как Росио Молина держит контакт и для этого использует регуляторные жесты (56 %), поскольку в процессе хореографии у них много перемещений относительно друг друга. При этом жестикуляция во второй части у Росио более сдержанна, она почти зафиксировала голову, используя небольшое число прагматических и указательных жестов. В то же время жестикуляция Ольги изобилует и регуляторными жестами в сторону Росио (45.5 %), и указательными в сторону других танцовщиков (23 %).

Обсуждение и выводы

Как мы видим, материал из корпуса CAFE, в отличие от корпуса RUPEX, собранный из видео разных дизайнов, позволяет проследить влияние проксемики и расположения говорящих и слушающих по отношению к друг другу на

выбор говорящим жеста головы. Наглядно видно, что в некоторых дизайнах, когда собеседники оказываются не напротив друг друга или когда слушающих много и они расположены не только напротив, увеличивается число регуляторных жестов у говорящих (в среднем до 40 – 55 %), хотя они даже в этих случаях прибегают к разным стратегиям. Кто-то предпочитает быть в большем контакте и почти не отрывает взгляда, а кто-то жестикулирует головой с меньшей привязкой к зрительному контакту. Таким образом, анализ жестов головы показал, что осевая ориентация в коммуникации (Hagemann, 2014) и ее реализация через увеличение числа регуляторных жестов пропорциональны степени отклонения от фронтального положения собеседников. При этом, в зависимости от целей говорящего, он может придавать этому в одной коммуникации большее значение, а в другой меньшее, сокращая число поворотов или наклонов головы. Как показали данные нашей разметки, при увеличении регуляторных жестов в проксемически нагруженных ситуациях меняется цефалическое поведение участников: они отказываются даже от универсальных паттернов, таких как использование жеста головой вниз, в качестве распространенного ритмического или прагматического жеста (в 70 % случаев). Также анализ регуляторных жестов головы позволяет увидеть, есть ли воображаемый собеседник, как у Нурии, и каково его местоположение. Таким образом, учет наиболее влияющих на коммуникацию проксемических условий и изменения их в процессе позволит в будущем проводить эксперименты, приближенные к спонтанной коммуникации, верифицируя степень спонтанности по жестам головы.

Литература

Гришина Е.А. Русская жестикуляция с лингвистической точки зрения (корпусные исследования). М.: Издательский дом ЯСК, 2017.

Евдокимова А.А. Жесты головы в перформансах хореографа Антонио Нахарро, постановка проблемы // Язык-Музыка-Жесты: информационные перекрестки (LMGIC-2024). Сборник материалов международной научной конференции, Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2024 г. / Под ред. П. Эйсмонт, Т. Алексеевой-Ниловой. СПб.: Скифия-принт, 2024. С. 36–38.

Евдокимова А.А. К вопросу об универсалиях в жестах головы в русском и испанском языках и создании сопоставительного электронного видеословаря // «Слово и жест». Научная конференция, посвященная памяти Е.А. Гришиной («Гришинские чтения»). Москва, 8 февраля 2025 г. Материалы конференции / Под ред. С.О. Савчук. М.: Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН, 2025а. С. 11–15.

Евдокимова А.А. Логическое ударение и синонимия жестов в цефалическом канале // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: по материалам международной конференции «Диалог 2025» 23–25 апреля 2025 г. / Под ред. В.П. Селегея. 2025б. С. 1043–1054.

Hagemann J. Proxemics and axial orientation // Body – Language – Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction. (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft (HSK) / C. Müller, A.J. Cienki, E. Fricke, S. Ladewig, D. McNeill, J. Bressem (Eds.). De Gruyter, 2014. Vol. 38. P. 1310–1323. <https://doi.org/10.1515/9783110302028.1310>

Jiménez-Bravo M., Marrero-Aguilar V. Multimodal prosody: Gestures and speech in the perception of prominence in Spanish // Frontiers in Communication. 2024. Vol. 9. P. 1287363:1–20. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2024.1287363>

McClave E.Z. Linguistic functions of head movements in the context of speech // Journal of Pragmatics. 2000. Vol.32. No.7. P.855–878. [https://doi.org/10.1016/s0378-2166\(99\)00079-x](https://doi.org/10.1016/s0378-2166(99)00079-x)

Pan R., García-Díaz J.A., Rodríguez-García M.Á., Valencia-García R. Spanish MEACorpus 2023: A multimodal speech–text corpus for emotion analysis in Spanish from natural environments // Computer Standards & Interfaces. 2024. Vol.90. P.103856:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2024.103856>

Sukhova N.V., Evdokimova A.A. Annotating the cephalic channel // The MCD Handbook: A practical guide to annotating multichannel discourse / O.V. Fedorova, A.A. Kibrik (Eds.). in press.

PROXEMICS IN DIALOGUE AND ITS INFLUENCE ON HEAD GESTURES BASED ON THE CAFE CORPUS

A. A. Evdokimova

arochka@gmail.com

Institute of Linguistics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. Using the Spanish-language CAFE corpus, we investigated how the position of interlocutors relative to each other and their body postures influence interactions and head gestures. Video streams were divided into head movements, with gestures annotated using the method developed for the RUPEX corpus, previously proven effective for Spanish-language material. In some videos, in the positions in which, according to previous studies of the cephalic channel, instead of the expected head-down gestures of a pointing or pragmatic function, either head tilts or turns were performed, which combined a regulatory function. The same trend was observed in another sample of Spanish-language material with documentaries and Nuria's reels. Upon closer examination of the videos' design, we determined that this tendency is influenced by interlocutor location relative to each other and their positions on the occupied chairs. Thus, in the CAFE corpus sample, most likely due to participant professions (choreographers, dancers, and dance teachers), the regulatory function of head gestures becomes the leading one when choosing gesture directions with orientation towards the interlocutor, and in 70 % of cases prevails over the more universal head down gesture for these contexts. We plan to test these results on participants who are unaccustomed to working in public.

Keywords: CAFE corpus, head gestures, body postures, proxemics, regulatory gestures, multimodality, Spanish

ПАТТЕРНЫ АДАПТАЦИИ ДЛИНЫ САККАД У НАЧИНАЮЩИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

Т. А. Еремичева* (1, 2), А. А. Лопухина (1, 3), О. А. Паршина (4)
teremicheva@hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Санкт-Петербург;

3 — Ройал Холлоуэй, Лондонский университет, Эгам;

4 — Колледж Миддлбери, Миддлбери

Аннотация. Для успешного планирования и адаптации саккад взрослые используют две стратегии: опора на доступную зрительную информацию и опора на читательский опыт. В эксперименте с русскоязычными взрослыми было показано, что читающие способны быстро адаптировать длину саккады к длине следующего слова так, что в предложениях с короткими словами они делали короткие саккады, а в предложениях с длинными словами — длинные, чтобы приземлять взгляд в центре слова (Parshina et al., 2024). В данной работе мы исследовали способность к адаптации саккад у начинающих читателей. В исследовании приняли участие 74 русскоговорящих первоклассника. В ходе эксперимента участники читали блоки предложений со словами, состоящими только из трех, четырех или пяти букв, а также предложения со словами разной длины. Также участники выполнили задание на чтение слов и псевдослов и ответили на вопросы об отношении к чтению. Результаты показали, что дети приземляли взгляд ближе к началу слова. Однако те дети, чьи навыки чтения были развиты лучше, приземляли взгляд ближе к центру слова. Эти результаты означают, что в конце первого класса дети еще не умеют эффективно адаптировать длину саккады и приземлять взгляд в оптимальное для распознавания место в центре слова, как это делают взрослые. Кроме этого, наши результаты показали, что лучшие читательские навыки детей коррелируют с более «взрослыми» стратегиями адаптации длины саккад.

Ключевые слова: движение глаз, видеоокулография, развитие навыков чтения, адаптация саккад, младший школьный возраст

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Для точного и быстрого чтения необходимо автоматизировать навык окуломоторного контроля — механизма координации глазодвигательных мышц при выполнении различных зрительных задач. Развитый навык окуломоторного контроля позволяет успешно планировать саккады и делать фиксации в оптимальном для распознавания слова месте, что приводит к более эффективному чтению в целом. В предыдущих исследованиях были сформулированы две теории планирования и адаптации саккад: 1) окуломоторная (зависит от объема доступной зрительной информации); 2) языковая (зависит от языковых особенностей и читательского опыта на этом языке).

Первая теория проверялась в экспериментах (Cutter et al., 2017; 2018), в которых было показано, что взрослые носители английского языка адаптируют длину саккады к слову в зависимости от его длины. Участники читали предложения, в которых все слова состояли из одинакового количества букв (три, четыре или пять букв), а также предложения со словами разной длины (от трех до пяти букв). Оказалось, что во всех типах предложений участники приземляли взгляд в центре слова, опираясь на доступную зрительную информацию. Причем такая адаптация проходила очень быстро — после прочтения одного предложения. Эти результаты также подтвердились на материале русского языка (Parshina et al., 2024).

Вторая теория проверялась в кросслингвистическом исследовании чтения на 12 языках, в котором было показано, что длина саккад у взрослых читателей была связана со средней длиной слова в их языке (Kuperman, 2022). Так, носители языков с более длинными словами планировали более длинные саккады, чем носители языков с более короткими словами. Вероятно, читательский опыт влияет на планирование саккад в дополнение к доступной зрительной информации.

Целью нашей работы стало изучить особенности приземления саккад у русскоговорящих учеников первого класса. Исследований формирования окуломоторного контроля при чтении у детей мало, и они дают противоречивую информацию о том, в каком возрасте дети полностью овладевают навыком планирования саккад, например (Huestegge et al., 2009; Joseph et al., 2009). Мы предположили, что дети, которые находятся на начальных этапах освоения чтения, будут менее чувствительны к доступной зрительной информации, чем взрослые, чьи результаты были описаны в исследовании (Parshina et al., 2024). При этом этот эффект будет коррелировать с уровнем чтения у детей. Мы также предположили, что дети будут адаптировать длину саккады после первого предложения.

Методика

Участники. В исследовании приняли участие 74 ребенка (37 девочек, 37 мальчиков; $M_{\text{age}} = 7$ лет, $SD = 0.5$, *разброс* = 7–9 лет). Все участники посещали первый класс в муниципальных школах г. Москва и г. Самара. Дети, принявшие участие в эксперименте, не имели диагностированных неврологических расстройств, речевых нарушений, трудностей в обучении, имели нормальный слух и нормальное или скорректированное до нормального зрение. Мы исклю-

Таблица 1. Примеры предложений из четырех экспериментальных блоков

Название блока	Пример предложения
Блок U3 (слова из трех букв)	Сто лет мир был без бед, тут был рай!
Блок U4 (слова из четырех букв)	Лена даже дома поет, хотя днем мама Лены спит.
Блок U5 (слова из пяти букв)	Когда дочка стала учить уроки, кошка мирно легла спать рядом.
Блок NU (слова из 3–5 букв)	Туфли терли мне пятки, так как были малы.

чили результаты одного участника из-за технического сбоя. Таким образом, в анализ вошли результаты 73 детей.

Материалы и процедура. Для видеоокулографического эксперимента мы адаптировали четыре блока предложений из материалов эксперимента со взрослыми (Parshina et al., 2024). В каждый блок вошли по 15 предложений, где слова состояли из трех, четырех или пяти букв, и один блок со словами разной длины (от трех до пяти букв). Примеры предложений из каждого блока приводятся в табл. 1.

Каждое предложение содержало от 8 до 12 слов. Количество слов в предложениях было уравнено по блокам. Блоки предъявлялись в фиксированном порядке: блок U3, блок U4, блок U5 и блок NU. В каждом блоке предложения предъявлялись в случайном порядке. Чтобы мотивировать детей читать для понимания, после некоторых предложений участникам было предложено ответить на вопросы, например: «Наш дед ест все? Да/Нет». Участники читали предложения про себя. Движения глаз записывались с помощью видеоокулографов EyeLink 1000 Plus и EyeLink Portable Duo (SR Research Ltd) с частотой дискретизации 1000 Hz. Подробнее дизайн видеоокулографического эксперимента описан в работе (Parshina et al., 2024). Уровень развития навыков чтения мы оценили, измерив скорость чтения слов и псевдослов, что является стандартом для оценки навыков чтения у начинающих читателей. Для этого мы использовали списки слов и псевдослов из стандартизированной батареи Standardized Test Assessing Reading Skills (STARS; Дорофеева и др., 2021). Кроме этого, мы оценили отношение к чтению у детей при помощи 20 вопросов из адаптированного опросника Elementary Reading Attitude Survey (ERAS; McKenna, Kear, 1990): исследователь читал вопросы вслух, а ребенок выбирал одну из четырех картинок, выражающих его отношение к чтению. Все участники сначала проходили видеоокулографический эксперимент, затем выполняли поведенческие задания. Тестирование проходило с письменного согласия родителей и устного согласия детей.

Анализ данных. Предобработка и дальнейший анализ выполнялись в виртуальной среде R (R Core Team, 2024). В итоговый анализ вошли 16214 наблюдений. Для проверки гипотез были построены линейные модели со смешанными эффектами (длина прогрессивной саккады, место приземления саккады — зависимые переменные; экспериментальное условие, номер пробы и их взаимодействие — независимые переменные; частотность слов по базе StimulStat (Alexeeva et al., 2018) — контролируемая переменная; номер участника и номер слова — случайные переменные). Для проверки гипотезы о влиянии навыков чтения и интереса к чтению были построены линейные модели со смешанными эффектами, где в качестве независимых переменных были условие и его взаимодействие с результатами STARS и ERAS.

Результаты

Средняя точность в вопросах по содержанию прочитанного составила 85.4 %, вследствие чего был сделан вывод, что дети читали предложения внимательно и понимали прочитанное. Длина прогрессивных саккад у детей зна-

чимо увеличивалась в более длинных словах: условия U3 ($Est. = -0.41, p < .05$) и U5 ($Est. = 0.18, p < .05$) значимо отличались от условия U4. Место приземления саккад у детей было в начале слова (для U3 — $Est. = 0.37, p < .05$; для U4 (Intercept) — $Est. = -1.15, p < .05$; для U5 — $Est. = -0.40, p < .05$). Мы также обнаружили, что дети начинали адаптировать длину саккады в условии U3: после первого предложения в этом блоке место приземления саккады смещалось ближе к началу слова ($Est. = -0.38, p < .05$). Кроме того, анализ показал, что дети, которые за отведенное время прочитали больше слов и псевдослов в тесте STARS ($M = 72, SD = 22$), делали более длинные саккады ($Est. = 0.27, p < .05$) и приземляли взгляд ближе к центру слова ($Est. = 0.13, p < .05$). Результаты теста ERAS ($M = 58, SD = 11$) не давали значимого предсказания планирования саккад у детей.

Обсуждение

Мы обнаружили, что при чтении первоклассники делают фиксации ближе к началу слова. По мере прохождения эксперимента участники адаптировали длину саккад: так, в условии с более длинными словами из пяти букв их фиксации были ближе к началу слова, чем в условии со словами из трех букв, и эта адаптация происходила уже после первого предложения из первого блока. Этот результат отличается от результатов для взрослых читателей, которые приземляли саккады в центре слова и адаптировали длину саккад к длине слов в предложениях во всех условиях (Parshina et al., 2024). При этом мы обнаружили, что саккады детей с более развитыми навыками чтения больше похожи на саккады взрослых, чем у детей с менее развитыми навыками. Получается, что читательские навыки и опыт действительно влияют на планирование саккад, однако в конце первого года обучения в школе они еще не развиты в такой степени, чтобы дети могли эффективно обрабатывать слово, как это делают взрослые.

Литература

Дорофеева С. В., Гринько И. Ю., Перевощикова Т. Д., Драгой О. В. Разработка тестов на чтение слов и псевдослов для оценки навыков чтения у русскоговорящих детей // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 23–24 июня 2021 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. М.: БукиВеди, ИПП, 2021. С. 502–507.

Alexeeva S., Slioussar N., Chernova D. StimulStat: A lexical database for Russian // Behavior Research Methods. 2018. Vol. 50. No. 6. P. 2305–2315. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0994-3>

Cutter M. G., Drieghe D., Liversedge S. P. Reading sentences of uniform word length: Evidence for the adaptation of the preferred saccade length during reading // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2017. Vol. 43. No. 11. P. 1895–1911. <https://doi.org/10.1037/xhp0000416>

Cutter M. G., Drieghe D., Liversedge S. P. Reading sentences of uniform word length — II: Very rapid adaptation of the preferred saccade length // Psychonomic Bulletin & Review. 2018. Vol. 25. No. 4. P. 1435–1440. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1473-2>

Huestegge L., Radach R., Corbic D., Huestegge S. M. Oculomotor and linguistic determinants of reading development: A longitudinal study // *Vision Research*. 2009. Vol. 49. No. 24. P. 2948 – 2959. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.09.012>

Joseph H. S. S.L., Liversedge S. P., Blythe H. I., White S. J., Rayner K. Word length and landing position effects during reading in children and adults // *Vision Research*. 2009. Vol. 49. No. 16. P. 2078 – 2086. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.05.015>

Kuperman V. A cross-linguistic study of spatial parameters of eye-movement control during reading // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2022. Vol. 48. No. 11. P. 1213 – 1228. <https://doi.org/10.1037/xhp0001038>

McKenna M. C., Kear D. J. Measuring attitude toward reading: A new tool for teachers // *The Reading Teacher*. 1990. Vol. 43. No. 8. P. 626 – 639. <https://doi.org/10.1598/rt.43.8.3>

Parshina O., Zdorova N., Kuperman V. Cross-linguistic comparison in reading sentences of uniform length: Visual–perceptual demands override readers’ experience // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2024. Vol. 77. No. 8. P. 1694 – 1702. <https://doi.org/10.1177/17470218231206719>

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. URL: <https://www.R-project.org/>.

SACCADIC ADAPTATION PATTERNS IN BEGINNING READERS

T. A. Eremicheva* (1, 2), A. A. Lopukhina (1, 3), O. Parshina (4)
teremicheva@hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – HSE University, St. Petersburg;

3 – Royal Holloway, University of London, Egham;

4 – Middlebury College, Middlebury

Abstract. Previous studies have shown that skilled readers use two strategies for saccadic targeting: saccadic adaptation based on available input and preferred saccade length based on reading experience in a given language. A recent experiment found that Russian-speaking adults adapted their saccade length in accordance with the length of the upcoming word, in order to land their gaze near the word center (Parshina et al., 2024). In this study, we investigated whether Russian-speaking children at the end of their first year of schooling were able to adapt saccade length to words of different lengths. Participants were 74 children who read four blocks of sentences composed of three-, four-, or five-letter words, or a combination of those. Additionally, participants completed a reading task and a questionnaire on reading attitudes. The results showed that children generally landed their gaze closer to word beginnings. However, those with more advanced reading skills landed their gaze closer to the word center. These findings suggest that, by the end of first grade, children are not fully able to adapt saccade length to land near the word center, as skilled readers do, and that better reading skills are associated with more adult-like strategies of saccadic adaptation.

Keywords: eye tracking, reading development, saccadic adaptation, saccadic targeting, primary-school children

This research is supported by the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРАВИЛА КАТЕГОРИЗАЦИИ И ЛЕГКОСТИ НАЗЫВАНИЯ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ПРИ ЗАПОМИНАНИИ

Е. С. Зайцева* (1), А. А. Котов (1), И. А. Асланов (2), Т. Н. Котова (3),
Н. И. Романчева (1)
eszaitseva@hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Университет Сантьяго, Чили;

3 — РАНХиГС, Москва

Аннотация. Исследование посвящено изучению влияния легкости названия перцептивных признаков объектов — в частности, цвета — и наличия для них правила категоризации на успешность запоминания. В эксперименте участникам предлагалось запомнить серию схематичных изображений, а затем пройти тест на узнавание. Участники были распределены на две группы: в экспериментальной группе участники предварительно выучивали правило категоризации изображений, а в контрольной — оценивали их привлекательность (без правила). Кроме того, в каждой группе варьировалась степень легкости названия цвета частей объектов. Результаты показали, что в контрольной группе легкость названия частей способствовала лучшему запоминанию; напротив, в экспериментальной группе, где участникам было известно правило категоризации, этот эффект называемости не проявился. Таким образом, были выявлены две различные стратегии запоминания: спонтанная, опирающаяся на вербальную легкость, и осознанная, основанная на применении правил категоризации. В следующих экспериментах (пилотные данные) показано, как данное взаимодействие называемости и правила категоризации проявляется при разных типах правил категоризации (вероятностные/детерминистические) и когнитивных нагрузках — ограничений во времени на распознавание. Полученные данные подчеркивают важность языковой доступности признаков для памяти и дополняют представления о взаимодействии языка и категориальных схем в когнитивных процессах.

Ключевые слова: категоризация, правило категоризации, называемость, распознавание, память, ложные тревоги

Введение

Одной из ключевых задач когнитивной науки является понимание того, как человек хранит и репрезентирует категориальную информацию. Существует большое количество данных о взаимосвязи между названиями (вербальными ярлыками) и категориями в процессе научения и запоминания. Например, вербальные ярлыки способствуют более быстрому усвоению категорий (Luquay et al., 2007) и влияют на формат репрезентации информации в памяти.

Исследования показали, что когнитивные схемы (например, категории) способны как улучшать узнавание информации, так и вызывать ложные воспоминания, если запоминаемый материал релевантен активной схеме (De Brigard et al., 2017). Однако процесс формирования таких схем сложно наблюдать в лабораторных условиях из-за длительности их формирования. Де Бриггард и коллеги (De Brigard et al., 2017) предложили новую методику, в которой искусственные категории формируются в процессе эксперимента, что позволяет моделировать влияние различных схемоподобных структур на запоминание в контролируемых условиях.

Важным, но недостаточно исследованным аспектом запоминания является взаимодействие языковых и категориальных факторов. Известно, что названия для категорий и признаков — воспринимаемых перцептивных свойств объектов (цвет, форма, размер) — влияют на память сходным образом (Lupyan, 2008) и, кроме того, помогают в ходе научения новым категориям (Zettersten, Lupyan, 2020). Так, вербальные ярлыки способны активировать категориальные репрезентации — когнитивные структуры, формирующиеся на основе обобщения признаков стимулов и позволяющие отнести объект к определенному классу (категории), — в частности, уменьшая таким образом шумы при восприятии цветов (Souza, Skóra, 2017). При работе с репрезентациями в рабочей памяти ярлыки повышают точность запоминания признаков, что увеличивает эффективность формирования прототипов в долговременной памяти (Overkott, Souza, 2022).

В настоящем исследовании мы модифицировали методику Де Бриггарда и коллег (De Brigard et al., 2017), чтобы исследовать роль категориальных репрезентаций и называемости признаков в запоминании. Под называемостью понимается легкость, с которой человек может назвать объект или его признак. Участники во всех экспериментах проходили три этапа: 1) формирование правила категоризации (или оценку привлекательности изображений в контрольной группе), 2) запоминание новых объектов и 3) последующий тест на распознавание. В качестве второго фактора, помимо наличия/отсутствия правила категоризации, варьировалась называемость цвета частей объектов. По фактору называемости частей экспериментальный план был внутрисубъектным, а по фактору наличия категориальной репрезентации — межсубъектным. Каждый участник распределялся в одно из двух условий: экспериментальное — с заданием на категоризацию по созданным нами правилам и контрольное — с оценкой привлекательности.

Гипотезы

1. Правило категоризации улучшает запоминание за счет формирования категориальной схемы, служащей опорой для хранения информации.
2. При отсутствии правила категоризации успешность запоминания зависит от называемости цветов: легко называемые объекты запоминаются лучше.
3. Взаимодействие правила категоризации и называемости проявляется в снижении влияния называемости при наличии правила, поскольку категориальная схема заменяет вербальную опору.

Методика

В предварительном измерении при подготовке материала приняло участие 20 респондентов в возрасте от 18 до 25 лет. Для оценки уровня называемости нами было отобрано 22 цвета, предположительно 11 из них были легко называемыми и 11 — сложно называемыми. Участникам была дана инструкция: «Напишите для каждого цвета название, которое первое приходит в голову, и по возможности не редактируйте свои ответы». Далее им были представлены все цвета в случайном порядке. На основании полученных ответов для каждого цвета были рассчитаны значения коэффициента Симпсона — показателя разнообразия, учитывающего и количество разных названий, и частоту их встречаемости. В результате были отобраны 8 цветов с наиболее высоким значением коэффициента и 8 цветов с наиболее низким значением, которые были использованы для основного эксперимента.

Испытуемые. В первом эксперименте приняло участие 136 человек в возрасте от 18 до 43 лет ($M = 22.96$; $SD = 4.18$). При расчете минимального необходимого количества человек использовались данные из статьи Ф. Де Бригарда и коллег (De Brigard et al., 2017) для оценки разницы между экспериментальными условиями по успешности запоминания. Для размера эффекта ($d = 0.47$) с помощью калькулятора G*power было рассчитано, что минимальное необходимое количество участников для достижения мощности на уровне 0.8 составляет 114 человек (по 57 человек на каждое из двух условий).

Материал. В качестве стимульного материала были использованы схематичные изображения, напоминающие узоры или цветы (аналогично эксперименту De Brigard et al., 2017). Каждое изображение состояло из четырех частей, каждая из которых могла быть окрашена в один из четырех цветов. У примеров категории из группы легкой называемости все части изображения были окрашены в легко называемые цвета, а из группы сложной называемости — в сложно называемые. Этап категоризации состоял из трех блоков — каждый блок представлял собой серию стимулов, состоящую из 16 изображений, среди которых 8 были окрашены в легко называемые цвета, а другие 8 — в трудно называемые.

Процедура. Эксперимент был создан в программе PsychoPy (Peirce et al., 2019) и был доступен онлайн по ссылке на платформе Pavlovia. В экспериментальной группе перед началом этапа категоризации испытуемым предъявляли инструкцию, где было описано правило деления узоров на четыре группы в зависимости от цвета одной из частей узора. Далее испытуемым демонстрировали изображения узоров и просили отнести каждое из изображений в одну из четырех групп. После каждого ответа участники получали обратную связь о правильности категоризации. В контрольной группе было предложено другое задание — нужно было оценить, насколько часть узора (та же, что и в экспериментальном условии) сочетается по цвету с остальными частями. Различия между экспериментальными условиями касались лишь первого этапа.

На этапе запоминания испытуемым демонстрировали восемь новых изображений узоров в случайном порядке и просили попытаться их запомнить. Четыре

из этих изображений были окрашены в легко называемые цвета, а другие четыре — в сложно называемые. Изображения предъявлялись в случайном порядке, время предъявления каждого изображения было ограничено пятью секундами.

На этапе тестирования участникам предъявлялись изображения, которые они видели на предыдущем этапе, и новые, и их просили определить для каждого изображения, видели ли они их на предыдущем этапе. Обратная связь на данном этапе не предъявлялась. Изображения демонстрировались также в случайном порядке, временного ограничения на ответ не было.

Результаты

Этап категоризации. Был проведен анализ времени ответа в экспериментальной группе и времени ответа в контрольной. Предварительно в данных были удалены ответы со временем, превышающим 3 стандартных отклонения ($M = 2.13$; $SD = 4.54$), в результате удаления осталось 95 % значений. Было проведено сравнение времени ответа в экспериментальном условии при категоризации на первом этапе между легко называемыми и сложно называемыми условиями. Это было осуществлено с помощью дисперсионного анализа. Анализ показал эффект принадлежности к экспериментальной группе: у испытуемых из контрольной группы было в среднем более длительное время ответов ($M = 2.36$, $SD = 1.15$), чем у испытуемых из экспериментальной ($M = 1.16$, $SD = 0.78$), $F(1, 6364) = 1585.823$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .199$. Также был проведен анализ успешности категоризации в экспериментальной группе. Это было осуществлено с помощью метода линейных смешанных моделей. Значимых различий между успешностью категоризации в разных блоках ($p = .151$) и между категоризацией примеров с легкой называемостью и сложной не было ($p = .998$). Также не было взаимодействия между факторами блока категоризации и легкостью называемости ($p = .628$). В контрольной группе мы также проанализировали оценки привлекательности цветowych сочетаний испытуемыми. Распределение оценок привлекательности оказалось не соответствующим нормальному распределению, поэтому для этого был использован коэффициент Стьюдента. Были обнаружены значимые различия. Оценки привлекательности для легко называемых изображений ($M = 2.18$, $SD = 0.88$) были ниже, чем для сложно называемых ($M = 2.89$, $SD = 0.94$), $p < .01$.

Этап тестирования. Для обработки ответов распознавания нами были использованы показатели из теории обнаружения сигнала (правильные обнаружения, ложные тревоги, чувствительность и критерий принятия решения). Количество правильных обнаружений значимо различалось для легко называемых и сложно называемых объектов ($F(1, 134) = 13.327$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .090$). Правильных обнаружений было больше при легкости называния ($M = 0.31$, $SD = 0.12$), чем при сложности называния ($M = 0.26$, $SD = 0.14$). Также было обнаружено значимое взаимодействие факторов группы (экспериментальная или контрольная) и называемости ($F(1, 134) = 4.040$, $p = .046$, $\eta_p^2 = .029$). В контрольной группе для легко называемых примеров количество правильных обнаружений выше, чем для сложно называемых. В экспериментальной группе количество правильных обнаружений у легко и сложно называемых

примеров не различается. Таким образом, в группе без задания на категоризацию легкость названия повышала количество правильных обнаружений, а в группе с заданием на категоризацию называемость не оказывала влияния на правильные обнаружения. В последующих двух экспериментах были получены пилотные данные, позволяющие конкретизировать данное взаимодействие. Во втором эксперименте ($N=40$) мы сократили время ответа на этапе распознавания до 1 с. Ограничение времени ответа приводило к тому, что участникам нужно было принимать решение на основе репрезентации изображения, а не его прямого восприятия. Предварительные данные показывают, что в этом случае количество правильных обнаружений значимо различалось для контрольного и экспериментального условия ($F(1, 38) = 5.203$, $p = .024$, $\eta_p^2 = .045$). Правильных обнаружений было больше при наличии категориальной схемы для примеров, чем без категориальной схемы. Мы не обнаружили влияния фактора называемости ($p = .556$) и взаимодействия ($p = .448$).

Обсуждение

Результаты проведенных экспериментов подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что легкость названия способствует лучшему запоминанию объектов, однако этот эффект проявляется заметнее в отсутствие правила категоризации. При наличии правила эффект называемости уменьшается, что указывает на возможное конкурирующее влияние двух способов структурирования информации — вербального ярлыка и правила. Как показывают наши данные, взаимодействие между этими когнитивными механизмами оказывается сложнее, чем предполагалось, хотя и соответствует предыдущим работам и моделям — и поэтому требует дальнейших эмпирических исследований.

Литература

- De Brigard F., Brady T.F., Ruzic L., Schacter D.L. Tracking the emergence of memories: A category-learning paradigm to explore schema-driven recognition // *Memory & Cognition*. 2017. Vol. 45. No. 1. P. 105 – 120. <https://doi.org/10.3758/s13421-016-0643-6>
- Lupyan G. From chair to «chair»: A representational shift account of object labeling effects on memory // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2008. Vol. 137. No. 2. P. 348 – 369. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.2.348>
- Lupyan G., Rakison D.H., McClelland J.L. Language is not just for talking: Redundant labels facilitate learning of novel categories // *Psychological Science*. 2007. Vol. 18. No. 12. P. 1077 – 1083. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02028.x>
- Overkott C., Souza A. S. Verbal descriptions improve visual working memory but have limited impact on visual long-term memory // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2022. Vol. 151. No. 2. P. 321 – 347. <https://doi.org/10.1037/xge0001084>
- Peirce J., Gray J.R., Simpson S., MacAskill M., Höchenberger R., Sogo H., Kastman E., Lindeløv J.K. PsychoPy2: Experiments in behavior made easy // *Behavior Research Methods*. 2019. Vol. 51. No. 1. P. 195 – 203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Souza A. S., Skóra Z. The interplay of language and visual perception in working memory // *Cognition*. 2017. Vol. 166. P. 277 – 297. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.05.038>
- Zettersten M., Lupyan G. Finding categories through words: More nameable features improve category learning // *Cognition*. 2020. Vol. 196. P. 104135:1 – 22. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104135>

INTERACTION BETWEEN CATEGORIZATION RULE AND NAMEABILITY OF OBJECT PARTS IN MEMORY

E. S. Zaitseva* (1), A. A. Kotov (1), I. A. Aslanov (2), T. N. Kotova (3),
N. I. Romancheva (1)

eszaitseva@hse.ru

1 – National Research University “Higher School of Economics”, Moscow;

2 – University of Santiago, Chile;

3 – The Russian Presidential Academy of National Economy and Public
Administration under the President of the Russian Federation, Moscow

Abstract. The paper examines how the nameability of perceptual features—specifically, the color of object parts—and the presence of an explicit categorization rule together influence memory performance. In the experiment, participants were instructed to memorize a series of schematic images and then completed a recognition task. They were randomly assigned to one of two groups. In the experimental group, participants learned a categorization rule; in the control group, they rated the visual appeal of the same stimuli. The results revealed that in the control group, increased nameability of object parts was linked to better recognition accuracy. However, this effect was absent in the experimental group, where participants were given a categorization rule. These findings suggest there are two distinct memory strategies: a spontaneous, language-driven one based on verbal accessibility, and a more deliberate, rule-based approach. Preliminary data from follow-up studies further show that the interaction between nameability and the categorization rule is influenced by the nature of the rule itself (probabilistic/deterministic) and by the level of cognitive load (e.g., time pressure during recognition). These results highlight the role of linguistic accessibility in memory formation and provide new insights into how language and categorical knowledge interact in cognitive processing.

Keywords: categorization, categorization rule, nameability, recognition, memory, false alarms

РАЗРЕШЕНИЕ МНОГОЗНАЧНОСТИ И ЕГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ПЕРЦЕПТИВНО СХОЖИХ СТИМУЛОВ

М. Е. Замковая*, В. А. Гершкович, Н. В. Морошкина

mariaelenazamkovaya@gmail.com

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. При распознавании схожих по написанию слов, имеющих разную семантику, осуществляется селекция значений, которая может приводить к эффектам последствия. Настоящее исследование, посвященное ответу на вопрос о том, насколько выраженным должно быть перцептивное сходство стимулов, чтобы спровоцировать конкуренцию значений, проведено на материале слов-соседей, отличающихся одной буквой. При фрагментации буква может быть пропущена так, что возможен либо один вариант достройки (пи — ог), либо два (многозначная достройка (п — рог (порог/пирог)). На первом этапе (прайминг) участники достраивали фрагментированные словосочетания из контекстного прилагательного и существительного. На втором этапе достраивались фрагментированные слова, совпадающие с предъявляемыми на первом этапе (сохранение значения) / являющиеся их соседями (смена) / предъявляющиеся впервые (контроль) с двумя пропусками при сохранении буквы, отличающей слова-соседей (по — г/пи — г, целевые достройки порог/пирог). Показано: при достройке словосочетаний, содержащих двойственные фрагменты, увеличивается количество ошибок и время правильного ответа. При отсутствии прайма количество целевых достроек на втором этапе значительно меньше, чем в условиях повторения и смены значения. При этом сохранение значения приводит к большему количеству целевых ответов по сравнению со сменой независимо от условия фрагментации стимулов на первом этапе. Полученные результаты свидетельствуют, что как при полном, так и при неполном совпадении перцептивной формы активируются альтернативные варианты написания слов, оказывая позитивный прайминг-эффект на последующий доступ к их значениям.

Ключевые слова: перцептивное сходство, конкуренция значений, прайминг-эффекты, слова-соседи, задача достройки фрагментированных слов

Исследование поддержано грантом РФФИ № 23-18-00407 («Роль мозговых механизмов торможения в обеспечении процессов выбора конкурирующих значений в условиях многозначности»).

Введение

Часто поступающая информация имеет несколько вариантов интерпретации либо ее недостаточно, чтобы однозначно определить воспринимае-

мый объект. Человек сталкивается с разрешением подобной неоднозначности на разных уровнях обработки информации: перцептивном и семантическом. Как правило, процессы, связанные с разрешением многозначности, изучаются на материале омонимов — слов, у которых полностью совпадает написание (перцептивная форма) при наличии нескольких различающихся значений (семантика). В исследованиях показано, что прочтение омонима приводит к немедленной активации всех его значений (Swinney, 1979), что требует вовлечения процессов разрешения конкуренции и выбора одного из вариантов ответа. Вовлечение процесса выбора проявляется в эффекте цены многозначности — замедлении времени ответа на многозначные стимулы в сравнении с однозначными (Rodd et al., 2002). Показано также последствие разрешения многозначности — облегчение последующего извлечения выбранного раннее значения многозначного слова и затруднение в извлечении невыбранного значения (Gernsbacher et al., 2001). Однако актуальным является вопрос о том, насколько выраженным должно быть перцептивное сходство стимулов, чтобы при их восприятии возникала конкуренция, приводящая к селекции значений, а также к ее последствию? Например, показано, что при прочтении слова активируется не только его значение, но и значения его орфографических слов-соседей (слов, близких по написанию, но отличающихся одной буквой) (Rodd, 2004). Ранее мы показали, что достройка фрагментированных слов-соседей, в которых фрагмент можно достроить двумя альтернативными вариантами, требует больше времени и сопровождается большим количеством ошибок, чем достройка тех же слов с однозначным вариантом пропуска (Гершкович и др., 2024). Несмотря на то что нам удалось показать разницу в обработке однозначных и многозначных вариантов фрагментации, мы не обнаружили эффектов последствия на выбранные и невыбранные альтернативы достройки многозначных фрагментов при последующем доступе к словам. Это может быть связано с тем, что даже в условии однозначной достройки активировались значения существительных, а значит, разница между созданными нами однозначными и многозначными фрагментами — количественная, но не качественная. Возможно также, что задача достройки одной недостающей буквы в однозначных фрагментах существительных, которую мы использовали для проверки последствий, выполняется автоматически, и эффекты последствия следует ожидать, если извлечение необходимой формы слова на втором этапе будет затруднено увеличением количества пропусков. Для проверки выдвинутой интерпретации было проведено настоящее исследование, состоящее из двух этапов. На первом этапе провоцируется разрешение многозначности, на втором — осуществляется проверка его последствия на выбранные и отвергнутые альтернативы. Выдвинуты следующие гипотезы:

1. Многозначные фрагменты существительных будут достраиваться дольше и с большим количеством ошибок по сравнению с однозначными (репликация эффекта цены селекции на первом этапе).
2. Позитивный прайминг-эффект на втором этапе: вероятность извлечения целевого слова будет выше, если на первом этапе участник сталкивался

- с данным существительным, а не с его словом-соседом, и по сравнению с контрольным условием (отсутствие прайма на первом этапе).
3. Взаимодействие фактора двойственности/однозначности достройки на первом этапе и фактора смены/сохранения значения слова — на втором: после селекции значений слов в условиях двойственной достройки извлечение ранее достроенного существительного будет происходить быстрее и с меньшим количеством ошибок и замен, а извлечение ранее отвергнутого слова-соседа — медленнее и с большим количеством ошибок и замен по сравнению с извлечением этих слов после однозначной достройки.

Методика

Для проверки выдвинутых гипотез разработан двухфакторный дизайн эксперимента с внутригрупповым варьированием независимых переменных. На первом этапе варьировались однозначность/многозначность/отсутствие праймирующей достройки. На втором этапе варьировались сохранение достроенного на первом этапе существительного/смена на его слово-сосед. В исследовании приняло участие 84 добровольца (средний возраст: $M = 24.1$ года, $SD = 8.97$), из них 29 мужчин. Все указали, что являются носителями русского языка.

Использовался тот же стимульный материал, что и в предыдущем исследовании (Гершкович и др., 2024): 36 пар четырех-пятибуквенных слов-соседей (барон-батон) — существительных, отличающихся только одной буквой, которые при фрагментации могут становиться многозначными (ба-он) или однозначными (-арон, -атон) стимулами. Фрагменты на первом этапе предъявляются в сочетании с контекстными прилагательными, определяющими корректную достройку, а на втором — без контекстных прилагательных и с двумя пропущенными буквами (б-ро-, бат-, целевые достройки: барон и батон соответственно). При этом буква на втором этапе всегда пропущена таким образом, что существительное нельзя достроить до ранее не выбранного слова-соседа.

Эксперимент проведен с использованием программного обеспечения PsychoPy и Pavlovla. На первом этапе участникам предъявляется 48 фрагментированных словосочетаний (24 из них — филлеры), состоящих из контекстного прилагательного и существительного. Задача — как можно быстрее достроить словосочетание до осмысленного (максимальное время предъявления — 6 секунд). Как только участник готов ответить, он нажимает на Enter и печатает словосочетание целиком. Фиксируются время и правильность ответа. На втором этапе участникам предъявляются 48 фрагментированных существительных (12 из них — филлеры), в которых не хватает двух букв. Задача второго этапа — как можно быстрее достроить фрагмент до целого. Максимальное время предъявления — 20 секунд. Фиксируются время нажатия на Enter и совпадение ответа с существительным из первого этапа (целевая достройка). По окончании эксперимента проводилось постэкспериментальное интервью, в котором уточнялось, осознали ли участники двойственность стимулов на первом этапе (эти пробы исключались из анализа).

Результаты

Анализ ответов первого этапа с агрегацией по стимулам выявил, что доля правильных ответов значимо ниже ($t(71)=4.82$, $p<.001$; $d=0.57$) в случае с двойственными фрагментами ($M=0.86$, $SD=0.15$) по сравнению с однозначными вариантами предъявления слов ($M=0.94$, $SD=0.08$), а также что время корректной достройки дольше ($t(71)=3.04$, $p=.003$; $d=0.36$) в случае с двойственными фрагментами ($M=2.29$ с, $SD=0.52$) по сравнению с однозначными ($M=2.10$ с, $SD=0.40$). Таким образом, реплицирован эффект цены селекции.

Для анализа целевых достроек на втором этапе была построена логистическая регрессионная модель со смешанными эффектами (участник, стимул) с биномиальной функцией распределения, где в качестве фиксированного выступал фактор сохранения/смены значения (контрольное условие – отсутствие прайма на первом этапе). Как в условии сохранения ($\beta=0.83$, $SE=0.12$, $Z=7.21$, $p<.001$), так и в условии смены значения ($\beta=0.28$, $SE=0.11$, $Z=2.56$, $p=.010$) доля целевых достроек оказалась выше по сравнению с контрольным условием ($\beta=0.57$, $SE=0.17$, $Z=3.33$, $p<.001$). Для анализа времени целевых достроек на втором этапе была построена линейная регрессионная модель со смешанными эффектами. Как в условии сохранения ($\beta=-1.29$, $SE=0.19$, $t=-6.78$, $p<.001$), так и в условии смены значения ($\beta=-0.62$, $SE=0.20$, $t=-3.15$, $p=.002$) скорость целевых достроек оказалась выше по сравнению с контрольным условием ($\beta=4.95$, $SE=0.28$, $t=17.96$, $p<.001$). Таким образом, обнаружен позитивный прайминг-эффект от предъявления на первом этапе не только самого слова, которое необходимо извлечь на втором этапе, но также его слова-соседа.

Для проверки влияния многозначности на первом этапе на последующую достройку слов на втором этапе была построена логистическая регрессионная модель со смешанными эффектами с биномиальной функцией распределения, где в качестве фиксированных факторов выступали однозначность/многозначность достройки на первом этапе, сохранение/смена значения на втором этапе, а также их взаимодействие. Значимым оказался лишь фактор сохранения/смены значения от первого ко второму этапу: доля целевых ответов выше при сохранении существительного по сравнению со сменой на его слово-сосед ($\beta=-.55$, $SE=0.16$, $Z=-3.49$, $p<.001$). Взаимодействие факторов не обнаружено. Для анализа времени целевых достроек на втором этапе была построена линейная регрессионная модель со смешанными эффектами. Значимым оказался лишь фактор сохранения/смены значения от первого ко второму этапу: скорость целевых достроек выше при сохранении существительного по сравнению со сменой на его слово-сосед ($\beta=.66$, $SE=0.24$, $t=2.72$, $p=.007$). Взаимодействие факторов не выявлено. Таким образом, гипотеза о специфических последствиях для ситуации конкуренции при восприятии многозначной перцептивной формы не подтвердилась.

Обсуждение и выводы

Результаты первого этапа показали, что достройка двойственных фрагментов слов требует больше времени, чем достройка однозначных,

и сопровождается большим количеством ошибок, что свидетельствует о большей конкуренции значений при обработке более схожих перцептивных форм и соответствует полученным ранее данным (Гершкович и др., 2024). Обнаружен также позитивный прайминг-эффект от повтора слова, достроенного на первом этапе. Неожиданным оказался результат, выявивший позитивный прайминг-эффект не только в отношении самого слова, но и в отношении его слова-соседа. Эффект не зависит от того, достраивался ли на первом этапе однозначный или двойственный фрагмент, что свидетельствует о том, что даже при частичном совпадении перцептивной формы преактивируются альтернативные варианты распознавания стимулов. Полученный результат может быть объяснен как позитивным прайминг-эффектом от преактивированного на первом этапе значения слова-соседа, так и от преактивированной формы слова-соседа. Настоящее исследование не позволяет полностью развести два предложенных объяснения, однако в пользу гипотезы семантического прайминга может свидетельствовать то, что на втором этапе форма слова существенно отличалась от формы слова на первом этапе (сохранились лишь одна–две буквы), а перцептивный прайминг-эффект наиболее сильно проявляется в условиях полного повторения формы (Roediger, Blaxton, 1987). При этом мы не обнаружили эффекта негативного прайминга от невыбранных форм/значений, что согласуется с моделями, предполагающими активацию всех возможных интерпретаций с более сильной активацией выбранного, например за счет контекста, варианта (Dixon, Twilley, 1999).

Литература

- Гершкович В. А., Замковая М. Е., Морошкина Н. В., Гулькин А. В., Аллахвердов В. М., Коротков А. Д., Киреев М. В., Черниговская Т. В. Вызывает ли имплицитная конкуренция ответов эффекты последствия? // *Российский психологический журнал*. 2024. Т. 21. № 4. С. 212 – 232. <https://doi.org/10.21702/81awnj76>
- Dixon P., Twilley L. C. Context and homograph meaning resolution // *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue canadienne de psychologie expérimentale*. 1999. Vol. 53. No. 4. P. 335 – 346. <https://doi.org/10.1037/h0087321>
- Gernsbacher M. A., Robertson R. R. W., Werner N. K. The costs and benefits of meaning // *On the consequences of meaning selection: Perspectives on resolving lexical ambiguity* / D. S. Gorfein (Ed.). Washington DC: APA, 2001. P. 119 – 137. <https://doi.org/10.1037/10459-007>
- Rodd J., Gaskell G., Marslen-Wilson W. Making sense of semantic ambiguity: Semantic competition in lexical access // *Journal of Memory and Language*. 2002. Vol. 46. No. 2. P. 245 – 266. <https://doi.org/10.1006/jmla.2001.2810>
- Rodd J. M. When do leotards get their spots? Semantic activation of lexical neighbors in visual word recognition // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2004. Vol. 11. No. 3. P. 434 – 439. <https://doi.org/10.3758/bf03196591>
- Roediger H. L., Blaxton T. A. Effects of varying modality, surface features, and retention interval on priming in word-fragment completion // *Memory & Cognition*. 1987. Vol. 15. No. 5. P. 379 – 388. <https://doi.org/10.3758/bf03197728>
- Swinney D. A. Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1979. Vol. 18. No. 6. P. 645 – 659. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(79\)90355-4](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(79)90355-4)

AMBIGUITY RESOLUTION AND ITS AFTER-EFFECTS IN THE IDENTIFICATION OF PERCEPTUALLY SIMILAR STIMULI

M. E. Zamkova^a*, V. A. Gershkovich, N. V. Moroshkina

mariaelenazamkovaya@gmail.com

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain, Russian
Academy of Sciences, Saint Petersburg

Abstract. When recognizing similarly spelled words with different semantics, meaning selection is performed, resulting in after-effects. This study investigated how pronounced the perceptual similarity of stimuli must be to provoke competition between meanings. Stimuli were orthographic neighbors differing by a single letter. In their fragmentation, a letter could be omitted so that either one or two variants of completion were possible. Participants first completed fragmented word combinations consisting of a contextual adjective and a noun. In the second stage, participants completed fragmented words that either matched the previously presented words (meaning retention), were their neighbors (change), or were presented for the first time (control) with two gaps while retaining the letter that distinguished the target word neighbors. When completing word combinations containing ambiguous fragments, the number of errors and correct answer times increased. In the absence of a prime, the number of target completions was significantly lower than in the repetition and change of meaning conditions. Furthermore, meaning retention led to more target responses compared to meaning change, regardless of the condition of stimulus fragmentation at the first stage. Thus, both full and incomplete perceptual form matching activated alternative word spellings, positively priming subsequent access to their meanings.

Keywords: perceptual similarity, meaning competition, priming, orthographic neighborhood, word-fragment completion task

This research is supported by RSF Grant № 23-18-00407 ("The role of brain mechanisms for inhibitory control in the selection of competing meanings of ambiguous information").

ЦВЕТООБОЗНАЧЕНИЯ В РЕЧИ КУМЫКСКО-РУССКИХ ДЕТЕЙ-БИЛИНГВОВ

А. А. Заруднева* (1), М. Б. Панич (1), Ф. А. Садковский (1, 2), М. Н. Архипова (1), О. В. Федорова (1)

rakazarika@gmail.com

1 — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — Институт языкознания Российской академии наук, Москва

Аннотация. В статье представлено экспериментальное исследование употребления цветообозначений в речи кумыкско-русских детей-билингвов 10–14 лет, проживающих на территории Моздокского района Республики Северная Осетия — Алания; данные были собраны в ходе полевого исследования, проводившегося в июле 2024 года в с. Предгорное. Результаты проведенного исследования показали, что чем менее базовым является цветообозначение, тем реже дети называют его на кумыкском языке, предпочитая русский эквивалент, хотя по результатам опросников русский не является у них доминантным. Кроме того, иерархия «базовости» кумыкских цветообозначений статистически значимо коррелирует с последовательностью усвоения базовых цветообозначений из классической работы (Berlin, Kay, 1969). Наконец, большее «удобство» русской системы цветообозначений по сравнению с кумыкской проявляется еще и в том, что кумыкско-русские дети-билингвы заимствуют из русского противопоставление *синего* и *голубого*, не свойственное кумыкскому, в котором к числу базовых цветообозначений относится только *синий*.

Ключевые слова: цветообозначение, билингвизм, усвоение языка билингвами, кумыкский язык, психолингвистический эксперимент

Работа выполнена при поддержке Программы развития МГУ, проект No 23-Ш02-21 «От Поволжья до Кавказа: языковое и культурное многообразие Центра и Юга России».

Введение

Традиционно считается, что билингвы быстрее вспоминают слова своего доминантного языка. Однако в статье (Malik-Moraleda et al., 2022) утверждается, что легкость называния слова скорее связана с типом лексики и частотностью ее использования на том или ином языке. Исследователи провели эксперимент на мосетен-испанских билингвах, в котором испытуемые называли цвета и животных на мосетен и на испанском. Результаты показали, что скорость и правильность называния животных не отличались на обоих языках, однако цвета билингвы быстрее называли на испанском. Исключение составили *белый*, *черный* и *красный*, которые испытуемые называли одинаково быстро и на мосетен, и на испанском. Исследователи объясняют это

тем, что в испанском количество базовых обозначений цветов больше, чем в мосетен, — в испанском их 11, а на мосетен билингвы стабильно называют 6 цветов, а монолингвы — 3 цвета: те самые *белый, черный и красный*.

Согласно теории (Berlin, Kay, 1969), можно выделить 11 основных цветообозначений: *белый, черный, красный, синий, зеленый, желтый, коричневый, фиолетовый, оранжевый, розовый, серый*. Цветообозначение считается базовым (основным), если оно представляет собой непроеизводный моноксемный термин (*небесный, синева-зеленый* — не базовые цветообозначения), обладающий широкой сочетаемостью (ср. *оранжевый* и *рыжий*), при этом выражаемый им цвет не включается в более широкий оттенок (ср. *сиреневый* и *фиолетовый*), а само слово психологически отлочно (*salient*) для носителей языка: часто упоминается при свободном перечислении цветов, имеет устойчивое денотативное значение, присутствует в идиолекте всех информантов и т. п. Кроме того, слово не должно быть недавним заимствованием и не может одновременно обозначать цвет и предмет соответствующего цвета. Каждый язык проходит шесть стадий формирования своего набора основных цветов: сначала начинают различаться *белый* и *черный*, затем появляется *красный*, потом *желтый* и *зеленый*, за ними *синий*, после него *коричневый* и, наконец, *фиолетовый, оранжевый, розовый* и *серый*.

Согласно этой теории, язык не может перейти к следующей стадии, пока в нем не появятся все цветообозначения предыдущих стадий, однако бывают исключения. Одним из таких исключений является русский, в котором выделяются 12 базовых цветов: 11 универсальных и *голубой* (см., например, Фрумкина, 2001). В пару к нему мы выбрали кумыкский язык, в котором основных цветов 6: *белый, черный, красный, синий, зеленый и желтый*.

Методика

Нашими испытуемыми стали кумыкско-русские дети-билингвы 10–14 лет (ученики средней школы), проживающие в селе Предгорное Моздокского района Республики Северная Осетия — Алания. В рамках исследования (Устьянцев и др., 2025) в 2023–2024 годах жители этого села прошли анкетирование с помощью опросника Bilingual Language Profile (Gertken et al., 2014), важным преимуществом которого является возможность определить коэффициент билингвизма опрошенных. Согласно этим опросам, дети 10–14 лет находятся на грани сбалансированного билингвизма (то есть примерно равного владения двумя языками, см. там же) и преобладания кумыкского языка, причем с возрастом преобладание кумыкского становится более явным.

В эксперименте участвовало 19 кумыкско-русских детей-билингвов (15 девочек) без нарушений развития, психических/неврологических заболеваний, а также заметных трудностей в обучении; средний возраст 12.05 лет, станд. откл. 1.23. Все испытуемые прошли опросник на определение коэффициента билингвизма; полученные результаты согласуются с выводами предыдущего исследования, приведенными выше.

Эксперимент состоял из 6 блоков по 50 картинок; всего на русский и кумыкский язык приходилось по 144 экспериментальных слайда (12 пред-

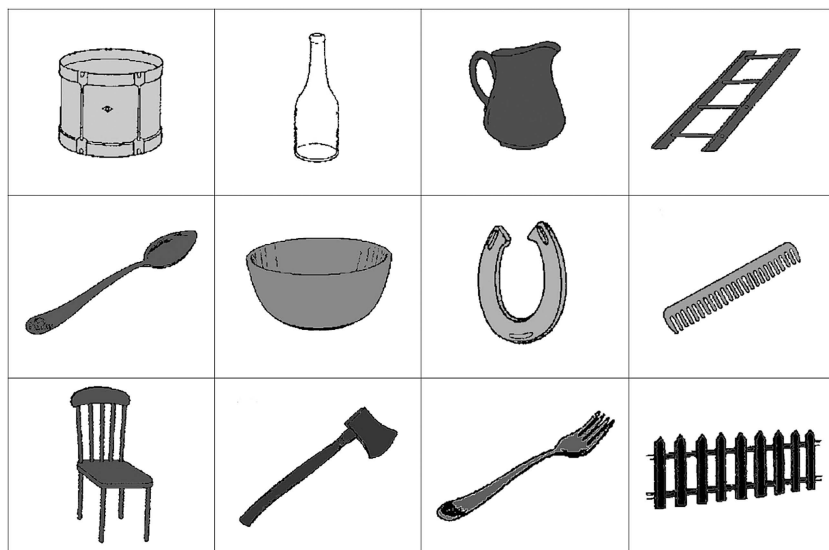


Рисунок 1. Предметы, предъявляемые в ходе эксперимента

метов, покрашенных в 12 базовых цветов русского языка) и шесть тренировочных слайдов с дополнительными предметами, не входящими в основной набор, перед первым блоком для каждого языка. Выбранные предметы (см. рис. 1) должны легко узнаваться детьми этого возраста и могут быть любого цвета. Задания «Назови цвет» и «Назови предмет» встречались одинаковое количество раз и чередовались в псевдослучайном порядке (не более двух заданий одного типа подряд).

В процессе эксперимента нужно было в зависимости от задания правильно и как можно быстрее назвать цвет изображенного предмета или сам предмет на языке блока. Порядок стимулов во всех случаях был одинаков. В половине блоков испытуемый должен был говорить на русском, в половине — на кумыкском, блоки на разных языках чередовались. 11 испытуемых начинали с русского блока, а 8 — с кумыкского; порядок языков не оказал статистически значимого влияния на результаты эксперимента ($\chi^2 = 5.491$, $p = .78$). Перед прохождением эксперимента испытуемому предъявлялся слайд со всеми предметами и цветами, аналогичный слайду на рис. 1 (по одному цвету на каждый предмет), и испытуемый должен был сказать, названия каких цветов и предметов он знает на каждом из двух языков. Если испытуемый не знал какое-то слово на кумыкском, ему разрешалось для описания соответствующей картинки в кумыкском блоке перейти на русский.

Отдельный интерес представляет сравнение скорости и правильности называния цветов и предметов (ср. сопоставление названий цветов и животных в Malik-Moraleda et al., 2022), но в данной статье мы остановимся только на результатах, связанных с цветообозначениями. Речь пойдет о переключениях

между языками в пределах одного блока; анализу скорости реакции будет посвящена вторая часть нашего исследования.

Результаты

Оказалось, что количество переходов на русский язык в кумыкских блоках («количество замен» в табл. 1) в тех случаях, когда надо было назвать цвет предмета, неслучайным образом упорядочивает все цветообозначения ($\chi^2 = 229.75$, $p < .001$; нулевая гипотеза: одинаковое количество замен для каждого цвета). Кроме того, получившийся порядок коррелирует с последовательностью цветообозначений из (Berlin, Kay, 1969): коэффициент конкордации Кендалла дает $\tau = 0.767$ корреляцию, $p = .002$.

Таблица 1. Использование русских синонимов вместо кумыкских цветообозначений

русский цвет — кумыкский цвет	количество замен
красный — къызыл	3
белый — акъ	7
черный — къара	9
синий — гек	16
зеленый — яшыл	18
желтый — сари	22
коричневый — боямуш	61
голубой — ачыкъ гек	73
оранжевый — наринжи	91
серый — кюлтюс	106
фиолетовый — мелевше тюс	108
розовый — гюл тюс	111

Примечание: в левом столбце пары $x-y$, где y — ожидаемое в блоке на кумыкском языке кумыкское цветообозначение, а x — использованный вместо него русский перевод; в правом — общее количество замен для данного цвета по всем испытуемым.

Получается, что чем менее базовым является цвет, тем с большей вероятностью даже те билингвы, чей доминантный язык — кумыкский, назовут его не на кумыкском, а на русском. Интересно отметить, что единичные переходы на кумыкский в русских блоках происходили только на слайдах с самыми базовыми цветами: *белым*, *черным* и *красным*. Стоит также обратить внимание на величину различий между парами *желтый–сари* и *коричневый–боямуш* (от 22 к 61 замене): именно здесь проходит граница между цветообозначениями, базовыми для обоих языков, и теми, что являются базовыми только в русском.

Отдельно интересно обратить внимание на пару *синий–голубой*. В русском языке к числу базовых относятся оба цвета, в то время как носители кумыкско-

го в обоих случаях используют слово *гек* (*синий*); словарный синоним голубого *ачыкь гек* (букв. *светло-синий*) является производным от *синего* и используется значительно реже.

По результатам нашего эксперимента можно выделить три стратегии противопоставления (у одного из испытуемых устойчивой стратегии выделить не удалось, поэтому в таблице приведены результаты только 18-ти испытуемых): «русскую» (два цвета противопоставляются в обоих языках), «кумыкскую» (испытуемые не делают различий между синим и голубым ни в русском, ни в кумыкском) и переключение кодов (в русском два цвета, в кумыкском только *синий*). Табл. 2 показывает, что почти все наши испытуемые-билингвы демонстрируют «русское» противопоставление вне зависимости от языка блока.

Таблица 2. Стратегии противопоставления синего и голубого

	доля испытуемых
«русская» стратегия	14/18
«кумыкская» стратегия	3/18
переключение кодов	1/18

Обсуждение и выводы

Таким образом, результаты эксперимента для пары русский-кумыкский согласуются с выводами (Malik-Moraleda et al., 2022) для испанского и мосетен: результаты опросников не показывают преобладания русского языка у кумыкско-русских детей-билингвов. При этом, называя цвета, не являющиеся базовыми в кумыкском, испытуемые предпочитают переходить на русский, который характеризуется более богатой и полной системой базовых цветовых обозначений, и таких переходов тем больше, чем дальше на иерархии (Berlin, Kay, 1969) находится конкретное цветовое обозначение.

Литература

- Устьянцев Г. Ю., Архипова М. Н., Груздева А. И., Насырова Р. Р., Россейкин П. О., Федорова О. В. Детский кумыкско-русский билингвизм глазами школьников и их родителей. Лингвистический и этносоциальный аспекты // Томский журнал лингвистических и антропологических исследований. 2025. Т. 2. № 48. С. 50–66. URL: https://ling.tspu.ru/files/ling/PDF/articles/herman_ustyantsev_iurevich_50_66_2_48_2025.pdf
- Фрумкина Р. М. Психолингвистика. М.: Академия, 2001.
- Berlin B., Kay P. Basic color terms: Their universality and evolution. Berkeley: University of California Press, 1969.
- Gertken L. M., Amengual M., Birdsong D. Assessing language dominance with the bilingual language profile // Measuring L2 Proficiency. Bristol, UK: Channel View Publications, 2014. P. 208–225. <https://doi.org/10.2307/jj.26932009.16>
- Malik-Moraleda S., Roca M., Gibson E. Color naming in Tsimane’–Spanish bilinguals indicates that differential experience with content domains affects lexical access // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. P. 17479:1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18461-9>

COLOR TERMS IN KUMYK-RUSSIAN BILINGUAL CHILDREN

A. A. Zarudneva* (1), M. B. Panich (1), F. A. Sadkovsky (1, 2), M. N. Arkhipova (1),
O. V. Fedorova (1)

rakazarika@gmail.com

1 — Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 — Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. The article describes an experimental study of the use of color terms in Kumyk-Russian bilingual children aged 10–14 years. Data were collected in a fieldwork expedition in July 2024 in the village of Predgornoye (Mozdok district, North Ossetia – Alania). The results demonstrated that the less basic the color term is, the less often children say it in Kumyk, preferring the Russian equivalent, despite the questionnaire's results showing that Russian cannot be considered their dominant language. The hierarchy of the “baseness” of the Kumyk color terms shows a statistically significant correlation with the order of basic color terms' usage from the classical work by Berlin and Kay (1969). The greater “convenience” of the Russian color designation system compared to the Kumyk one is also reflected in the fact that Kumyk-Russian bilingual children distinguish between *cu-ний* ('blue') and *золубой* ('light blue'), adopting the Russian contrast that is not typical of Kumyk, in which only “blue” is considered to be a basic color term.

Keywords: color term, bilingualism, bilingual language acquisition, Kumyk, psycholinguistic experiment

This research is supported by Lomonosov Moscow State University Development Program, Project No. 23-Ш02-21: “From the Volga Region to the Caucasus: Linguistic and Cultural Diversity of the Centre and South of Russia”.

РОБОТУ-ИНТРОВЕРТУ ДОВЕРЯЮТ БОЛЬШЕ: СРАВНЕНИЕ ДОВЕРИЯ К РОБОТАМ С РАЗНЫМ ТИПОМ ПОВЕДЕНИЯ

А. А. Зинина* (1, 2, 3), В. Н. Мазурок (2), А. А. Котов (1, 3), Н. А. Аринкин (1, 3)

Zinina_AA@nrcki.ru

1 — Курчатовский институт, Москва;

2 — РГГУ, Москва;

3 — МГЛУ, Москва

Аннотация. В данной работе исследовалось влияние поведенческих характеристик социальных роботов (внешне воспринимаемая экстравертированность vs интровертированность) на доверие к сообщаемой информации. Участники эксперимента взаимодействовали с двумя роботами Ф-2, демонстрирующими контрастные паттерны невербального поведения: амплитудные жесты и выразительную мимику (экстравертированный тип поведения) либо сдержанные жесты и минимальный зрительный контакт (интровертированный тип поведения). Участники оценивали достоверность фактов, озвученных каждым роботом, по шкале Лайкерта. Результаты t -теста показали значительный сдвиг в оценках достоверности в пользу интровертированного робота ($t(31) = 3.441$, $p = .002$). Несмотря на это, в последующем опросе 50 % респондентов заявили об одинаковом уровне доверия к обоим роботам, хотя доля участников, выразивших большее доверие интровертированному роботу (28.3 %), превышала долю, доверяющую роботу экстравертированного типа (21.7 %). Качественный анализ отзывов респондентов после эксперимента позволил выявить, что интровертированное поведение ассоциировалось с большей вдумчивостью, объективностью и меньшим риском манипуляции, в то время как экстравертированное поведение могло вызывать эффект переубеждения для некоторых участников эксперимента. Для других участников такое поведение воспринимается как более уверенное, а факты оцениваются скорее как достоверные. Полученные данные свидетельствуют о значимости поведенческих характеристик социальных роботов в формировании пользовательского доверия и указывают на потенциальную эффективность интровертированного поведения в контекстах, требующих высокого доверия к информации.

Ключевые слова: робот-компаньон, невербальная коммуникация, человеко-машинное взаимодействие, доверие, экстравертированность, интровертированность, социальная робототехника

Современная технологическая эволюция обуславливает расширение областей применения социальной робототехники. В настоящее время социальные роботы интегрируются в различные секторы, включая сервис, здравоохранение, образование, сферу услуг, а также индустрию развлечений и досуга. Для оптимизации данных технологий необходим анализ влияния поведенческих характеристик роботов на уровень доверия к ним со стороны пользо-

вателей. Воспринимаемое доверие человека к социальным роботам является важным фактором успешности и эффективности взаимодействия человека с антропоморфными роботами (Della Corte et al., 2023; Naneva et al., 2020). Наряду с личностными особенностями человека и спецификой ситуации, ученые особое внимание уделяют таким предикторам доверия, как социальные атрибуты и характеристики роботов (Khavas et al., 2020). Исследования показывают, что роботы, обладающие внешними человеческими особенностями, такими как выражение эмоциональных состояний и эмпатии, вызывают большее доверие у людей (Cominelli et al., 2021). Отдельно было показано, что роботы с мимическими характеристиками, которые люди обычно ассоциируют с доверием (например, поднятые брови и уголки губ), вызывают большее доверие и меньшее психологическое сопротивление (Ghazali et al., 2018). Было также показано, что роботы, демонстрирующие экстравертивные поведенческие паттерны, вызывают большее доверие, чем роботы с интровертным поведением, независимо от личностных характеристик реципиента (Lim et al., 2022). В других исследованиях показан эффект сходства-притяжения: пользователи скорее предпочитают робота с типом поведения (интроверт/экстраверт), похожим на их собственный (Esteban et al., 2022). Аналогичные наблюдения подтверждаются и другими исследованиями (Luo et al., 2022).

Для моделирования различных типов личности роботов исследователи меняют размах, темп и частоту движений робота (Kim et al., 2008). Было показано, что испытуемые были более заинтересованы и впечатлены роботами-экстравертами, чем роботами-интровертами. В работе (Neff et al., 2010) разработали метод изменения восприятия экстраверсии виртуального агента путем изменения параметров голоса робота и темпа жестов. В недавней работе (Wu et al., 2025) подтвердили связь скорости и амплитуды жестов с проявлением экстраверсии в поведении роботов.

Метод

В эксперименте человек взаимодействовал с двумя роботами Ф-2. Роботы поочередно озвучивали некоторые факты, степень доверия к которым испытуемый должен был сразу же оценить по десятибалльной шкале Лайкерта: 1 — не верю этой информации, 10 — полностью уверен, что это правда (рис. 1а). Всего было использовано 32 факта, в которые сложно поверить, например, *Если желтую канарейку кормить красным перцем, цвет ее перьев станет красным*. Утверждения предъявлялись каждому испытуемому в случайном порядке со случайным выбором робота, но с сохранением пропорции истинных и ложных утверждений в речи каждого робота (16 правдивых и 16 ложных фактов). В своем поведении роботы демонстрировали разные типы поведения: экстравертированный и интровертированный. Для первого типа поведения были характерны амплитудные, направленные на человека жесты, приподнятые брови, улыбка и направленный на человека взгляд (рис. 1б). Для робота со вторым типом поведения были характерны более спокойные, сдержанные, закрытые жесты, менее экспрессивное выражение лица, отсутствие зрительного контакта (рис. 1в). Поведенческие характеристики роботов-интровер-

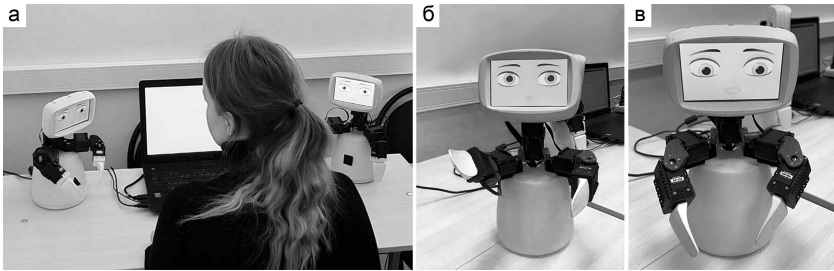


Рисунок 1. (а) Экспериментальная ситуация. (б) Робот с экстравертированными жестами и выражением лица. (в) Робот с интровертированными жестами и выражением лица

тов и экстравертов были разработаны с учетом предыдущих исследований в области социальной робототехники (Wu et al., 2025), а также с использованием мультимодального корпуса REC (Зинина и др., 2018). После эксперимента испытуемые заполняли анкету, в которой оценивали двух роботов по шкалам семантического дифференциала: привлекательность, доверие, комфортность взаимодействия и др. В анкете также был вопрос о самооценке экстраверсии и интроверсии у испытуемых. В эксперименте приняли участие 92 человека (71 женщина, 20 мужчин, средний возраст 21.6 лет, медиана 20 лет).

Результаты

Согласно полученным результатам, наблюдается существенный сдвиг оценок доверия к фактам, озвученным интровертированным роботом: $t(31) = 3.441$, $p = .002$. Тем не менее в опросе после эксперимента 46 из 92 респондентов сказали, что доверяют двум роботам совершенно одинаково (50.0 %). 26 из 92 респондентов сказали, что больше доверяют роботу-интроверту (28.3 %); 20 из 92 респондентов сказали, что больше доверяют роботу-экстраверту (21.7 %). Следовательно, можно говорить о расхождении между имплицитными и эксплицитными оценками доверия к роботам.

Полученные данные также свидетельствуют, что существует прямая связь между предпочтением робота и доверием к нему ($r_s = .21$, $p = .044$). Более того, данные подтверждают предположение, что испытуемые больше доверяют похожему на них роботу: корреляция между экстраверсией и предпочтением робота значима ($r_s = .26$, $p = .014$).

Обсуждения результатов

Полученные результаты свидетельствуют о большем доверии испытуемых к информации от робота-интроверта. Интровертированный тип поведения часто ассоциируется с более глубоким анализом информации, поэтому робот, демонстрирующий такое поведение, может восприниматься как более вдумчивый и, следовательно, более надежный в своих суждениях. С другой стороны, испытуемые могут опасаться открытой манипуляции со стороны экстравертированных роботов. Интровертированное поведение может снизить этот страх,

поскольку робот не кажется таким умелым и навязчивым в своей социальной экспрессии. Таким образом, несмотря на демонстрацию испытуемыми сознательной установки на равное доверие роботам, имплицитная оценка достоверности смещается в сторону интровертированного источника.

Интересна взаимосвязь предпочтений и доверия к информации от робота. Ранее было показано, что испытуемые значимо чаще предпочитают робота с подчеркнуто позитивным поведением (выраженная улыбка, паттерны кокетства), однако менее доверяют ему (Zinina et al., 2025). В настоящем исследовании данный эффект не наблюдается, наоборот, появляется взаимосвязь между предпочтением робота и воспринимаемым доверием к информации от этого робота.

Данные подтверждают существование эффекта сходства-притяжения: пользователи скорее предпочитают робота с типом поведения (интроверт/экстраверт), похожим на их собственный (Esteban et al., 2022). Интересно, что испытуемые не всегда четко могли описать различия между роботами с разным типом поведения, но предпочитали скорее похожего на себя.

Полученные результаты подчеркивают влияние поведенческих характеристик робота на формирование доверия и требуют дальнейшего изучения для оптимизации взаимодействия человека и машины.

Литература

Зинина А.А., Аринкин Н.А., Зайдельман Л.Я., Котов А.А., Цфасман М.М. Моделирование поведения робота-компаньона на основе мультимодального корпуса REC // Восьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 18–21 октября 2018 г. / Под ред. А.К. Крылова, В.Д. Соловьева. М.: ИП РАН, 2018. С. 422–424.

Cominelli L., Feri F., Garofalo R., Giannetti C., Meléndez-Jiménez M.A., Greco A., Nardelli M., Scilingo E.P., Kirchkamp O. Promises and trust in human–robot interaction // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. No. 1. P. 9687:1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88622-9>

Della Corte V., Sepe F., Gursoy D., Prisco A. Role of trust in customer attitude and behaviour formation towards social service robots // *International Journal of Hospitality Management*. 2023. Vol. 114. No. 2. P. 103587–103587. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2023.103587>

Esteban P. G., Bagheri E., Elprama S. A., Jewell C. I. C., Cao H.-L., De Beir A., Jacobs A., Vanderborght B. Should I be introvert or extrovert? A pairwise robot comparison assessing the perception of personality-based social robot behaviors // *International Journal of Social Robotics*. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 115–125. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00715-z>

Ghazali A. S., Ham J., Barakova E. I., Markopoulos P. Effects of robot facial characteristics and gender in persuasive human-robot interaction // *Frontiers in Robotics and AI*. 2018. Vol. 5. P. 73:1–16. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00073>

Khavas Z. R., Ahmadzadeh S. R., Robinette P. Modeling trust in human-robot interaction: A survey // *Social Robotics. ICSR 2020. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2020. Vol. 12483. P. 529–541. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62056-1_44

Kim H., Kwak S. S., Kim M. Personality design of sociable robots by control of gesture design factors // *RO-MAN 2008 – The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. Munich: IEEE, 2008. P. 494–499. <https://doi.org/10.1109/roman.2008.4600715>

Lim M. Y., Lopes J. D. A., Robb D. A., Wilson B. W., Moujahid M., De Pellegrin E., Hastie H. We are all individuals: The role of robot personality and human traits in trustworthy interac-

tion // 2022 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN). Napoli, Italy: IEEE, 2022. P. 538 – 545. <https://doi.org/10.1109/ro-man53752.2022.9900772>

Luo L., Ogawa K., Peebles G., Ishiguro H. Towards a personality AI for robots: Potential colony capacity of a goal-shaped generative personality model when used for expressing personalities via non-verbal behaviour of humanoid robots // *Frontiers in Robotics and AI*. 2022. Vol. 9. P. 728776:1 – 20. <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.728776>

Naneva S., Sarda Gou M., Webb T. L., Prescott T. J. A systematic review of attitudes, anxiety, acceptance, and trust towards social robots // *International Journal of Social Robotics*. 2020. Vol. 12. No. 6. P. 1179 – 1201. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00659-4>

Neff M., Wang Y., Abbott R., Walker M. Evaluating the effect of gesture and language on personality perception in conversational agents // *Intelligent Virtual Agents. IVA 2010. Lecture Notes in Computer Science* / J. Allbeck, N. Badler, T. Bickmore, C. Pelachaud, A. Safonova (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 2010. Vol. 6356. P. 222 – 235. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15892-6_24

Wu B., Liu C., Ishi C. T., Shi J., Ishiguro H. Extrovert or introvert? GAN-based humanoid upper-body gesture generation for different impressions // *International Journal of Social Robotics*. 2025. Vol. 17. No. 3. P. 457 – 472. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-01051-8>

Zinina A. A., Kotov A. A., Arinkin N. A. This robot smiles so nicely, I don't trust him—The effect of robot's smiles on user's trust // *Literature, Language and Computing* / P. Eismont, M. Khokhlova, M. Koryshev (Eds.). Singapore: Springer, 2025. P. 161 – 169. https://doi.org/10.1007/978-981-96-0990-1_14

AN INTROVERTED ROBOT IS TRUSTED MORE: A COMPARISON OF TRUST IN ROBOTS WITH DIFFERENT TYPES OF BEHAVIOR

A. A. Zinina* (1, 2, 3), V. N. Mazurok (2), A. A. Kotov (1, 3), N. A. Arinkin (1, 3)

Zinina_AA@nrcki.ru

1 — Kurchatov Institute, Moscow;

2 — RSUH, Moscow;

3 — MGLU, Moscow

Abstract. This paper investigated the influence of behavioral characteristics of social robots (externally perceived as extraverts vs. introverts) on trust of the reported information. Participants interacted with two F-2 robots displaying contrasting patterns of nonverbal behavior: amplitude gestures and expressive facial expressions (extraverted behavior), or restrained gestures and minimal eye contact (introverted behavior). Participants rated the credibility of the facts voiced by each robot on a Likert scale. Results of the t-test showed a significant shift in credibility ratings in favor of the introverted robot ($t(31) = 3.441, p = .002$). Despite this, in the follow-up survey, 50 % of respondents reported similar levels of trust in both robots. Qualitative analysis of respondents' feedback after the experiment revealed that introverted behavior was associated with greater thoughtfulness, objectivity, and less risk of manipulation, whereas extraverted behavior may have induced an overconfidence effect for some participants. For other participants, such behavior is perceived as more confident, and facts are evaluated more likely to be trustworthy. The findings suggest the importance of behavioral characteristics of social robots in shaping user trust and point to the potential effectiveness of introverted behavior in contexts requiring high trust in information.

Keywords: companion robot, non-verbal communication, human-machine interaction, trust, extraversion, introversion, social robotics

ВЛИЯНИЕ ЗАГРУЗКИ АКТИВИРОВАННОЙ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ НА ПРОЦЕСС ВЕРИФИКАЦИИ В ЗРИТЕЛЬНОМ ПОИСКЕ

В. В. Калошина*, М. И. Морозов
vasilisa.kaloshina@gmail.com
РАНХиГС, Москва

Аннотация. Настоящее исследование направлено на изучение влияния репрезентаций в активированной долговременной памяти (АДП) на время верификации целевого стимула. В эксперименте приняли участие 50 человек (из них 42 женщины) в возрасте от 18 до 26 лет ($M=20$) с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Бинокулярная регистрация глазодвигательной активности осуществлялась при помощи айтрекера EyeLink Portable Duo с максимальной частотой до 2000 Гц с фиксированным положением головы. Исследование показало, что удержание в АДП изображений объектов, принадлежащих к одной категории с целевым стимулом, увеличивает время верификации. Это может свидетельствовать об интерференции между перцептивными репрезентациями в АДП и шаблоном целевого стимула. В то же время семантически связанные с названием категории вербальные репрезентации, которые, предположительно, не способствуют удержанию шаблона целевого стимула в АДП, не приводят к возникновению различий по времени верификации. Полученные данные уточняют роль АДП в осуществлении зрительного поиска.

Ключевые слова: этап верификации, зрительный поиск, внимание, движения глаз, шаблон целевого стимула, активированная долговременная память

Данная статья подготовлена в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

В рамках изучения механизмов внимания и восприятия было проведено множество исследований, посвященных выявлению связи между зрительным вниманием и системой памяти. Осуществление этапов зрительного поиска проходит при задействовании двух разных репрезентаций в системе памяти: «шаблона гайденса», который удерживается в рабочей памяти, и «шаблона целевого стимула», хранящегося в активированной долговременной памяти (Wolfe, 2021). Шаблон гайденса содержит основные перцептивные признаки целевого объекта (например, цвет, форма, ориентация в пространстве) и участвует в направлении внимания на объекты, которые содержат один или несколько целевых признаков. В отличие от шаблона гайденса, шаблон целевого стимула содержит множество перцептивных признаков. Сличение объекта-кандидата с шаблоном целевого стимула в АДП приводит к принятию

стимула как целевого и завершению поиска либо к отвержению стимула как дистрактора и продолжению поиска. Этот этап зрительного поиска называют верификацией целевого стимула. Однако на этом в описании возможного влияния содержания активированной долговременной памяти на зрительный поиск теоретические модели останавливаются. Цель настоящего исследования заключается в выявлении влияния репрезентаций в активированной долговременной памяти на этап верификации целевого стимула.

В своем исследовании мы опираемся на описываемую Клаусом Оберауэром архитектуру АДП и ту часть его модели, которая предполагает наличие тесной связи между репрезентациями в рабочей и активированной долговременной памяти (Oberauer, 2009). Согласно Оберауэру, активированная долговременная память представляет из себя подмножество репрезентаций долговременной памяти, доступных для текущих когнитивных процессов (Oberauer, 2009). Исследования рабочей памяти показывают, что информация, не релевантная для текущей задачи, удаляется из рабочей памяти, но продолжает храниться в АДП (Lewis-Peacock et al., 2018). Благодаря этому процессу повышается степень доступности информации, остающейся релевантной, а также облегчается кодирование новой информации. Также в АДП хранится шаблон целевого стимула, необходимый для процесса верификации. Мы предполагаем, что запоминание различной информации непосредственно перед выполнением категориального поиска будет сопровождаться удалением запомненных слов и изображений из рабочей памяти на время осуществления поиска. Во время выполнения поисковой задачи эта информация будет продолжать удерживаться в активированной долговременной памяти, как и шаблон целевого стимула.

С одной стороны, перцептивные репрезентации, связанные с шаблоном целевого стимула, например принадлежащие к одной базовой категории с целевым объектом, могут интерферировать с шаблоном целевого стимула в АДП. Это может выражаться в увеличении времени верификации в условии запоминания изображений, связанных с шаблоном целевого стимула, по сравнению с условием, в котором запоминаются не связанные с целевым объектом изображения. С другой стороны, вербальная информация в АДП, семантически связанная с названием категории целевого объекта, может помочь удерживать шаблон целевого стимула. В этом случае мы увидим уменьшение времени верификации целевого стимула в условии запоминания связанных с названием категории целевого объекта слов, по сравнению с условием запоминания слов, не имеющих связи с целевым стимулом.

Методика

В исследовании приняли участие 50 человек, из них 42 респондента женского пола, в возрасте от 18 до 26 лет (средний возраст 20 лет). Все участники эксперимента имели нормальное или скорректированное до нормального зрение и являлись наивными относительно гипотез исследования.

Был проведен лабораторный эксперимент по внутригрупповому экспериментальному плану $3 \times 2 \times 3$ со следующими независимыми переменными

ми: тип загрузки АДП (перцептивная, вербальная, отсутствие загрузки); связь материала в АДП с шаблоном цели (связан с шаблоном целевого стимула, не связан с шаблоном целевого стимула); количество объектов на экране поиска (4, 6, 8). Зависимой переменной является время верификации целевого стимула, в качестве которого использовалось время от первой фиксации в целевой зоне интереса до механического ответа. Регистрация глазодвигательной активности осуществлялась при помощи айтрекера EyeLink Portable Duo (SR Research, Mississauga, Ontario, Canada).

Эксперимент проводился очно индивидуально с каждым участником. В 160 пробах (кроме контрольного условия) участникам предъявлялись три картинки/слова, которые они должны были запомнить за 3 с. После исчезновения этих стимулов на экране появлялось название базовой категории объекта (например, «вилка»), который участник должен был найти среди других изображений. Количество изображений на экране варьировалось: 4, 6 или 8 объектов, один из которых являлся целевым. Участники должны были кликнуть на целевое изображение с помощью мыши. После этого, в зависимости от условий задачи, на экране появлялись 6 изображений или 6 троек слов. Участникам нужно было выбрать из этих картинок/слов те, которые они запомнили в начале проб. Контрольные пробы содержали только задачу категориального поиска, без необходимости запоминать дополнительный материал.

Последовательность предъявления стимулов в каждой пробе с загрузкой АДП была следующей: (1) представление трех картинок или слов, которые нужно было запомнить, (2) появление названия категории целевого стимула (например, «вилка»), (3) экран поиска с несколькими изображениями, среди которых было одно изображение целевого объекта, (4) клик мышью на целевое изображение, (5) появление экрана с 6 изображениями или 6 тройками слов для выбора запомненных стимулов.

Результаты

В статистическую обработку вошли данные времени верификации, полученные во всех пробах, кроме контрольного условия, в котором отсутствовала дополнительная задача по запоминанию материала. Из данных были последовательно удалены: неправильные ответы в задаче зрительного поиска целевого объекта — 13 ответов (~0.2 % всех ответов); неправильные ответы в задачах для проверки запоминания слов и изображений, которыми считались ответы, в которых респондент выбрал неверную тройку слов в пробах с вербальной загрузкой АДП и в которых респондент не выбрал или выбрал неверно хотя бы одно изображение в пробах с перцептивной загрузкой АДП, — 40 ответов (~0.6 % всех ответов). Наличие верного ответа на проверочную задачу в эксперименте для нас свидетельствовало о том, что информация действительно удерживалась в АДП. Для анализа времени верификации (VT) была построена смешанная линейная модель с преобразованной по методу Бокса — Кокса зависимой переменной ($\lambda = 0.8$) и тремя фиксированными факторами: тип загрузки АДП (type: вербальная, перцептивная), наличие связи с шаблоном целевого стимула (connection: есть, нет) и количество объектов на экране пои-

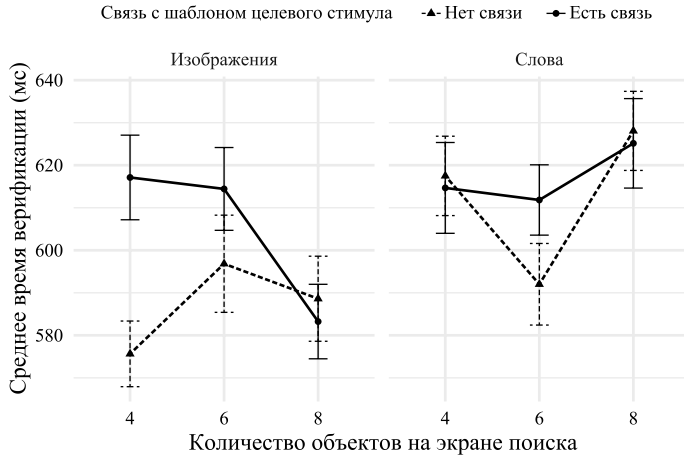


Рисунок 1. Взаимодействие факторов типа загрузки АДП, наличия связи с шаблоном целевого стимула и количества объектов на экране



Рисунок 2. Результаты пост-хок-анализа времени верификации в условиях наличия и отсутствия связи с шаблоном целевого стимула, разделенные по типу загрузки АДП

ска (set_size: 4, 6, 8). В качестве случайного фактора был добавлен случайный параметр сдвига по участнику (subject). Наилучшей по AIC и логлинейному тесту оказалась модель с взаимодействием трех предикторов: $VT\_boxcox \sim type * connection * set\_size (1 | subject)$. Логлинейное сравнение показало, что полная модель значимо лучше упрощенной модели без взаимодействия ($\chi^2 (5) = 12.99$, $p = .023$) (см. рис. 1).

Запоминание слов сопровождалось увеличением времени верификации целевого стимула по сравнению с удержанием в памяти изображений ($\beta = 12.68$, $SE = 3.23$, $t = 3.92$, $p < .001$). Время верификации было больше в условии связанной с шаблоном целевого объекта загрузки АДП ($\beta = 11.7$, $SE = 3.24$, $t = 3.61$, $p < .001$). Модель также выявила значимое взаимодействие типа загрузки АДП и наличия связи с шаблоном целевого стимула ($\beta = -14.19$, $SE = 5.00$, $t = -2.83$, $p = .005$) и взаимодействие всех трех предикторов при повышении количества стимулов в условии шести ($\beta = 14.84$, $SE = 7.16$, $t = 2.07$, $p = .038$) и восьми объектов на экране поиска ($\beta = 15.68$, $SE = 7.13$, $t = 2.2$, $p = .027$).

Нас также интересовало, будет ли отличаться время верификации в условиях, когда информация в АДП связана и не связана с шаблоном цели. Пост-хок-анализ с поправкой по Холму выявил, что в условии запоминания изображений, принадлежащих к той же базовой категории, что и целевой объект, время верификации выше ($estimate = -5.14$, $SE = 2.08$, $z = -2.47$, $p = .013$). Для слов такого эффекта не наблюдалось ($estimate = -1.12$, $SE = 2.05$, $z = -0.54$, $p = .586$; см. рис. 2).

Обсуждение и выводы

Полученные данные свидетельствуют в пользу выводов, полученных в исследовании влияния удержания вербальной информации на время верификации целевого стимула (Калошина, Морозов, 2024). Мы не обнаружили влияния семантически связанных с названием целевой категории вербальных репрезентаций в АДП на время верификации цели вследствие более успешного удержания шаблона целевого стимула в АДП.

Результаты настоящего исследования показали, что удержание перцептивных репрезентаций в АДП может приводить к увеличению времени верификации. Этот эффект наблюдается в условии запоминания изображений объектов, принадлежащих к той же базовой категории, что и целевой стимул. Вероятно, это происходит из-за достаточно высокой активации репрезентаций в АДП, что согласуется с идеей об «обратимом» удалении информации из РП (Lewis-Peacock et al., 2018). Активация потенциально релевантных репрезентаций в АДП поддерживается на высоком уровне и может приводить к интерференции между перцептивными признаками этих репрезентаций и перцептивными признаками шаблона целевого стимула.

Значимое трехфакторное взаимодействие предположительно может быть обусловлено разной работой механизма удержания объектов в АДП для слов и изображений в зависимости от времени их удержания. Перцептивная информация, вероятно, эффективно удерживается для «быстрого» поиска (4 объекта), но постепенно угасает при более продолжительном поиске. В случае с вербальной информацией мы обнаруживаем взаимодействие на увеличенном наборе элементов, что может быть связано с повторением участниками запомненных слов: таким образом, вербальные репрезентации не угасают со временем и удерживаются в памяти вплоть до этапа верификации целевого стимула.

Литература

Калошина В. В., Морозов М. И. Влияние удержания вербальной информации, связанной с шаблоном цели, на процесс верификации в зрительном поиске // Психологические исследования. 2024. Т. 17. № 96. С. 4:1 – 11. <https://doi.org/10.54359/ps.v17i96.1623>

Lewis-Peacock J. A., Kessler Y., Oberauer K. The removal of information from working memory // Annals of the New York Academy of Sciences. 2018. Vol. 1424. No. 1. P. 33 – 44. <https://doi.org/10.1111/nyas.13714>

Oberauer K. Design for a working memory // The Psychology of Learning and Motivation. 2009. Vol. 51. P. 45 – 100. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(09\)51002-x](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(09)51002-x)

Wolfe J. M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search // Psychonomic Bulletin & Review. 2021. Vol. 28. No. 4. P. 1060 – 1092. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01859-9>

THE INFLUENCE OF ACTIVATED LONG – TERM MEMORY LOADING ON VERIFICATION TIME IN VISUAL SEARCH

V. V. Kaloshina*, M. I. Morozov
vasilisa.kaloshina@gmail.com
RANEPA, Moscow

Abstract. The present study investigates the influence of representations in activated long-term memory (aLTM) on verification times in visual search. Fifty participants (42 females), aged 18 to 26 years ($M=20$), with normal or corrected-to-normal vision, took part in the experiment. Binocular eye movement data were recorded using the EyeLink Portable Duo eye tracker. The study showed that retaining images of objects in aLTM that belong to the same category as the target template increases the verification time. This may indicate interference between perceptual representations in aLTM and the target template. Meanwhile, verbally encoded representations that are semantically related to the category label do not appear to support the maintenance of the target template in aLTM, and do not affect verification times. These findings refine our understanding of the role of aLTM in visual search.

Keywords: verification, visual search, attention, eye movements, target template, activated long-term memory

The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research program.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ПРИ ИМПЛИЦИТНОМ НАУЧЕНИИ

А. П. Каманюк*, Э. М. Савкина
dogave.33@gmail.com
МГУ, Москва

Аннотация. Семантическая память представляет собой компонент декларативной памяти, который позволяет хранить и извлекать информацию, такую как понятия, факты и смыслы, независимо от личного опыта. Кодирование и извлечение семантических знаний обеспечиваются взаимодействием медиальной височной доли, гиппокампа, а также передней височной доли и префронтальной коры. ИмPLICITное обучение активирует в первую очередь подкорковые структуры (базальные ганглии, мозжечок) и сенсорную кору, отвечающую за обработку перцептивных характеристик стимулов. В экспериментах с использованием искусственных грамматик выявлено, что имPLICITное обучение способствует формированию семантических сетей, что подтверждается электрофизиологическим компонентом вызванного потенциала N400, связанным с семантическими несоответствиями. Повторная имPLICITная обработка данных может в итоге перерасти в эксплицитное осознание закономерностей. Также имPLICITно усвоенные ассоциации коррелируют с изменением амплитуды и латентности N400. Исследование базируется на данных ЭЭГ и вызванных потенциалов, а также новом методе локализации мозговой активности «Виртуально вживленный электрод». Было установлено, что имPLICITно сформированные семантические категории активируют переднюю поясную кору, височные доли, базальные ганглии и амигдалу. Изменения в амплитуде компонентов P300 и N400 подтверждают нейронные механизмы закрепления семантических связей. Полученные данные демонстрируют формирование семантической памяти в условиях имPLICITного научения, включающего взаимодействия между корковыми и подкорковыми структурами мозга.

Ключевые слова: семантическая память, имPLICITное научение, формирование понятий, ассоциативное обучение, вызванные потенциалы, ЭЭГ

Введение

Семантическая память — компонент декларативной памяти, позволяющий людям хранить и извлекать фактическую информацию, такую как понятия, факты и смыслы, независимо от личного опыта. Центральную роль в кодировании и извлечении семантических знаний играет медиальная височная доля, в частности гиппокамп, а дополнительный вклад вносят такие области коры головного мозга, как передняя височная доля и префронтальная кора (Binder, Desai, 2011).

ИмPLICITное научение в первую очередь задействует подкорковые области, такие как базальные ганглии и мозжечок, а также сенсорную кору, кото-

рая обрабатывает перцептивные характеристики стимулов. Эксперименты по усвоению искусственной грамматики демонстрируют, как участники могут усваивать правила, стоящие за последовательностями стимулов, без явного осознания, что подтверждает развитие имплицитных семантических сетей (Reber, 1967). Компонент вызванного потенциала N400 связан с семантической обработкой и отражает реакцию мозга на семантические несоответствия. Он наблюдается во время выполнения как эксплицитных, так и имплицитных задач научения (Kutas, Federmeier, 2011). Повторяющееся имплицитное научение может привести к эксплицитному осознанию, поскольку люди со временем осознанно распознают закономерности и правила (Cleeremans, 2007).

Однако механизмы взаимодействия психофизиологических показателей и когнитивных процессов при формировании семантической памяти в условиях имплицитного научения не до конца изучены.

Гипотеза. Имплицитно усвоенные семантические категории будут коррелировать с изменениями амплитуды и латентности компонентов вызванного потенциала N400, наблюдаемыми во время воздействия новых стимулов. Имплицитно усвоенные семантические категории активируют корковые и подкорковые мозговые структуры.

Цель. Выявить психофизиологические механизмы семантической памяти, лежащие в основе имплицитного научения, с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ) и связанных с событиями потенциалов (ССП) в конкретных отведениях и выявить их локализацию с помощью метода «Виртуально вживленный электрод» (Вартанов, 2023; Vartanov, 2022), который решает проблему высокого временного, но низкого пространственного разрешения ЭЭГ, позволяя исследователю непосредственно наблюдать пространственно-временную динамику активности мозга и локализовать ее.

Методика

Испытуемые: 30 человек в возрасте от 18 до 40 лет, правши без неврологических заболеваний в анамнезе. Для изучения механизмов формирования семантической памяти при имплицитном научении был использован комплекс методов, включая запись ЭЭГ, которая проводилась с использованием 19-канального электроэнцефалографа «Нейро-КМ». Электроды были расположены в соответствии с международной системой 10–20 % с двумя мостоидами, полосу пропускания от 0.05 до 32 Гц, сопротивление электродов менее 10 Ом. Данные передавались на компьютер для последующей обработки. Для регистрации, анализа и редактирования электроэнцефалографических данных использовалось лицензионное программное обеспечение BrainSys. Предъявление стимулов осуществлялось с помощью стационарного компьютера и программы Presentation.

Анализ данных и локализация мозговой активности проводились при помощи метода «Виртуально вживленный электрод» (Вартанов, 2023; Vartanov, 2022), который позволяет по данным скальповой ЭЭГ реконструировать электрическую активность, источник которой располагается в определенном месте внутри головы с заранее заданными координатами относительно скальповых

электродов. Метод основан на пространственной фильтрации сигнала из заданной области, основанной на динамике и корреляции изменений сигнала по отведениям, а полученные результаты можно интерпретировать как электрическую активность «локального поля» при «вживлении» виртуального электрода в соответствующую точку мозга. Используются более адекватная модель источника низкочастотной (до 32 Гц) ЭЭГ и закон линейного убывания электрического потенциала от расстояния. С помощью факторного анализа главных компонент (PCA) и ортогонального вращения однозначно находится один фактор, который заведомо существует в объединенном массиве экспериментальных и искусственно сгенерированных данных.

В качестве независимых переменных рассматриваются тип использованных стимулов (ассоциированные либо неассоциированные иероглифы), а также тип научения, включая ассоциативное (явное) и имплицитное научение. Зависимые переменные включают количество ошибок, допускаемых участниками при выполнении задач, связанных с выбором значений, а также амплитуду и латентность компонентов связанных с событиями потенциалов (ССП) N400 и P300, регистрируемых в процессе обработки стимулов.

На рис. 1 представлена схема эксперимента, которая состоит из 3 серий: исходная регистрация ССП, ассоциативное обучение и проверка, повторная регистрация ССП. ССП регистрировались в первой и третьей сериях, в которых стимул предъявлялся на 1500 мс, после чего была пауза на 1000 мс, в течение которой в центре экрана предъявлялся маленький фиксационный крест. В исследовании были использованы зрительные стимулы в виде китайских иероглифов, обозначающих эмоции (10 изображений), смайликов (8 изображений), одно изображение с 24 смайликами и фиксационный крест. Серия 1 была направлена на регистрацию ССП при первоначальном восприятии стимулов-знаков. Участникам случайным образом предъявлялись 10 иероглифов по 30 раз (всего 300 предъявлений). Серия 2 состояла из двух этапов. Этап 1: испытуемым в каждой пробе предъявлялась пара – иероглиф и соответствующий смайлик (по 1500 мс). Восемь из 10 пар предъявлялись по пять раз в случайном порядке. Задачей участников было запомнить значения знаков. Этап 2: участникам в течение 1500 мс показывался один иероглиф, затем экран с 24 возможными значениями (смайликами). Им предстояло выбрать правильное значение, нажав соответствующую клавишу. Время на выбор ограничивалось 8 с, все 10 иероглифов предъявлялись три раза в случайном порядке. Это давало возможность косвенно выработать связи, даже для пар, которые не были показаны в обучении. Этапы 1 и 2 повторялись до полного усвоения материала, степень успешности оценивалась по частоте правильных ответов и вероятности ошибок. Серия 3 повторяла первую серию с регистрацией ССП, каждый из 10 знаков также повторялся по 30 раз в случайном порядке.

Результаты

Эффективность процесса формирования семантических категорий была оценена по числу ошибок в проверочной серии. На рис. 2 представлены кривые научения по всем испытуемым для группы ассоциированных пар «знак –

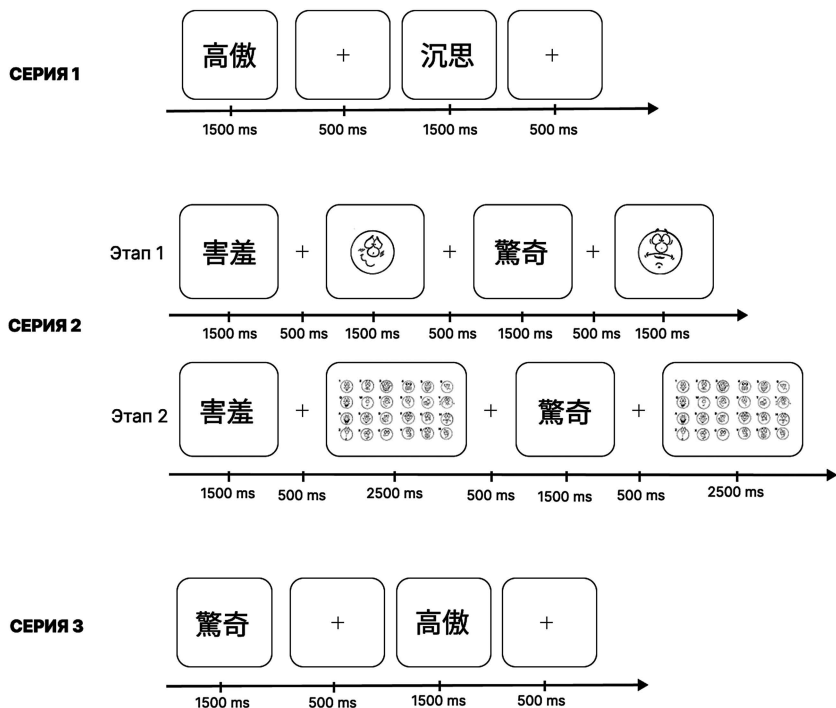


Рисунок 1. Схема эксперимента

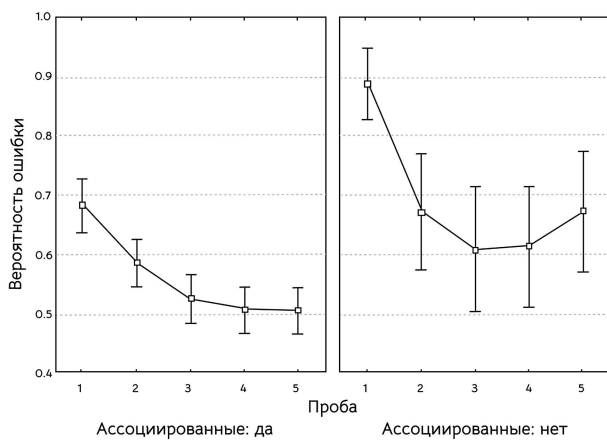


Рисунок 2. Кривая научения для ассоциированных и неассоциированных иероглифов

значение» и для группы имплицитно сформированных категорий. Снижение вероятности ошибки указывает на эффективность процесса научения и формирование новых ассоциаций, а также их перенос на аналогичные категории для не ассоциированных со значением иероглифов. Эти результаты подтверждают, что в процессе научения между зрительными знаками была сформирована ассоциативная связь. Знакам, не получившим соответствие в обучающей серии, также присваивались определенные субъективные семантические категории, при этом участники не осознавали принципы их формирования — таким образом, понятия формировались имплицитно.

Обнаружены значимые изменения в амплитуде компонентов ССП Р300 и N400 в отведениях Т4 и С4, что указывает на повышенную нейронную активность, связанную с закреплением семантических связей. Компонент N400 демонстрировал меньшую амплитуду для стимулов, усвоенных имплицитно, по сравнению с новыми. Постепенно имплицитное научение приводит к эксплицитному осознанию, поскольку люди со временем осознанно распознают законы и правила. При помощи нового метода нейровизуализации «Виртуально вживленный электрод» было обнаружено, что при имплицитном формировании семантических категорий активируются передняя поясная кора, височная кора, амигдала и базальные ганглии, обеспечивая извлечение и обработку значений стимулов.

Обсуждение и выводы

Формирование семантической памяти в процессе имплицитного научения включает в себя сложные психофизиологические механизмы, основанные на взаимодействии корковых и подкорковых структур. Полученные результаты подтверждают гипотезу, что имплицитное научение является важным механизмом формирования семантической памяти, что отражается в изменении характеристик ССП.

Литература

- Вартанов А. В.* Новый подход к пространственной локализации электрической активности по данным ЭЭГ // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2023. Т. 4. С. 326 – 338.
- Binder J. R., Desai R. H.* The neurobiology of semantic memory // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 11. P. 527 – 536. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.10.001>
- Cleeremans A.* Consciousness: The radical plasticity thesis // Progress in Brain Research. 2007. Vol. 168. P. 19 – 33. [https://doi.org/10.1016/s0079-6123\(07\)68003-0](https://doi.org/10.1016/s0079-6123(07)68003-0)
- Kutas M., Federmeier K. D.* Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP) // Annual Review of Psychology. 2011. Vol. 62. No. 1. P. 621 – 647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Reber A. S.* Implicit learning of artificial grammars // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1967. Vol. 6. No. 6. P. 855 – 863. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(67\)80149-x](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(67)80149-x)
- Vartanov A. V.* A new method of localizing brain activity using the scalp EEG data // Procedia Computer Science. 2022. Vol. 213. P. 41 – 48. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.036>

PSYCHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF SEMANTIC MEMORY FORMATION DURING IMPLICIT LEARNING

A. P. Kamaniuk*, E. M. Savkina
dogave.33@gmail.com
Moscow State University, Moscow

Abstract. Semantic memory is a component of declarative memory that allows information such as concepts, facts, and meanings to be stored and retrieved independently of personal experience. Encoding and retrieval of semantic knowledge is enabled by the interaction of the medial temporal lobe, hippocampus, and anterior temporal lobe and prefrontal cortex. Implicit learning primarily activates subcortical structures and sensory cortex responsible for processing the perceptual characteristics of stimuli. Artificial grammar learning experiments have revealed that implicit learning promotes the formation of semantic networks, confirmed by the electrophysiological component of the N400 associated with semantic inconsistencies. Repeated implicit processing of data can eventually develop into explicit pattern realization. Furthermore, implicitly learned associations correlate with changes in N400 amplitude and latency. The current research was based on EEG and ERP data, as well as a novel method for localizing brain activity, the “Virtual Implanted Electrode”. Implicitly formed semantic categories were found to activate the anterior cingulate cortex, temporal lobes, basal ganglia, and amygdala. Changes in the amplitude of the P300 and N400 components confirm the neural mechanisms of semantic entrenchment. The obtained data demonstrate the formation of semantic memory under conditions of implicit learning involving interactions between cortical and subcortical brain structures.

Keywords: semantic memory, implicit learning, concept formation, associative learning, event related potentials, EEG

ФУНКЦИИ РЕКУРРЕНТНЫХ ЖЕСТОВ В ОЦЕНОЧНОМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ В ДИАЛОГЕ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

М. И. Киосе* (1, 2), О. Н. Прокофьева (1), О. В. Агафонова (1, 2), Е. Е. Смирнова (1)
maria_kiose@mail.ru

1 — МГЛУ, Москва;

2 — Институт языкознания РАН, Москва

Аннотация. Цель исследования — установить функции рекуррентных жестов, или жестов, демонстрирующих связь между формальными и функциональными характеристиками в некоторой культуре (Kendon, 2004; Ladewig, 2014; Cienki, 2023), определяемые особенностями оценочного позиционирования (Du Bois, 2007; Simaki et al., 2020) в диалогической спонтанной речи. Проведен мультимодальный эксперимент, тестирующий распределение групп рекуррентных жестов — жестов презентации, контурирования, местоположения, действия, противопоставления, усиления, направления от себя, жестов колебания, циклических жестов и эмблем с типами оценки в речи — положительной и отрицательной, общей и частной, сопровождающейся и не сопровождающейся интенсификацией. В эксперименте 20 участников (средний возраст — 22 года, носители русского языка) в парах обсуждали проблемы искусственного интеллекта; объем записанного видеокорпуса составил 171 минуту (5883 клаузы, из них 637 с оценкой; 2600 рекуррентных жестов, из них 390 в клаузах с оценкой). Результаты показывают, что жесты противопоставления, усиления и жесты-эмблемы демонстрируют больший оценочный потенциал, так как чаще сопровождают элементарные дискурсивные единицы с оценкой. Презентационные жесты используются для выражения общей оценки, жесты действия — для выражения положительной оценки, а жесты направления от себя выражают функцию интенсификации. Полученные результаты свидетельствуют о функциональной обусловленности определенных рекуррентных жестов особенностями оценочного позиционирования.

Ключевые слова: оценочное позиционирование, рекуррентный жест, речь, русский язык, мультимодальный эксперимент

Исследование поддержано грантом РФ № 24-18-00587 «Роль рекуррентных жестов в разных языках: социокогнитивные основы полимодального позиционирования», реализуемым в Московском государственном лингвистическом университете.

Введение

Настоящее исследование нацелено на установление функций рекуррентных жестов, обусловленных разными типами оценочного позиционирования в устном спонтанном диалоге. В качестве рекуррентных рассматриваются же-

сты, у которых в определенной культуре обнаруживается устойчивая связь между формальными, содержательными и функциональными характеристиками, обеспечивающая высокую степень конвенционализации данных жестов, а значит, более очевидную вариативность их свойств в разных культурах (Ирисханова, Николаева, 2023). При том что применительно к некоторым языковым культурам особенности совместной реализации форм и функций таких жестов уже получили освещение (Kendon, 2004; Ladewig, 2014; Cienki, 2023), по отношению к русскоязычной культуре подобные исследования проводились только по ряду жестов (в частности, жестов «открытая ладонь вверх» и «открытая ладонь вниз»). Также на настоящий момент мало известно о функциях рекуррентных жестов, обусловленных особенностями позиционирования в речи. В работах определены общие возможности указательных жестов и эмблем служить усилению эмоциональности в русскоязычной культуре (Крейдлин, 2002; Гришина, 2009). В работе (Bressem, Müller, 2014) показано, что жесты направления от себя чаще используются для выражения отрицательной оценки, однако этот факт установлен применительно к немецкоязычной культуре.

Вслед за Дюбуа (Du Bois, 2007) и Симаки и др. (Simaki et al., 2020) позиционирование рассматривается как дискурсивный феномен, описывающий установление социальных ролей, формирование оценки, структурирование общей позиции участников. Оценочное позиционирование — как один из типов позиционирования — при этом может проявляться в разграничении характера оценки: положительной и отрицательной, общей и частной, оценки с интенсификацией и без нее (Арутюнова, 1988; Вольф, 2024). Известно, что появление оценки и рост интенсивности сопровождаются увеличением жестовой и речевой активности, что обусловлено ее тесной связью с выражением эмоций; также показано, что этому в большей степени способствует отрицательная оценка (см. обзор в работе Thakore et al., 2024). Однако на настоящий момент не определено, какие именно жесты участвуют в оценочном позиционировании с учетом реализации оценки разного характера.

С опорой на высказанные положения сформулированы следующие гипотезы: 1) рекуррентные жесты указания, жесты-эмблемы, жесты направления от себя чаще, чем иные группы жестов, используются для реализации оценочного позиционирования; 2) рекуррентные жесты демонстрируют функции, определяемые типами оценки.

Методика

Для проверки гипотез проведен мультимодальный эксперимент, устанавливающий функции рекуррентных жестов, обусловленных типами позиционирования в речи (всего анализу подверглось четыре типа позиционирования: эпистемическое, оценочное, интересубъективное и позиционирование релевантности). В ходе эксперимента 20 участников — молодые люди, средний возраст 22 года — обсуждали в парах проблемы искусственного интеллекта. В их речи продолжительностью 171 минута выделено 5883 элементарные дискурсивные единицы (ЭДЕ), из которых в 637 ЭДЕ обнаружены проявления оценочного позиционирования. Рекуррентные жесты подвергнуты анали-

зу с опорой на инвентарь, предложенный в работах (Ladewig, 2014; Cienki, 2023) и дополненный с учетом данных текущего проекта (Cienki, 2023). Всего рассмотрено 7 групп рекуррентных жестов: 1) презентация (Г1, разгибание пальца, предложение, отведение в сторону, разведение рук), 2) контурирование (Г2, удержание, лепка, протирание, очерчивание), 3) местоположение (Г3, размещение, указание, касание), 4) действие (Г4, хлопки руками, нарезка, захват, удар, стучание, подбрасывание), 5) противопоставление (Г5, бинарное отношение, взвешивание), 6) усиление (Г6, биты, положить руку на грудь, приложить руку ко рту, кулак, щепоть, щелчок пальцами, указательный палец вверх), 7) направление от себя (Г7, махи, отмахивание, отодвигание, сметание, отбрасывание); также в качестве обособленных рассмотрены жесты колебания (ЖК), циклические жесты (ЦЖ) и жесты-эмблемы (Э). В собранном корпусе обнаружено 2600 рекуррентных жестов, из них в ЭДЕ с оценкой оказалось 390 жестов.

Результаты

Представим основные результаты, описывающие 1) распределение типов оценки в речи говорящих – в отношении положительной и отрицательной оценки, частной и общей оценки, оценки с интенсификацией и без нее, 2) распределение жестов с разными типами оценки, на основании которого были установлены функции рекуррентных жестов, обусловленные особенностями оценочного позиционирования в устном спонтанном диалоге.

В речи чаще проявляется отрицательная (471 ЭДЕ, 74%, как в *эх, эти кожаные мешки; и на данном этапе очень далеко от идеала*), а не положительная оценка (*видос интересный; развлекают детей*); при этом превалирование отрицательной оценки обнаружено в речи всех участников. Чаще встречаются ЭДЕ с оценкой без выраженной интенсивности (418 ЭДЕ, 66%), как в *поэтому тут и погрешности возможны, ну это наверное весело так вот*, чем случаи с выраженной интенсивностью, как в *мне вообще не нравится эта идея, апокалипсис, и все пойдет через одно место*. В 456 ЭДЕ (72%) превалирует частная оценка, которая указывает на сферу оценки (психологическую, этическую, эстетическую и др.). При этом распределение случаев частной оценки и интенсификации равномерное в ЭДЕ с положительной и отрицательной оценкой (71.1 – 71.6% для частной оценки, 41 – 32.1% для интенсификации).

Определены некоторые особенности использования рекуррентных жестов со случаями оценочного позиционирования. Так, самыми частотными жестами, использующимися вместе со случаями оценки, являются жесты противопоставления (22.6% от всех случаев использования жестов данного типа, 26 из 115 случаев), жесты-эмблемы (21.2%, 14 из 66 случаев), жесты усиления (18.2%, 41 из 225 случаев). На фоне того, что наиболее частотными жестами по собранному корпусу являются презентационные (945), а также жесты местоположения (286) и контурирования (278), наблюдаем снижение их количества в ЭДЕ с оценкой (16.2%, 15.7% и 10.1% соответственно).

Далее рассмотрим распределение жестов с разными типами оценки (см. табл. 1).

Таблица 1. Распределение рекуррентных жестов с разными типами оценки

Группы жестов и типы оценки	Г1	Г2	Г3	Г4	Г5	Г6	Г7	ЖК	ЦЖ	Э
Положительная / отрицательная оценка	43/110	7/21	14/31	14/21	8/18	9/31	5/10	3/0	5/25	3/11
Общая / частная оценка	53/100	8/20	13/32	9/26	6/20	14/26	7/8	0/3	5/25	4/10
Оценка с интенсивностью / без интенсивности	52/101	12/16	16/29	17/18	6/20	15/25	13/2	0/3	10/20	3/11

При том что 471 ЭДЕ с отрицательной оценкой используется с 278 жеста-ми, а 166 ЭДЕ с положительной оценкой используются с 111 жестами, оказы-вается, что рекуррентные жесты используются одинаково часто с выражением в речи положительной и отрицательной оценки ($\chi^2=0.75$ при $p=.387$). Одна-ко с ЭДЕ с положительной оценкой относительно чаще используются жесты колебания (но их очень мало в ЭДЕ с оценкой), жесты действия ($\chi^2=3.74$ при $p=.054$), а с отрицательной — циклические жесты (83%) и жесты-эмблемы (79%), хотя это различие статистически незначимо.

Самые частотные в собранном корпусе презентационные жесты исполь-зуются с ЭДЕ с общей оценкой в 41% случаев (53 жеста из 109 с общей оцен-кой), при том, что ЭДЕ с общей оценкой составляют 28% случаев (181 случай из 637 ЭДЕ), а циклические жесты, жесты противопоставления и действия (83, 77 и 74% соответственно; различие статистически незначимо) — с частной оценкой. Таким образом, хотя презентационные жесты в целом реже употреб-ляются с ЭДЕ с оценкой, они значимо чаще ($\chi^2=17.66$ при $p<.001$) встречаются при реализации общей оценки; это означает, что функциональная нагрузка презентационных жестов не ограничена демонстрацией характеристик объек-тов, а подразумевает выражение оценочной репрезентации в отношении этих характеристик.

Анализ совместного употребления жестов с ЭДЕ с оценкой, сопрово-ждающейся интенсификацией, показал, что в этом случае значительно чаще ($\chi^2=16.5$ при $p<.001$) используются жесты направления от себя (87%, 13 из 15 случаев), что свидетельствует о том, что их основная функция заключается не в выражении оценки, а в ее интенсификации.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты указывают на наличие ряда словесно-жесто-вых паттернов, обусловленных реализацией оценочного позиционирования, что позволяет уточнить результаты ранее проведенных исследований. Так, жесты указания (включены в группу жестов местоположения), о частотности которых с проявлениями эмоциональности пишет Е.А. Гришина (2009), дей-ствительно часто используются с разными видами позиционирования, одна-ко их доля в реализации именно оценочного позиционирования невысокая.

Не обнаружено, что жесты направления от себя в русскоязычной культуре, как в немецкоязычной (Bressemer, Müller, 2014), чаще применяются для выражения отрицательной оценки; в собранном корпусе их употребление связано с выражением интенсификации. Таким образом, первая гипотеза подтвердилась только в отношении жестов-указания. Вторая гипотеза была подтверждена: разные группы рекуррентных жестов действительно играют отличающуюся роль в формировании разных типов оценки, что свидетельствует о закреплённости в русскоязычной культуре ряда определенных словесно-жестовых паттернов оценочного позиционирования. Последующий сопоставительный анализ данных паттернов в разных языковых культурах позволит установить универсальные и культурно-специфические функции рекуррентных жестов, обусловленные разными типами позиционирования в устном спонтанном диалоге, что будет способствовать уточнению роли рекуррентных жестов как единств формы и функции (Kendon, 2004; Ladewig, 2014) в типологическом аспекте.

Литература

- Арутюнова Н.Д. Типы языковых значений. Оценка. Событие. Факт. М.: Наука, 1988.
- Вольф Е.М. Функциональная семантика оценки (на материале португальского языка). М.: URSS, 2024.
- Гришина Е.А. К вопросу о соотношении слова и жеста (вокальный жест О в устной речи) // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии (по материалам ежегодной Международной конференции «Диалог 2009»). 2009. С. 80 – 90.
- Ирисханова О.К., Николаева А.И. Когнитивные основания вариативности рекуррентных жестов в экспланаторном дискурсе: «открытая ладонь вверх» и «открытая ладонь вниз» // Вопросы когнитивной лингвистики. 2023. № 4. С. 26 – 34.
- Крейдлин Г.Е. Невербальная семиотика: Язык тела и естественный язык. М.: Новое литературное обозрение, 2002.
- Bressemer J., Müller C. A repertoire of German recurrent gestures with pragmatic functions // *Body – Language – Communication (HSK38.2)* Berlin, München, Boston: De Gruyter Mouton, 2014. Vol. 2. P. 1575 – 1591. <https://doi.org/10.1515/9783110302028.1575>
- Cienki A. Emblems and recurrent gestures: Overlap and differences // Грани естественного языка и кинесики: Сборник статей к 75-летию Григория Ефимовича Крейдлина / Под ред. С.И. Переверзевой, И.Б. Иткина, Л.А. Хесед. М.: ДИСКУРС, 2023. С. 298 – 306.
- Du Bois J.W. The stance triangle // *Stancetaking in discourse: Subjectivity, evaluation, interaction* / R. Englebretson (Ed.). John Benjamins Publishing Company, 2007. P. 139 – 182. <https://doi.org/10.1075/pbns.164.07du>
- Kendon A. *Gesture visible action as utterance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511807572>
- Ladewig S.H. Recurrent gestures // *Body – Language – Communication (HSK38.2)* / C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S.H. Ladewig, D. McNeill, J. Bressemer (Eds.). Berlin, München, Boston: De Gruyter Mouton, 2014. Vol. 2. P. 1558 – 1575.
- Simaki V., Paradis C., Skeppstedt M., Sahlgren M., Kucher K., Kerren A. Annotating speaker stance in discourse: The Brexit Blog Corpus // *Corpus Linguistics and Linguistic Theory*. 2020. Vol. 16. No. 2. P. 215 – 248.
- Thakore K., Das T., Jahan S., Sweller N. From hands to mind: How gesture, emotional valence, and individual differences impact narrative recall // *Educational Psychology Review*. 2024. Vol. 36. No. 111. P. 1 – 36. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09948-0>

RECURRENT GESTURE FUNCTIONS IN EVALUATION STANCE IN A RUSSIAN-LANGUAGE DIALOGUE

M. I. Kiose* (1, 2), O. N. Prokofieva (1), O. V. Agafonova (1, 2), E. E. Smirnova (1)
maria_kiose@mail.ru

1 — Moscow State Linguistic University, Moscow;

2 — Institute of Linguistics, RAS, Moscow

Abstract. The study identifies the functions of recurrent gestures, i.e., gestures manifesting a steady patterns of form and function within a definite culture (Kendon, 2004; Ladewig, 2014; Cienki, 2024) mediated by evaluation stance (Du Bois, 2007; Simaki et al., 2020) in spontaneous dialogical speech. In a multimodal experiment, we explored the distribution of recurrent gesture groups (presenting, outlining, locating, enacting, opposing, enhancing, away gestures, sway gestures, cyclic gestures and emblems) with evaluation (valence) types in speech: positive and negative, general and specific, with and without intensification. Twenty native speakers of Russian (average age: 22 years) in pairs discussed the problems of AI. The recorded video corpus duration is 171 minutes long (5883 clauses, including 637 clauses with evaluation stance; 2600 recurrent gestures, with 390 gestures in the clauses with evaluation stance). The results show that opposing gestures, enhancing gestures and emblems manifest a higher evaluation potential since they are most frequent. Presenting gestures mostly co-occur with the clauses with general evaluation, enacting gestures co-occur with positive evaluation, and away gestures are frequently used with intensifying function. The results reveal the functional patterns of several recurrent gestures mediated by evaluation stance.

Keywords: evaluation stance, recurrent gesture, speech, Russian language, multimodal experiment

This research is supported by RSF Project № 24-18-00587: “The role of recurrent gestures in different languages: Sociocognitive foundations of multimodal stance” carried out at Moscow State Linguistic University.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПОДРОСТКАМИ И ВЗРОСЛЫМИ В УСЛОВИЯХ СТАБИЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТНОЙ СРЕДЫ

Г. Л. Козунова*, К. И. Пульцина, К. В. Дуракова, Е. В. Крупина, Б. В. Чернышев,
Т. А. Строганова

KozunovaGL@mgppu.ru

МГППУ, Москва

Аннотация. В подростковом возрасте формируются способности к рациональному принятию решений и стратегическому планированию. Известно, что в условиях вероятностного подкрепления подростки чаще, чем взрослые, выбирают объективно невыгодные опции. Это может быть объяснено противоположными механизмами: импульсивностью на фоне незрелости управляющих функций либо, наоборот, избыточным использованием сложных эксплицитных стратегий, интерферирующих с распознаванием простых ассоциаций. Чтобы разобраться в причинах неэффективного поведения в вероятностной среде, мы проанализировали распределение ответов и время реакции у подростков 12–16 лет ($N=52$) и взрослых ($N=42$) в задаче на двухальтернативный выбор. В каждой возрастной группе часть добровольцев выполняли задачу с вероятностями подкрепления 70 и 30 %, а другая часть — с 80 и 20 % при выборе одного или другого стимула соответственно. Результаты показали, что все участники, выполнявшие версию с большей разницей в относительной ценности стимулов, предпочитали выгодный стимул чаще, чем группы сравнения сопоставимого возраста. У взрослых в простой версии задачи время реакции было ожидаемо меньше, чем в сложной. Однако у подростков в обеих версиях эксперимента время реакции при выгодном выборе было таким же продолжительным, как у взрослых в сложной задаче. Хотя увеличение вероятности награды склоняло подростков к выгодным выборам, их стабильно продолжительное время выбора указывает скорее на использование сложных и затратных по времени когнитивных стратегий, чем на недостаток когнитивного контроля.

Ключевые слова: подростковый возраст, вероятностное подкрепление, оперантное научение, принятие решений, время реакции

Введение

Подростковый возраст является критическим периодом для формирования высших психических процессов, связанных с рациональным принятием решений, прогнозированием последствий собственных действий и эмоциональной саморегуляцией, так как в этом возрасте происходит интенсивное созревание мозговых систем принятия решений (Tervo-Clemmens et al., 2023). Популярным инструментом для исследования этих процессов является задача на вероятностное обучение, моделирующая естественный процесс выбора в условиях недостатка информации, близкий по своему механизму к принятию решений в реальной жизни. Многочисленные исследования особенностей вероятностного обучения у подростков показали, что в сравнении с взрослыми они

совершают существенно большее количество выборов невыгодных опций, ассоциированных с меньшей вероятностью желательного исхода (для обзора см. Topel et al., 2023). Более того, дети с нарушениями развития префронтальной коры (например, с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью) испытывают в таких задачах еще более выраженные трудности, чем типично развивающиеся сверстники (Luman et al., 2021). Из этого можно сделать вывод, что ведущей причиной субоптимальной стратегии поведения подростков в вероятностной среде может быть их возрастная импульсивность.

Вместе с тем импульсивность не является единственной возможной причиной субоптимального поведения в условиях вероятностного подкрепления. Другое объяснение — использование подростками неоправданно ресурсоемкой стратегии, опирающейся на историю недавних выборов, вместо простого правила — выбирать то, что в целом выгоднее (Козунова и др., 2024). Усиление когнитивного контроля и интенсивности обработки информации в подобных задачах связано с замедлением ответов (Kozunova et al., 2022). Обсуждаемые гипотезы дают противоположные предсказания в отношении времени реакции у подростков: импульсивная стратегия выбора будет приводить к более быстрым, а когнитивный контроль — к более медленным ответам у подростков по сравнению со взрослыми. Для проверки этих гипотез мы сопоставили два условия двухальтернативного выбора — легкое и трудное, различавшиеся вероятностями подкрепления: легкое — 80:20 %; трудное, — 70:30 %. В обеих возрастных группах для двух условий мы оценили соотношение объективно выгодных и невыгодных выборов и время, затраченное на выгодные выборы.

Методика

В исследовании приняли участие 51 подросток в возрасте 12–16 лет и 42 взрослых в возрасте 19–58 лет. Каждая возрастная группа была разделена на две подгруппы, выполнявшие две версии экспериментальной задачи. Легкую версию задачи выполнили 20 подростков и 22 взрослых, трудную — 31 подросток и 20 взрослых.

Задача представляла собой серию из пяти блоков задачи на двухальтернативный выбор по 40 проб в каждом. Во всех блоках за одной из двух абстрактных фигур была закреплена объективно большая вероятность выигрыша (70 % в трудной версии и 80 % — в легкой), а за второй — наоборот (30 % в трудной версии и 20 % — в легкой). О своем выборе участники сообщали с помощью нажатия на левую или правую кнопку мыши, соответственно текущему положению выбираемой фигуры. Непосредственно после каждого нажатия на кнопку выбора они видели текущий исход, а после каждого блока — общий накопленный баланс. Участников исследования мотивировали накопить как можно больше баллов без объяснения вероятностной структуры задачи.

Результаты

Дисперсионный анализ процента выгодных выборов с фактором повторных измерений («Порядковый номер блока»: 5 уровней) и двумя категориальными межгрупповыми независимыми переменными: «Группа» (подростки

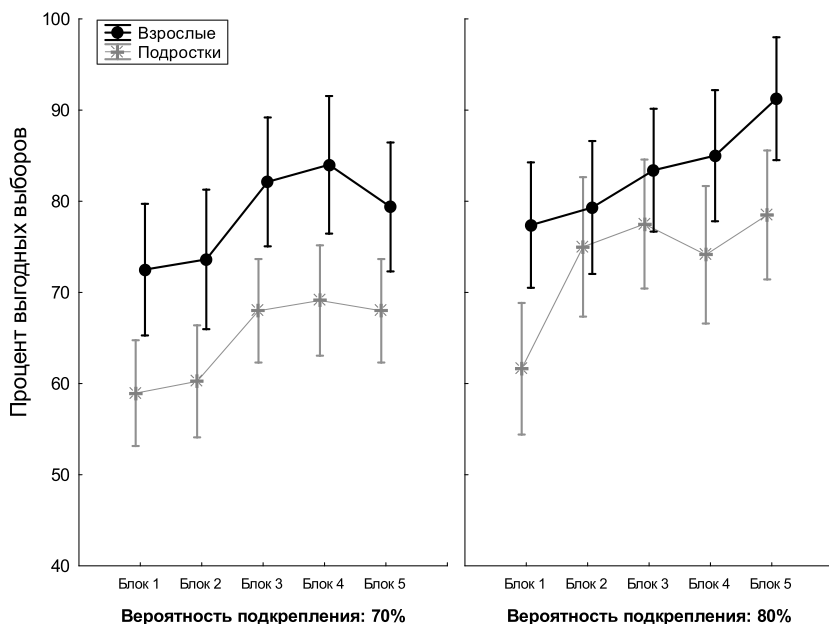


Рисунок. 1. Кривые обучения у подростков и взрослых в зависимости от вероятности подкрепления выгодного стимула

и взрослые) и «Вероятность награды» (70 и 80 %) — показал три основных статистически значимых эффекта при отсутствии взаимодействия факторов (рис. 1). Во-первых, вне зависимости от возраста участников, увеличение вероятности подкрепления с 70 до 80 % приводило к увеличению доли выгодных выборов ($F(1, 89) = 6.08, p = .01$). Во-вторых, обе возрастные группы не только предпочитали чаще подкрепляемый стимул, но и повышали долю его выборов по мере накопления опыта проб и ошибок от блока к блоку ($F(4, 356) = 14.59, p < .001$). В-третьих, на всем протяжении эксперимента подростки выбирали объективно выгодный стимул реже, чем это делали взрослые, при любой вероятности подкрепления ($F(1, 89) = 20.64, p < .001$). Вне зависимости от возраста участники с вероятностью награды 80 % делали выгодные выборы чаще, чем те, у кого они подкреплялись лишь в 70 % случаев ($F(1, 89) = 6.08, p = .01$). Все три эффекта воспроизводят ранее уже описанные в литературе факты (Torpe et al., 2023).

Для того чтобы оценить нагрузку на механизмы когнитивного контроля в совершаемых выборах в зависимости от прогноза положительного исхода, мы проанализировали время реакции. При этом в анализ мы включили только выгодные выборы, поскольку они свободны от эффекта замедления при намеренном переходе к риску, который мы описали в наших предыдущих исследованиях (Kozunova et al., 2022). Дисперсионный анализ включал две межгрупповые категориальные переменные: «Возрастная группа» и «Вероятность

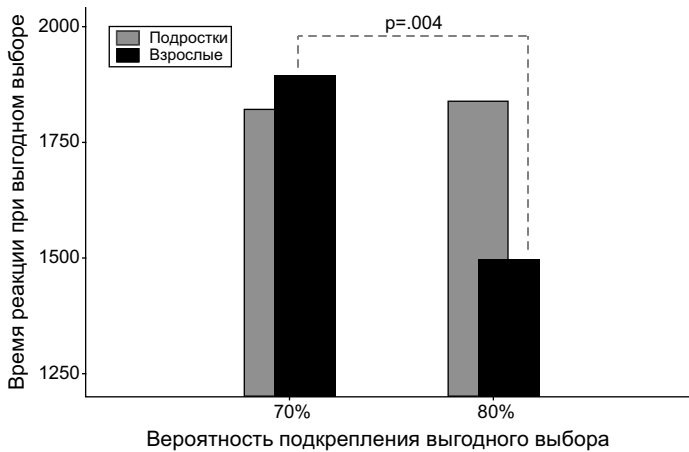


Рисунок 2. Зависимость времени реакции при выборе выгодного стимула от вероятности подкрепления у взрослых, но не у подростков

подкрепления». Результаты показали значимый эффект вероятности подкрепления: при 80 % выгодные выборы делались в целом быстрее, чем при 70 %. Однако этот эффект был неодинаков для подростков и взрослых (рис. 2). Взаимодействие факторов «Вероятность подкрепления» × «Возрастная группа» был значим ($F(1, 89) = 4.96, p = .029$). Post-hoc-сравнения показали, что при вероятности подкрепления 80 % взрослые делали выгодные выборы значимо быстрее, чем при 70 % ($F(1, 89) = 8.42, p = .005$). В то же время у подростков повышение вероятности подкрепления не влияло на время принятия выгодных решений ($F(1, 89) = 0.02, p = .89$). В сложной версии эксперимента (70/30) время реакции было одинаковым у подростков и взрослых ($F(1, 89) = 0.32, p = .57$), а в простой (80/20) взрослые принимали выгодные решения быстрее, чем подростки.

Обсуждение и выводы

Результаты нашего исследования показали, что в задаче с вероятностным выбором подростки принимали выгодные решения реже, чем взрослые. При этом доля выгодных выборов как у подростков, так и у взрослых повышалась с увеличением частоты подкрепления, облегчавшей различение выгодных и невыгодных опций (рис. 1). Однако легкость различения уменьшала время принятия выгодного решения только у взрослых людей, тогда как у подростков в легкой версии задачи оно оставалось таким же долгим, как и в трудной (рис. 2). Эти факты согласуются с гипотезой, что подростки опираются на высокоуровневые эксплицитные стратегии, требующие когнитивного контроля и детального анализа информации о ранее совершенных выборах и их последствиях. В пользу этого предположения также говорят данные нашего предыдущего исследования, в котором была показана прямая зависимость успешности вероятностного обучения у подростков (в сложной версии задачи) от объема

их ассоциативной памяти (Козунова и др., 2024). Таким образом, результаты наших исследований противоречат гипотезе, объясняющей неэффективное поведение подростков в вероятностной среде исключительно с точки зрения возрастной импульсивности из-за незрелости исполнительного контроля.

Этот вывод хорошо согласуется с данными недавнего эксперимента, в котором было показано, что подростки используют особую, детализированную стратегию вероятностного прогнозирования, отличающую их от взрослых (Niebaum et al., 2022). Участники исследования должны были угадать, какой из двух цветов преобладает на решетке, открывая по одной клетке за раз. При этом открытые клетки не закрывались. Вопреки предсказаниям гипотезы о возрастной импульсивности, подростки открывали большее количество клеток, чем взрослые, прежде чем решить сделать прогноз. Эти данные согласуются с нашим предположением об усиленном когнитивном контроле при вероятностном прогнозировании у подростков.

Таким образом, неэффективное поведение типично развивающихся подростков в задачах с вероятностным выбором в стабильной среде не сводится к ограничениям их памяти или управляющих функций. Напротив, оно может отражать характерный для этого возраста стиль вероятностного прогнозирования, основанный на менее жестких априорных ожиданиях, чем у взрослых людей (priors in predictive coding theory; Friston et al., 2025). Нельзя исключить, что такие особенности вероятностного прогноза создают преимущества в адаптации к быстро меняющимся условиям вероятностной среды.

References

- Козунова Г.Л., Чернышев Б.В., Пульцина К.И., Строганова Т.А. Роль ассоциативной памяти в обучении с вероятностным денежным подкреплением у подростков 12–15 лет // Вопросы психологии. 2024. Т. 70. № 4. С. 93–101.
- Friston K.J., Salvatori T., Isomura T., Tschantz A., Kiefer A., Verbelen T., Koudahl M., Paul A., Parr T., Razi A., Kagan B.J., Buckley C.L., Ramstead M.J.D. Active inference and intentional behavior // *Neural Computation*. 2025. Vol. 37. No. 4. P. 666–700. https://doi.org/10.1162/neco_a_01738
- Kozunova G. L., Sayfulina K. E., Prokofyev A. O., Medvedev V. A., Rytikova A. M., Stroganova T. A., Chernyshev B. V. Pupil dilation and response slowing distinguish deliberate explorative choices in the probabilistic learning task // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2022. Vol. 22. No. 5. P. 1108–1129. <https://doi.org/10.1101/2021.10.19.464963>
- Luman M., Janssen T. W. P., Bink M., van Mourik R., Maras A., Oosterlaan J. Probabilistic Learning in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder // *Journal of Attention Disorders*. 2021. Vol. 25. No. 10. P. 1407–1416. <https://doi.org/10.1177/1087054720905094>
- Niebaum J. C., Kramer A.-W., Huizenga H. M., van den Bos W. Adolescents sample more information prior to decisions than adults when effort costs increase // *Developmental Psychology*. 2022. Vol. 58. No. 10. P. 1974–1985. <https://doi.org/10.1037/dev0001397>
- Tervo-Clemmens B., Calabro F. J., Parr A. C., Fedor J., Foran W., Luna B. A canonical trajectory of executive function maturation from adolescence to adulthood // *Nature Communications*. 2023. Vol. 14. No. 1. P. 6922:1–17. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42540-8>
- Topel S., Ma I., Sleutels J., van Steenbergen H., de Bruijn E. R. A., van Duijvenvoorde A. C. K. Expecting the unexpected: a review of learning under uncertainty across development // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2023. Vol. 23. No. 3. P. 718–738. <https://doi.org/10.3758/s13415-023-01098-0>

DECISION-MAKING BY ADOLESCENTS AND ADULTS IN A STABLE PROBABILISTIC ENVIRONMENT

G. L. Kozunova*, K. I. Pultsina, K. V. Durakova, E. V. Krupina, B. V. Chernyshev,
T. A. Stroganova
KozunovaGL@mgppu.ru
MSUPE, Moscow

Abstract. Skills for rational decision-making continue to develop during adolescence. Adolescents are more likely than adults to select objectively disadvantageous options in probabilistic learning tasks. Such suboptimal behavior may arise from two opposing mechanisms: increased impulsivity associated with immature executive control, or, conversely, an over-reliance on complex explicit strategies that hinder the recognition of simple probabilistic patterns. We analyzed choice distributions and reaction times in adolescents aged 12–16 years ($N=52$) and adults ($N=42$) during a two-alternative forced-choice task. Within each age group, one subgroup completed a version with reinforcement probabilities of 70% versus 30%, while another completed a version with probabilities of 80% versus 20%. Across age groups, participants exposed to the larger reinforcement disparity were more likely to select the advantageous option. Adults exhibited shorter reaction times in the easier (80/20) condition relative to the more difficult (70/30) one. However, adolescents showed prolonged reaction times in both task versions, comparable to those of adults in the more difficult condition. Thus, while adolescents' choice accuracy improved with greater disparities in reward probability, their consistently slower reaction times suggest a reliance on complex, time-consuming strategies, rather than impulsivity or a lack of cognitive control.

Keywords: adolescence, probabilistic reinforcement, operant learning, decision making, reaction time

КОГДА СЛОВА ПОДВОДЯТ: КАК ПАЦИЕНТЫ С АФАЗИЕЙ ИСПОЛЬЗУЮТ ЖЕСТЫ В КОММУНИКАЦИИ

А. Б. Колесникова (1), Ю. В. Николаева* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 — МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Исследования показывают, что речь и жесты тесно взаимосвязаны в процессе коммуникации. У здоровых людей жесты часто синхронизированы с речью и выполняют различные функции, от иллюстрации до дополнения смысла. Однако особенности жестикуляции при афазии изучены недостаточно. В частности, представляет интерес, как различаются паттерны жестикуляции при передних формах афазии, характеризующихся трудностями в формировании моторной программы речи, и задних формах, при которых нарушено понимание речи. В данной работе мы исследовали особенности жестикуляции (жестов рук и движений головы) у людей с передними и задними формами афазии. Наше исследование показало, что люди с передними формами афазии значительно чаще используют жесты для сопровождения своей речи, чем люди с задними формами. Мы также обнаружили, что жесты рук, а также жестовые фальстарты (начатые, но не законченные жесты) без вербального сопровождения характерны для пациентов с передними формами афазии. Кроме того, мы выявили нарушение синхронизации между речью и жестами у людей с афазией.

Ключевые слова: афазия, жестикуляция, жесты головы, синхронизация речи и жестов, просодия, ударение

Введение

В процессе коммуникации лицом к лицу участники задействуют, помимо вербального, другие каналы передачи информации, которые включают просодию, жесты рук и головы, мимику, расстояние между собеседниками и т.д. (Кибрик, 2018).

Жест — произвольное движение, не имеющее никакой другой цели, кроме передачи информации в дополнение к речи (Гришина, 2017, с. 10–11). Жест разделяют на следующие фазы: подготовка, мах (основная фаза) и ретракция; только маховая фаза является обязательной. Кроме этих трех фаз, перед махом и после него может быть удержание — остановка движения для синхронизации жеста и речи (Kita et al., 1997). Пиковая часть маха жеста, которая соответствует конечной точке движения в махе и является динамически самым выделенным моментом и/или точкой, в которой наблюдается резкое изменение траектории и/или скорости жеста, называется апексом (Türk, Calhoun, 2023).

С лингвистической точки зрения больше всего внимания уделяется жестам рук; следующими по значимости идут жесты головы (Müller et al., 2013; Гришина, 2017).

Афазия — системное нарушение уже сформировавшейся речи, возникающее вследствие поражения головного мозга. В отечественной классификации принято делить формы афазии на задние и передние (Akhutina, 2015). Считается, что при афазии нарушается порождение и восприятие просодических характеристик речи, в том числе тональных акцентов (Moen, Sundet, 1996). У пациентов с афазией также наблюдаются особенности жестикуляции. Так, в работе (Ferré, 2022) было обнаружено, что у пациентов с афазией фаза удержания жеста перед махом значительно длиннее, чем у испытуемых контрольной группы. Это объясняется тем, что пациенты с афазией пытаются синхронизировать жест с речью, однако испытывают затруднения при порождении речи.

В данном исследовании изучается синхронизация жестов рук и головы с фонетическими словами у пациентов с афазией. Фонетическое слово понималось как «отрезок речевой цепи, объединяемый одним (словесным) ударением» (Князев, Пожарицкая, 2011, с. 156).

Первоначальная гипотеза исследования состояла в том, что у пациентов с передними формами афазии синхронизация жестов и ударений в фонетических словах будет нарушаться в большей степени вследствие трудностей моторного программирования артикуляции. При этом у пациентов с задними формами просодическое оформление речи будет мало отличаться от просодии здоровых участников.

Методика

Материалом исследования послужили аудио- и видеозаписи шести участников: двое пациентов с задними формами афазии, двое пациентов с передними формами афазии и двое участников контрольной группы (табл. 1). У всех участников ведущая рука правая. Все пациенты перенесли ишемический инсульт, ни у кого не отмечена апраксия. Участники клинической группы являлись пациентами Центра патологии речи и нейрореабилитации Департамента здравоохранения города Москвы, тип афазии определялся логопедом. Им было предложено посмотреть «Фильм о грушах» У. Чейфа, а затем пересказать его. При пересказе участник сидел на стуле без подлокотников напротив слушающего таким образом, чтобы внешние объекты не мешали жестикуляции; также контролировалось, чтобы участники не держали в руках никаких предметов. Рядом с рассказчиком не было никаких других предметов (стол, штатив и т. п.), которые могли бы ограничить его движения.

Аудиозаписи аннотированы в программе PRAAT без использования автоматической обработки. Речь сегментировалась по фонетическим словам; в каждом фонетическом слове выделялся ударный гласный согласно орфоэпической норме, так как в речи участников не встретилось случаев ее нарушения. Также отмечались границы элементарных дискурсивных единиц (ЭДЕ) и тональные акценты. Затем в соответствующих видеозаписях была размечена жестикуляция рук и головы с использованием программы ELAN. Аннотирование жестов также осуществлялось без использования автоматической обработки. Каждую запись просматривали два разметчика, в сложных случаях решение принималось по результатам обсуждения, таких случаев было не

Таблица 1. Информация об участниках исследования

ID	Пол	Возраст на момент исследования	Образование	Форма афазии	Диагноз	Степень афазии	Длительность заболевания на момент исследования	Гемипарез
1473	м	49 лет	высшее	передняя	динамическая афазия, элементы эфферентной моторной афазии	средняя	3 г. 9 мес.	правосторонний, умеренный в руке
1474	м	44 года	высшее	передняя	эфферентная моторная афазия	средняя	4 мес.	-
1477	м	75 лет	высшее	задняя	сенсорная афазия	легкая	3 г. 2 мес.	-
1478	ж	79 лет	среднее специальное	задняя	акустико-мнестическая афазия	средняя	6 мес.	-
N2	м	57 лет	среднее специальное	-	-	-	-	-
N3	м	76 лет	высшее	-	-	-	-	-

больше 20 % для всех записей. Размечались жесты обеих рук и головы, для жеста определялись его тип и фаза маха (stroke), в которой выделялся апекс. Для жестов головы мах не отделялся от вспомогательных фаз (подготовки и ретракции), принципы разметки апексов для жестов головы и рук совпадали. Далее измерялось расстояние от начальной точки апекса до начальной точки гласного, с которым синхронизирован данный жест. Выбор пары «апекс — гласный» определялся следующим образом: если часть маха жеста приходилась на гласный, сопоставлялось время начала апекса этого жеста и гласного; если мах попадал на паузу хезитации перед словом, он сопоставлялся с этим словом; в противном случае выбирался ближайший к гласному жест в пределах 0.9 с.

Результаты

Всего проанализировано 1450 фонетических слов ($M=242$, $SD=111$), 1282 жеста рук ($M=214$, $SD=84$) и 930 жестов головы ($M=155$, $SD=46$).

Анализ жестов рук показал значительные различия между группами с передней и задней формами афазии. Пациенты с передней афазией сопровождали жестами в среднем 93 % фонетических слов (258 из 277), в то время как пациенты с задней афазией использовали жесты лишь в 46 % случаев (241 из 529). Эта разница была статистически значимой ($\chi^2 = 49.9$, $p < .001$, $\phi = 0.51$). Также значимой оказалась разница между пациентами с передней афазией и участниками контрольной группы, которые сопровождали жестами 53 % фонетических слов (346 из 644): $\chi^2 = 38.6$, $p < .001$, $\phi = 0.45$.

У пациентов с передней афазией 66 % фонетических слов (184 из 277) были синхронизированы с жестами головы, для пациентов с задней афазией доля составила 40 % (210 из 529), а для участников контрольной группы – 39 % (254 из 644). Разница между передней и задней формами афазии ($\chi^2 = 12.6$, $p < .001$, $\phi = 0.26$), а также разница между передней афазией и контрольной группой ($\chi^2 = 13.6$, $p < .001$, $\phi = 0.27$) оказалась статистически значимой.

Жестовые фальстарты у пациентов с передними формами афазии наблюдались в паузах в 96 % случаев против 31 % у пациентов с задними формами ($\chi^2 = 88.4$, $p < .001$) и 33 % у участников контрольной группы ($\chi^2 = 83.9$, $p < .001$). Это можно объяснить более выраженными трудностями при планировании моторной программы жестикуляции у пациентов с передними формами афазии, а также особой ролью, которую жесты приобретают у таких рассказчиков.

Обсуждение и выводы

В данном исследовании были изучены особенности жестов рук и головы у пациентов с передними и задними формами афазии в сравнении с контрольной группой. Результаты показали, что пациенты с передней афазией значительно чаще сопровождают речь движениями рук, что подтверждает гипотезу о компенсаторной роли жестикуляции при трудностях в порождении речи. Сохранность импрессивного компонента речевой деятельности при нарушении экспрессивной речи в случае передних форм афазии предполагает поиск альтернативных способов передачи сообщения, одним из которых могут стать жесты рук. Движения головы также чаще сопровождали речь у пациентов с передними формами афазии по сравнению с двумя другими группами, но величина эффекта оказалась меньше. Анализ жестовых фальстартов выявил различия в стратегиях планирования дискурса между двумя группами. Полученные данные свидетельствуют о том, что нарушения речи при афазии влияют не только на вербальную, но и на невербальную коммуникацию, приводя к изменениям в паттернах жестикуляции. Необходимо отметить, что небольшая выборка является ограничением данной работы, в будущих исследованиях планируется увеличить количество участников.

Литература

Гришина Е. А. Русская жестикуляция с лингвистической точки зрения. Корпусные исследования. М.: Издательский дом ЯСК, 2017. <https://doi.org/10.31912/rusgest-2017-301-8>

Кибрик А. А. Русский мультимедийный дискурс. Часть I. Постановка проблемы // Психологический журнал. 2018. Т. 39. № 1. С. 70–80. <https://doi.org/10.7868/s0205959218010075>

Князев С. В., Пожарицкая С. К. Современный русский литературный язык: фонетика, графика, орфография, орфоэпия. М.: Академический проект; Гаудеамус, 2011.

Akhutina T. V. Luria's classification of aphasia and its theoretical basis // Aphasiology. 2015. Vol. 30. No. 8. P. 878–897. <https://doi.org/10.1080/02687038.2015.1070950>

Ferré G. Gesture profile of fluent and non-fluent people with aphasia // Corela. 2022. Vol. 20. No. 1. P. 1–31. <https://doi.org/10.4000/corela.14742>

Kita S., Van Gijn I., Van Der Hulst H. Movement phases in signs and co-speech gestures, and their transcription by human coders // Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction. GW 1997. Lecture Notes in Computer Science / I. Wachsmuth, M. Fröhlich (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. Vol. 1371. P. 23–35. <https://doi.org/10.1007/bfb0052986>

Moen I., Sundet K. Production and perception of word tones (pitch accents) in patients with left and right hemisphere damage // Brain and Language. 1996. Vol. 53. No. 2. P. 267–281. <https://doi.org/10.1006/brln.1996.0048>

Türk O., Calhoun S. Multimodal cues to intonational categories: Gesture apex coordination with tonal events // Laboratory Phonology. 2023. Vol. 14. No. 1. P. 1–50. <https://doi.org/10.16995/labphon.6432>

WHEN WORDS FAIL: HOW PEOPLE WITH APHASIA USE CO-SPEECH GESTURES

A. B. Kolesnikova (1), Y. V. Nikolaeva* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 — Lomonosov Moscow State University;

2 — HSE University, Moscow

Abstract. Research shows that speech and gestures are closely linked in communication. In healthy people, gestures are often synchronized with speech and perform various functions, such as illustration and adding information. However, gesturing in aphasia is understudied. In particular, it is of interest how gestural patterns differ in disfluent aphasia, characterized by difficulties in articulation, and fluent aphasia, in which speech comprehension is impaired. In this paper, we investigated the features of gesturing (hand gestures and head movements) in people with fluent and disfluent aphasia. Our study showed that people with disfluent aphasia are significantly more likely to use gestures to accompany their speech. We also found that hand gestures and gesture false starts (gestures started but not finished) without speech are characteristic of patients with disfluent aphasia. In addition, we found impaired synchronization between speech and gestures in people with aphasia.

Keywords: aphasia, gesticulation, head gestures, speech and gesture synchronization, prosody, word stress

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УДЕРЖАНИЯ ВЕРБАЛЬНОЙ И ЗРИТЕЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЕЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ

А. А. Корнеев* (1, 2), Д. И. Ломакин (1), А. В. Курганский (1, 3), Р. И. Мачинская (1, 3)
korneeff@gmail.com

1 — Институт развития, здоровья, адаптации ребенка, Москва;

2 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

3 — РАНХиГС, Москва

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования особенностей запоминания и отсроченного воспроизведения детьми, подростками и взрослыми серийной информации разного типа — зрительно-пространственной (ломанные линии) и вербальной (последовательности букв), — предъявляемой разными способами — статически (вся последовательность целиком) и динамически (поэлементно для буквенных последовательностей или как траектория движущегося объекта для ломанных линий). Также варьировались длина последовательностей и время задержки ответа. В исследовании приняли участие 88 испытуемых, составившие четыре возрастные группы: дети 9–11 лет ($N=16$), младшие подростки 13–14 лет ($N=19$), старшие подростки 15–17 лет ($N=29$) и группа взрослых ($N=24$). Оценивались точность ответов и время реакции (ВР). Обнаружено, что с возрастом серийная информация воспроизводится точнее, причем точность воспроизведения вербальной информации резко улучшается к подростковому возрасту и затем растет незначительно, а точность воспроизведения невербальной информации даже несколько ухудшается в младшем подростковом возрасте и заметно растет только у взрослых. ВР при воспроизведении вербальных последовательностей с возрастом практически не меняется, а при воспроизведении ломаной линии меняется нелинейно — несколько снижается в подростковом возрасте и резко растет у взрослых. Эффект длины ослабевает с возрастом, причем в большей степени для статически предъявляемых последовательностей. При увеличении времени удержания информации падает точность ответов и уменьшается ВР, но эти параметры стабильны при воспроизведении вербальных последовательностей.

Ключевые слова: рабочая память, серийная информация, вербальная память, невербальная память, отсроченное воспроизведение

Введение

В процессе освоения навыков и знаний человек сталкивается с необходимостью запоминать и воспроизводить более или менее сложные последовательности информационных единиц разного типа, в том числе речевые

и зрительно-пространственные. Кратковременное запоминание информации, необходимой для текущей деятельности, описывается моделями рабочей памяти (РП, см., напр., Baddeley, 2012). При этом неочевидным оказывается ответ на вопрос о зависимости сохранения серийного порядка от модальности (вербальной или зрительно-пространственной) запоминаемой последовательности стимулов (Hurlstone et al., 2014). Другим существенным фактором, влияющим на запоминание информации, является способ ее предъявления, в частности предъявление последовательности в двух режимах — единовременно, как статический объект, или динамически, когда элементы предъявляются поочередно (Logie, 1995; Корнеев, Курганский, 2014). Стоит отметить, что, несмотря на большое число работ, посвященных оценке особенностей сохранения и удержания в РП вербальной и невербальной информации, предъявляемой статически или динамически, практически нигде оба эти фактора не рассматриваются в рамках единого исследования. Еще один интересный вопрос касается того, как способность сохранять и воспроизводить последовательности элементов меняется в ходе развития, по мере созревания когнитивных функций — от младшего школьного к взрослому возрасту. В данной работе представлено обобщение данных, полученных в цикле экспериментов, направленных на исследование особенностей запоминания серийной информации у детей, подростков и взрослых при варьировании ее типа (вербальная и зрительно-пространственная) и способа ее предъявления (статический или динамический).

Методика

В эксперименте участвовали 88 испытуемых в возрасте от 9 до 44 лет (из них 43 женщины и 45 мужчин, средний возраст — 18.60 ± 8.72 лет). Они были разделены на четыре возрастные группы: (1) дети предподросткового возраста 9–11 лет ($N = 16$, из них — 8 девочек и 10 мальчиков, ср. возраст — 10.75 ± 1.15 , далее — Дети), (2) младшие подростки 13–14 лет ($N = 19$, из них 11 девочек и 8 мальчиков, ср. возраст — 13.43 ± 0.82 , далее — МПод), старшие подростки 15–17 лет ($N = 29$, из них 9 девочек и 20 мальчиков, ср. возраст — 15.40 ± 1.2 , далее — СтПод) и группа взрослых от 20 до 44 лет ($N = 24$, из них 15 женщин и 7 мужчин, ср. возраст 32.20 ± 7.9 , далее — Взр). Выделение таких возрастных групп соответствует представлениям о периодизации развития в возрастной психологии (Эльконин, 1989).

Описание задачи. Испытуемые решали задачи на запоминание и отсроченное (после императивного слухового сигнала) воспроизведение последовательностей. В первой задаче требовалось запомнить и воспроизвести последовательность прямых отрезков, организованных в незамкнутую ломаную линию (далее TRJ, — от trajectory). Во второй задаче испытуемых просили запомнить и воспроизвести последовательность букв (далее LET, — от letters). Длина последовательности менялась от 3 до 5 элементов в задаче LET и от 4 до 6 элементов в задаче TRJ. Использовались два значения задержки ответа — 500 и 3000 мс.

Стимулы и способы их предъявления. Последовательности предъявлялись в статическом (далее — STAT) и динамическом (далее — DYN) режиме.

В режиме STAT последовательность предъявлялась целиком на фиксированное время (2000 мс). В случае LET это были строки букв, а в случае TRJ — ломаная линия. В режиме DYN в задаче LET символы предъявлялись один за другим (время экспозиции — 500 мс), а в задаче TRJ по невидимому для испытуемого контуру ломаной линии двигалась точка, имитирующая графические движения человека (время движения по каждому отрезку ломаной — 500 мс).

Процедура ответа. В случае LET после задержки подавался императивный сигнал и предъявлялся случайно перемешанный набор показанных букв, испытуемый должен был указать буквы (коснуться их пальцем) в том порядке, в котором они предъявлялись, а в задаче TRJ после сигнала он должен был пальцем воспроизвести ломаную на сенсорном экране.

Технические средства. Эксперимент проводился на компьютере с сенсорным экраном. Экспериментальный скрипт (созданный в системе Octave с использованием библиотеки функций psychtoolbox 3) управлял предъявлением стимулов, регистрировал прикосновения и перемещения пальца испытуемого по экрану. Временная последовательность событий в одной пробе эксперимента представлена на рис. 1 приложения, доступного по адресу https://mathpsy.com/korneeff_et_al_thesis_2025_appendix.pdf. Также при выполнении заданий велась запись ЭЭГ, но эти результаты в рамках данной работы не анализируются. Вычислялись и анализировались два показателя: доля правильных ответов (точность) и латентное время двигательного ответа. Для задачи LET правильность ответа определялась автоматически по совпадению воспроизведенной последовательности и стимула. Правильность в задаче TRJ определялась визуально одним из экспериментаторов. Правильными считались последовательности, в которых число элементов и их конфигурация совпадали со стимулом. Латентное время (время реакции, далее — BP) — время от начала императивного сигнала до момента, когда испытуемый покидал стартовую позицию, то есть начинал движение.

Результаты

Был проведен дисперсионный анализ с внутригрупповыми факторами — тип стимула (LET или TRJ, далее — СТИМУЛ), режим предъявления (STAT или DYN, далее — РЕЖИМ), время задержки ответа (500 или 3000 мс, далее — ЗАДЕРЖКА) и длина последовательности (короткие, средние или длинные последовательности, далее — ДЛИНА) — и межгрупповым фактором — возрастная группа (четыре группы — ВОЗРАСТ).

Количество возможных сочетаний влияний факторов в таком анализе достаточно велико, полное представление оценки эффектов приведено в табл. 1 приложения. Остановимся на наиболее интересных и значимых эффектах, в которых участвует фактор ВОЗРАСТ:

1. Эффект фактора ВОЗРАСТ: $F(3, 84) = 10.609$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .275$. Точность воспроизведения в целом растет с возрастом: у детей 9–11 лет она в среднем составляет $.66 \pm .26$, у МПод — $.73 \pm .24$, у СтПод — $.79 \pm .21$, а у Взр — $.83 \pm .20$. Попарные сравнения (здесь и далее — с поправкой Хольма)

- дали значимые на уровне $p < .05$ различия между всеми группами, кроме соседних (Дети — МПод, МПод — СтПод и СтПод — Взр).
2. Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ и СТИМУЛ ($F(3, 84) = 9.075$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .245$, см. рис. 2А приложения). На фоне в целом значимо более успешного воспроизведения порядка букв ($F(1, 84) = 18.862$, $p < .001$ для основного эффекта фактора СТИМУЛ) у детей различия между точностью воспроизведения двух типов стимулов минимальны ($p = .548$ по результатам попарных сравнений), причем буквенные последовательности воспроизводятся ими несколько хуже, чем траектории. У МПод воспроизведение буквенных последовательностей по сравнению с детьми резко улучшается ($p < .001$) и становится значимо лучше, чем воспроизведение траекторий ($p < .001$ по попарным сравнениям), у СтПод эти различия сохраняются ($p = .003$), и, наконец, у Взр точность воспроизведения траекторий становится сопоставимой (хотя и более низкой) с точностью воспроизведения буквенных последовательностей (различия между LET и TRJ в этой группе незначимы $p = .381$).
 3. Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ и ДЛИНА ($F(6, 168) = 4.351$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .134$, см. рис. 2Б приложения). Эффект длины, высоко значимый в целом ($F(2, 168) = 332.496$, $p < .001$ для основного эффекта фактора ДЛИНА), ослабевает с возрастом: максимален он в группе детей (сила эффекта длины = .530), а минимален — в группе взрослых (= .350).
 4. Получен также значимый эффект тройного взаимодействия факторов ВОЗРАСТ, СТИМУЛ и ДЛИНА ($F(6, 168) = 5.356$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .161$, см. рис. 3 приложения). Эффект длины в большей степени меняется с возрастом при воспроизведении буквенных последовательностей (взаимодействие этих факторов в этом случае значимо по результатам пост-хок-анализа на уровне $p = .01$). При воспроизведении невербальных последовательностей эффект длины в целом слабее и не отличается в возрастных группах ($p = .671$).
 5. Несильное, но значимое влияние взаимодействия факторов ВОЗРАСТ, РЕЖИМ и ДЛИНА ($F(6, 168) = 2.284$, $p = .038$, $\eta_p^2 = .075$, см. рис. 4 приложения). Влияние длины последовательности заметнее ослабевает с возрастом в задаче STAT (рис. 4 слева, взаимодействие факторов длины и возраста значимо на уровне $p < .001$), а в задаче DYN эффект длины в разных возрастных группах практически одинаков (рис. 4 справа, взаимодействие факторов длины и возраста не значимо, $p = .386$).

В отношении ВР были получены следующие значимые эффекты:

6. Слабое, но значимое общее влияние возраста испытуемых на время реакции ($F(3, 84) = 3.166$, $p = .029$, $\eta_p^2 = .102$). Среднее ВР в группе детей составило 0.71 ± 0.23 с, в группах МПод и СтПод оно несколько меньше (0.65 ± 0.25 и 0.66 ± 0.23 с соответственно), а в группе взрослых — выше (0.74 ± 0.21 с). Попарные сравнения показали субзначимые (на уровне $p < .06$) отличия группы взрослых от двух групп подростков, остальные различия незначимы.
7. Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ и СТИМУЛ ($F(3, 84) = 6.217$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .182$, см. рис. 5 приложения). Различия между возрастными группами

в основном обусловлены результатами воспроизведения траекторий (значимость влияния фактора ВОЗРАСТ на уровне $p < .001$): у детей ВР в среднем составляет 0.71 ± 0.27 с, у подростков 0.63 ± 0.25 и 0.65 ± 0.22 с для МПод и СтПод соответственно, у взрослых — 0.83 ± 0.25 с. В случае букв различия между возрастными группами незначимы ($p = .899$) и, что важно, в этом случае отсутствует увеличение ВР у взрослых испытуемых, средние значения в этом случае составили 0.71 ± 0.19 с у детей, 0.67 ± 0.24 с у МПод, 0.68 ± 0.23 с у СтПод и 0.69 ± 0.15 с у Взр.

8. Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ и ЗАДЕРЖКА ($F(3, 84) = 2.949$, $p = .037$, $\eta_p^2 = .095$, см. рис. 6 приложения). Большой эффект наблюдается в группе детей ($= .320$) и взрослых ($= .187$) по сравнению с обеими группами подростков ($= .074$ и $= .049$).
9. Взаимодействие факторов ВОЗРАСТ и ДЛИНА ($F(6, 168) = 4.338$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .134$, см. рис. 7 приложения). У детей ВР незначимо снижается при увеличении длины последовательности ($p = .235$), в то время как у подростков и взрослых, напротив, ВР увеличивается по мере удлинения последовательности (значимо на уровне $p < .05$ во всех трех группах).

Также обнаружены значимые эффекты, общие для всех возрастных групп и не зависящие от возраста. Для точности воспроизведения это следующие эффекты: (1) взаимодействие факторов СТИМУЛ и ЗАДЕРЖКА ($F(1, 84) = 15.537$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .156$, см. рис. 8 приложения), точность снижается при увеличении времени задержки в случае воспроизведения траекторий ($p < .001$) и почти не меняется при воспроизведении последовательностей букв ($p = .296$); (2) взаимодействие факторов СТИМУЛ и РЕЖИМ ($F(1, 84) = 78.731$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .484$, см. рис. 9 приложения), точность воспроизведения в целом значимо ниже при динамическом предъявлении ($p < .001$), а различия между двумя режимами больше при воспроизведении траекторий ($\eta_g^2 = .246$) по сравнению с буквенными последовательностями ($\eta_g^2 = .032$); (3) взаимодействие факторов СТИМУЛ и ДЛИНА ($F(2, 168) = 72.93$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = .465$, рис. 10 приложения), при этом точность воспроизведения в целом снижается при увеличении длины, однако этот эффект заметно сильнее при воспроизведении траекторий по сравнению с буквенными последовательностями.

В отношении ВР значимыми оказались два интересных эффекта: (1) взаимодействие факторов СТИМУЛ и ЗАДЕРЖКА ($F(1, 84) = 103.138$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .551$, рис. 11 приложения): ВР уменьшается при увеличении времени задержки только в задаче TRJ ($p < .001$) и мало меняется в задаче LET ($p = .149$); (2) взаимодействие факторов СТИМУЛ и ДЛИНА ($F(2, 168) = 20.691$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .198$, рис. 12 приложения): в отношении ВР эффект длины выражен в задаче LET ($p < .001$) и отсутствует в задаче TRJ ($p = 1.000$).

Обсуждение и выводы

Как видно из результатов сравнения возрастных групп, в целом с возрастом серийная информация воспроизводится точнее, причем точность воспроизведения вербальной информации резко улучшается к младшему подростковому возрасту и затем растет уже не очень значительно, в то время как точность

воспроизведения невербальной информации даже несколько ухудшается в младшем подростковом возрасте и заметно растет только у взрослых (см. рис. 2 приложения). При этом время реакции при воспроизведении вербальных последовательностей практически не меняется (или имеет небольшую тенденцию к снижению), а при воспроизведении ломаной линии меняется с возрастом нелинейно — несколько снижается в подростковом возрасте и резко растет у взрослых (см. рис. 5 приложения). Это может быть отражением повышения роли предварительного планирования и выстраивания программы моторной реализации движений при воспроизведении траекторий у взрослых, что может обеспечивать и повышение точности воспроизведения. Эффект длины ослабевает с возрастом, что может быть следствием общего улучшения возможностей РП — ее объема и полноты репрезентаций последовательностей большей длины. Также можно отметить, что эффект длины снижается с возрастом в большей степени для статически предъявляемой информации по сравнению с динамической. Можно предположить, что с возрастом статически предъявляемая последовательность в большей степени может сохраняться в РП не как набор отдельных элементов, а объединяться в более крупные единицы или целостные объекты. В случае динамического предъявления такое объединение последовательности в более крупные единицы затрудняется, причем не только в детском, но и в более старшем возрасте.

Точность и латентное время воспроизведения последовательностей при варьировании времени удержания информации в рабочей памяти меняются в случае невербальных последовательностей (точность с увеличением задержки ответа падает, время реакции — уменьшается), но достаточно стабильны при воспроизведении вербальных последовательностей, и этот эффект не отличается в возрастных группах. Возможно, это свидетельствует о более устойчивой репрезентации вербальной информации по сравнению с невербальной.

Литература

Корнеев А.А., Курганский А.В. Влияние способа зрительного предъявления сложной траектории на временные параметры ее отсроченного двигательного воспроизведения // Психологические исследования. 2014. Т. 7. № 37. С. 11. <https://doi.org/10.54359/ps.v7i37.594>

Эльконин Д.Б. К проблеме периодизации психического развития в детском возрасте // Избранные психологические труды. М.: Педагогика, 1989. С. 75–78.

Baddeley A. Working memory: Theories, models, and controversies // Annual Review of Psychology. 2012. Vol. 63. No. 1. P. 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>

Hurlstone M. J., Hitch G. J., Baddeley A. D. Memory for serial order across domains: An overview of the literature and directions for future research // Psychological Bulletin. 2014. Vol. 140. No. 2. P. 339–373. <https://doi.org/10.1037/a0034221>

Logie R. H. Visuo-spatial working memory. London: Psychology Press, 1995.

AGE-RELATED DIFFERENCES IN MEMORIZATION OF STATICALLY AND DYNAMICALLY PRESENTED VERBAL AND VISUOSPATIAL INFORMATION

A. A. Korneev* (1, 2), D. I. Lomakin (1), A. V. Kurgansky (1, 3), R. I. Machinskaya (1, 3)
korneeff@gmail.com

1 – Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow;

2 – Lomonosov Moscow State University, Moscow;

3 – RANEPa, Moscow

Abstract. The results of an experimental study of the memorization and delayed reproduction of serial information by children, adolescents and adults are presented. Two types of sequences were used: visual-spatial (broken lines) and verbal (sequences of letters). They were presented statically and dynamically. The length of the sequences and the delay time of the response were varied. Four age groups participated in the study: children aged 9 – 11 years ($N=16$); younger adolescents aged 13 – 14 years ($N=19$); older adolescents aged 15 – 17 years ($N=29$); and a group of adults ($N=24$). The accuracy and reaction time (RT) of the responses were analyzed. An increase in reproduction accuracy with age was observed: the accuracy of verbal information reproduction improved sharply during adolescence before levelling off, while the accuracy of non-verbal information reproduction declined slightly in younger adolescents and increased in adults. The ability to replicate verbal sequences remained relatively stable with age. Broken line reproduction demonstrated a shift in performance. During adolescence, there is a slight decrease in performance, while in adulthood there is a significant increase. For non-verbal sequences, accuracy and RTs decreased, with increased response delays. However, these values remain almost the same when reproducing verbal sequences.

Keywords: working memory, serial information, verbal memory, nonverbal memory, delayed reproduction

КОМПОНЕНТЫ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ 6 – 9 ЛЕТ: ДАННЫЕ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

А. А. Корнеев* (1, 2), Е. Ю. Матвеева (1), Т. В. Ахутина (1)
korneeff@gmail.com

1 – МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 – Институт развития, здоровья, адаптации ребенка, Москва

Аннотация. Настоящее исследование направлено на анализ структуры управляющих функций (УФ) у детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста на основе модели А. Мияке, которая на сегодняшний день является одной из наиболее широко используемых и лучше всего эмпирически подтвержденных в когнитивной психологии. В работе предпринята попытка проверки дифференцированной модели УФ на основе данных нейропсихологического обследования А. Р. Лурии, адаптированного для детей. В исследовании приняли участие 656 детей в возрасте от 5.5 до 10.5 лет. Для построения структурных моделей использовался подтверждающий факторный анализ. В работе сравниваются трехфакторная модель, включающая три компонента УФ (торможение, переключение и обновление), и однофакторная модель, в которой все показатели сводятся к одному общему фактору УФ. Трехфакторная модель показала лучшее соответствие данным, чем однофакторная. Проведенный анализ показал, что в рамках детского нейропсихологического обследования удается выделить факторы, соответствующие различным компонентам УФ. Полученные данные согласуются с концепцией «единства и разнообразия» УФ, обсуждаемой в рамках подхода А. Мияке.

Ключевые слова: управляющие функции, торможение, переключение, обновление, нейропсихологическое обследование, дошкольники, младшие школьники

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова №АААА-А20-120012890168-8.

Введение

Настоящая работа направлена на исследование структуры управляющих функций (executive functions, далее – УФ) у детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста. В целом УФ можно определить как группу функций, обеспечивающих и организующих целенаправленное поведение человека. Произвольная регуляция поведения человека – сложный процесс, и в нем можно выделить различные компоненты, поэтому важным оказывается вопрос, как можно определить эти компоненты, каким именно образом возможно их концептуальное разделение. Эта проблема активно дискутируется

последние десятилетия и, несмотря на существование нескольких доминирующих взглядов, единого мнения в литературе нет (см. обзор Виленской, 2016).

В когнитивной психологии одной из авторитетных и активно используемых в исследованиях концепций является модель управляющих функций А. Мияке и соавторов (Miyake et al., 2000), в которой предложено выделить три компонента управляющих функций: торможение (inhibition), обновление (updating) и переключение (switching). Принципиально важным моментом в этой концепции является идея «единства и разнообразия» управляющих функций, подразумевающая, что выделяемые компоненты различимы, но при этом связаны. В качестве средства проверки этих идей авторы использовали методы структурного моделирования, которые позволяют оценить, насколько теоретическая модель соответствует получаемым экспериментальным данным (Friedman, Miyake, 2017). Эта модель обсуждалась и перепроверялась в многочисленных исследованиях. В обзорной статье (Karr et al., 2018) рассматриваются различные модели, описывающие возможную структуру управляющих функций на основе модели А. Мияке, предполагающие как классический вариант, так и различные вариации этой модели — с объединением факторов, введением в модель общего фактора управляющих функций и т.п. Авторами обсуждается невысокая надежность измерений, однако проведенный ими анализ показывает, что хорошие оценки получают классическая трехфакторная модель и варианты, включающие как три специфических фактора, так и общий фактор УФ, что также соответствует исходной идее Мияке.

В отечественной нейропсихологии, начиная с основополагающих работ А. Р. Лурии, психические функции анализируются и обсуждаются в контексте концепции трех функциональных блоков мозга. В рамках этого подхода управляющие функции относятся к третьему блоку, работа которого обеспечивается передними отделами коры больших полушарий. При этом при обобщении результатов нейропсихологического обследования, разработанного для оценки состояния когнитивных функций у детей 6–9 лет, выделяется два показателя, направленных на оценку функций третьего блока мозга: общий индекс состояния функций программирования и контроля (УФ) и индекс серийной организации движений (Ахутина и др., 2016). В рамках настоящей работы мы предпринимаем попытку создания более дифференцированного варианта оценки УФ на основе трех составляющих, согласующихся с моделью А. Мияке.

Методика

Для разработки и оценки структурной модели УФ мы использовали данные нейропсихологического обследования 656 детей в возрасте от 5.5 до 10.5 лет, из них 143 дошкольника (средний возраст — 6.5 ± 0.6 года), 122 первоклассника (средний возраст 7.6 ± 0.4 года), 169 второклассников (средний возраст — 8.6 ± 0.4 года) и 203 третьеклассника (средний возраст — 9.6 ± 0.4 года). Никто из детей не имел диагностированных неврологических нарушений или других нарушений развития. Были получены информированные согласия родителей на участие детей в исследовании.

Все дети прошли полное нейропсихологическое обследование (Ахутина и др., 2016), включающее более 20 проб, каждая из которых оценивается по ряду параметров. В рамках данной работы мы использовали пробы, направленные в первую очередь на оценку функций программирования и контроля произвольного поведения: свободные и направленные вербальные ассоциации (ВА), реакцию выбора (РВ), пробу на динамический праксис (ДП), пробу на реципрокную координацию движений (РК), пробу «Пятый лишний» (ПЛ), — а также пробы, связанные с удержанием информации (для оценки функций обновления): пробы на зрительно-пространственную (ЗПП) и слухоречевую (СРП) память. Подробные описания проб и их оценки см. в работе Ахутиной и др., 2016, часть I, главы 1 и 2. На основании содержательного анализа были отобраны наиболее информативные показатели перечисленных проб, которые были включены в структурные модели. Для проверки моделей использовался метод конфирматорного факторного анализа. Учитывая использование в нейропсихологических оценках порядковых шкал и характер распределения этих показателей, отличающийся от нормального, использовался метод взвешенных наименьших квадратов с поправками среднего и дисперсии (WLSMV).

Результаты

Для оценки возможности выделения одного общего или трех отдельных факторов управляющих функций по данным нейропсихологического обследования были построены и оценены две структурные модели. Основная, в соответствии с моделью А. Мияке, включала в себя следующие факторы:

1. Фактор *торможения*, в который были включены следующие показатели: усвоение инструкции и число ошибок во второй части пробы РВ, усвоение ДП и число вертикальных повторов в пробе на слухоречевую память.
2. Фактор *переключения*, включающий в себя усвоение инструкции и число ошибок в первой части пробы РВ, оценку выполнения РК и продуктивность в пробе ПЛ.
3. Фактор *обновления*, в который были включены продуктивность свободных и направленных (глагольных) ассоциаций, продуктивность запоминания слов в СРП и продуктивность воспроизведения стимулов в ЗПП.

Также модель допускала корреляцию между факторами и корреляцию остатков параметров, входящих в одну пробу: ошибок и усвоения инструкции в двух частях РВ, продуктивности свободных и направленных ассоциаций и продуктивности и числа вертикальных повторов в СРП. Наконец, учитывая возрастную неоднородность выборки, в модель был включен возраст испытуемых, который может оказывать влияние на состояние когнитивных функций (то есть влиять на факторы в терминах модели).

Вторая модель была однофакторной: все перечисленные выше показатели связывались с одним фактором — *общим уровнем управляющих функций*. В эту модель также были включены дополнительные корреляции ошибок между парами показателей из одной и той же пробы и влияние возраста на фактор.

Таблица 1. Стандартизированные факторные нагрузки трехфакторной модели

Фактор	Параметр	Факторная нагрузка (ст. ошибка)
Торможение	PВ – усвоение инструкции для второй пробы	.504 (.061)
	PВ – число ошибок во второй пробе	.583 (.036)
	Слухоречевая память (воспр.) – количество вертикальных повторов	.120 (.045)
	ДП – усвоение	.493 (.043)
Переключение	ПЛ – продуктивность	.454 (.042)
	PВ – усвоение инструкции для первой пробы	–.573 (.077)
	PВ – число ошибок в первой пробе	–.446 (.032)
	РК – выполнение	–.632 (.034)
Обновление	Свободные ВА – продуктивность	.615 (.031)
	Направленные ВА – продуктивность	.671 (.031)
	СРП – продуктивность	.621 (.029)
	ЗПП – продуктивность	.541 (.033)

Оценка качества моделей показала, что трехфакторная модель достаточно хорошо соответствует данным: $\chi^2(55)=154.183$, $RMSEA=.058$, $CFI=.921$, $TLI=.905$. Стандартизированные факторные нагрузки представлены в табл. 1.

Корреляции между факторами оказались значимыми (на уровне $p < .001$) и достаточно высокими: самая сильная – между факторами *переключения* и *торможения* (.875), несколько более слабая – между факторами *переключения* и *обновления* (.560) и наименьшая – между факторами *торможения* и *обновления* (.409). Оценки возможного влияния возраста также оказались значимыми на уровне $p < .001$, максимальный коэффициент – для фактора *обновления* ($\beta=0.548$), и более слабое – для факторов *переключения* ($\beta=0.468$) и *торможения* ($\beta=0.351$).

С учетом высоких корреляций между факторами в основной модели, была также построена однофакторная модель, в которой все перечисленные выше параметры объединялись в один общий фактор УФ. Она показала плохие оценки соответствия данным: $\chi^2(60)=394.234$, $RMSEA=.093$, $CFI=.773$, $TLI=.750$.

Обсуждение и выводы

Проведенный анализ показал хорошее соответствие предложенной трехфакторной модели данным. Это свидетельствует в пользу того, что в рамках детского нейропсихологического обследования можно выделить факторы, соответствующие различным компонентам УФ, включив в них результаты выполнения проб, направленных на оценку третьего функционального блока мозга, а также проб на рабочую память, обозначаемую в концепции А. Мияке как «функция обновления». При этом надо отметить, что выделенные факторы

достаточно тесно коррелируют, что может быть связано с относительно слабой их дифференцированностью у детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста. Однако выделение этих компонентов улучшает соответствие модели эмпирическим данным, тогда как объединение всех показателей в один общий фактор заметно ухудшает оценки модели. Таким образом, полученные данные согласуются с идеями «единства и разнообразия» (unity and diversity) УФ, обсуждаемых в рамках подхода А. Мияке. Выделение трех различных, хотя и близких компонентов управляющих функций может быть использовано в диагностике УФ у детей, оно может позволить сделать оценку этих функций более дифференцированной и найти максимально эффективные пути коррекции.

В заключение важно отметить, что три компонента УФ, предложенных А. Мияке в ставших уже классическими работах, рассматриваются как базовые, фундаментальные (foundational), которые могут служить основой более сложных, высокоуровневых регуляторных механизмов (см., например, Best, Miller, 2010). В рамках данной работы мы опираемся на классическую модель, но следует понимать, что возможные разнообразные ее уточнения и модификации, прослеживание возрастных особенностей развития и взаимодействия УФ — это важные направления дальнейших исследований, в том числе — в рамках нейropsychологического подхода.

Литература

Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. и др. Методы нейropsychологического обследования детей 6–9 лет / Под ред. Т.В. Ахутиной. М.: В. Секачев, 2016.

Виленская Г.А. Исполнительные функции: природа и развитие // Психологический журнал. 2016. Т. 37. № 4. С. 21–31.

Best J. R., Miller P. H. A developmental perspective on executive function // *Child Development*. 2010. Vol. 81. No. 6. P. 1641–1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>

Friedman N. P., Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure // *Cortex*. 2017. Vol. 86. P. 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>

Karr J. E., Areshenkoff C. N., Rast P., Hofer S. M., Iverson G. L., Garcia-Barrera M. A. The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies // *Psychological Bulletin*. 2018. Vol. 144. No. 11. P. 1147–1185. <https://doi.org/10.1037/bul0000160>

Miyake A., Friedman N. P., Emerson M. J., Witzki A. H., Howerter A., Wager T. D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis // *Cognitive Psychology*. 2000. Vol. 41. No. 1. P. 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

COMPONENTS OF EXECUTIVE FUNCTIONS IN 6 TO 9-YEAR-OLD CHILDREN: STRUCTURAL ANALYSIS OF NEUROPSYCHOLOGICAL ASSESSMENT DATA

A. A. Korneev* (1, 2), E. Y. Matveeva (1), T. V. Akhutina (1)

korneeff@gmail.com

1 – Moscow State University, Moscow;

2 – Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow

Abstract. The aim of the present study was to investigate the structure of executive functions (EFs) in preschool and primary school children based on A. Miyake's model. Luria's neuropsychological assessment adapted for children was used. The sample consisted of 656 children aged between 5.5 and 10.5 years. We applied Miyake's three-component model of EF, including inhibition, updating, and switching, and compared it with a one-factor model of EF. Confirmatory factor analysis was used to test the fit of both models. The results indicated that the three-factor model provided a better fit to the data than the one-factor model. The analysis showed that distinct components of EF can be identified using Luria's neuropsychological assessment. These findings support the "unity and diversity" concept of executive functioning and highlight the applicability of Miyake's model.

Keywords: executive functions, inhibition, switching, updating, neuropsychological assessment, preschoolers, primary school children

The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University № AAAA-A20-120012890168-8.

СВЯЗЬ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ ЭЭГ ПРИ ПРОСЛУШИВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЧИ С РЕЧЕВЫМИ СПОСОБНОСТЯМИ У ДЕТЕЙ 5 – 6 ЛЕТ

Д. Г. Костанян* (1), Г. Д. Зуйков (1), О. В. Сысоева (1, 2)

daria.kost17@gmail.com

1 – НТУ «Сириус», Федеральная территория «Сириус»;

2 – ИВНД и НФ РАН, Москва

Аннотация. Долговременные корреляции (long-ranged temporal correlation, LRTC) ЭЭГ-сигнала в основных частотных диапазонах при прослушивании естественной речи оценивались с использованием детрендового флуктуационного анализа (Detrended Fluctuation Analysis, DFA) у детей в возрасте от 5 до 6 лет ($N=25$, 7 девочек). Исследование актуально в связи с недостатком данных о долговременных корреляциях при естественных когнитивных состояниях, что важно для понимания нейробиологических основ речевого развития. Во время исследования регистрировалась 32-канальная ЭЭГ при прослушивании сказки. Результаты показали наличие устойчивых LRTC во всех частотных диапазонах (наибольшие значения в тета-диапазоне – 2–6 Гц). Также были обнаружены отрицательные корреляции между речевыми способностями (оценивались с помощью методики Preschool Language Scales версии 5, PLS-5) и величиной LRTC: в бета-диапазоне (13–24 Гц) – в лобных областях (F7, Fp1) и в бета-2-диапазоне (25–45 Гц) – в височно-лобных областях (FT9, FC6, F8). Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что более слабые долговременные корреляции в высокочастотных диапазонах могут отражать более зрелую организацию нейронных сетей, связанную с лучшим речевым развитием, что расширяет представления о роли долговременных корреляций в когнитивных процессах и открывает перспективы для их использования в качестве нейромаркеров речевых нарушений.

Ключевые слова: долговременные корреляции ЭЭГ, детрендовый флуктуационный анализ, восприятие естественной речи, дети дошкольного возраста, развитие речи

Исследование поддержано Российским научным фондом № 24-28-01671 «Сенсомоторные механизмы восприятия речи в детском возрасте: психофизиологическое исследование».

Введение

Одной из метрик используемых для оценки нелинейных свойств мозговой активности являются долговременные корреляции (long-ranged temporal correlation, LRTC). LRTC свидетельствуют о том, что флуктуации (колебания) активности мозга самоподобны на разных временных масштабах, что отражает

безмасштабную природу нейронной динамики (Linkenkaer-Hansen et al., 2001; Hardstone et al., 2012). Для оценки LRTC обычно используют детрендовый флуктуационный анализ (Detrended Fluctuation Analysis, DFA) — статистический метод, применяющийся для количественной оценки безмасштабного поведения физиологических сигналов, в том числе и электроэнцефалографического. Использование DFA для анализа спонтанной ЭЭГ-активности позволяет оценить наличие и величину LRTC (оценивается как показатель степени DFA), что важно для понимания фундаментальных механизмов когнитивного функционирования.

Чаще всего детрендовый флуктуационный анализ и оцениваемые с его помощью долговременные корреляции используются в рамках анализа спонтанной мозговой активности преимущественно в альфа-диапазоне. Было показано, что LRTC увеличиваются с возрастом (Smit et al., 2011), долговременные корреляции в альфа-диапазоне также положительно коррелировали с языковыми способностями у детей (Kwok et al., 2019). Тем не менее повышенные значения показателя степени DFA могут выступать в качестве маркеров различных нарушений развития, — так пациентки с синдромом Ретта демонстрируют более высокие показатели долговременных корреляций по сравнению с типично развивающимися детьми (Sysoeva et al., 2023). При этом данные об особенностях долговременных корреляций у детей при других функциональных состояниях (например, при прослушивании естественной речи) отсутствуют.

Целью исследования было оценить долговременные корреляции в основных частотных диапазонах ЭЭГ с помощью детрендового флуктуационного анализа у детей при прослушивании естественной речи, а также оценить связь полученных метрик с особенностями речевого развития. Полученные результаты будут важны для понимания нейробиологических механизмов речевой обработки у детей и могут служить для разработки нейромаркеров когнитивного развития и его нарушений.

Методика

В исследовании приняли участие 25 детей (из них 7 девочек) в возрасте от 5 до 6 лет ($M = 5.5$, $SD = 0.3$). Все дети владели русским языком как родным и не имели диагностированных нарушений развития. Оценка уровня актуального речевого развития участников проводилась при помощи русскоязычной версии методики Preschool Language Scales 5 версии (PLS-5) (Таланцева и др., 2022).

Процедура. В ходе выполнения экспериментального задания дети прослушивали через наушники аудиозапись сказки «Золотая утка» (продолжительность 336 секунд), сделанную заранее диктором-женщиной. На экране предьявлялся абстрактный видеоряд с фракталами для удержания внимания. При выполнении экспериментального задания регистрировалась 32-канальная ЭЭГ (Brain Products actiCHamp от Brain Products GmbH, Gilching, Germany).

Предобработка данных проводилась при помощи библиотеки MNE (версии 1.5, Gramfort et al., 2013) для языка Python 3.11 и включала в себя фильтрацию в диапазоне 1–40 Гц, интерполяцию плохих каналов (в случае необходимости) и удаление артефактов, связанных с движением глаз и сердечной активностью, с помощью анализа независимых компонент (ICA).

Для каждого из исследуемых ритмов проводилась фильтрация в следующих частотных диапазонах: тета — 2–6 Гц; альфа — 6–13 Гц; бета — 13–24 Гц; бета-2 — 25–45 Гц. Диапазоны частот брались с поправкой на возраст участников (Sysoeva et al., 2023).

Детрендовый флуктуационный анализ. Для расчета DFA использовался пакет Python Nolds. Для анализа использовался фрагмент ЭЭГ-записи во время прослушивания сказки продолжительностью 300 с. Данный фрагмент был сегментирован на эпохи продолжительностью 30 с.

Метод DFA был применен к огибающей ЭЭГ-сигнала. Огибающая рассчитывалась из аналитического сигнала, полученного с помощью преобразования Гильберта. Временной ряд интегрировался для получения сигнала с кумулятивной суммой. Интегрированный сигнал был разделен на десять окон продолжительностью 3 секунды (10 % от длины эпохи) с 50 %-ным перекрытием. Для устранения локального тренда использовалась полиномиальная аппроксимация, и для каждого сегмента рассчитывалось среднеквадратичное значение флуктуации. С помощью анализа связи между флуктуацией и длиной сегмента была получена модель масштабирования. Показатель степени фрактального масштабирования (α) рассчитывался путем определения наклона тренда в функции интенсивности. Значение α , равное 0.5, считается типичным для белого шума. Значения в диапазоне 0.5–1 указывают на устойчивые долговременные корреляции, где большее значение степени DFA указывает на более медленное затухание автокорреляции. Значения α для каждого участника были усреднены между эпохами.

Дальнейшая статистическая обработка проводилась с использованием пакета Scipy. Для оценки связи долговременных временных корреляций с речевыми способностями использовался тест ранговой корреляции Спирмена. Корреляция рассчитывалась отдельно для каждого частотного диапазона и канала. С учетом проблемы множественных сравнений к полученным результатам применялась поправка false discovery rate (FDR).

Результаты

Наблюдаемые значения показателя степени DFA при прослушивании естественной речи превышали порог в 0.5 (соответствующий уровню шума) для всех частотных диапазонов, что свидетельствует о наличии устойчивых долговременных корреляций. Наиболее высокие значения степени DFA наблюдались в тета-диапазоне (рис. 1).

Были обнаружены значимые отрицательные корреляции между речевыми способностями детей и величиной DFA, отражающей силу LRTC в бета-диапазоне 13–24 Гц в каналах F7 и Fp1, а также в диапазоне бета-2 в каналах FT9, FC6 и F8 (рис. 2).

Обсуждение и выводы

Было показано, что при прослушивании естественной речи у детей в возрасте 5–6 лет наблюдаются устойчивые долговременные корреляции во всех исследуемых частотных диапазонах. Наибольшие значения показателя

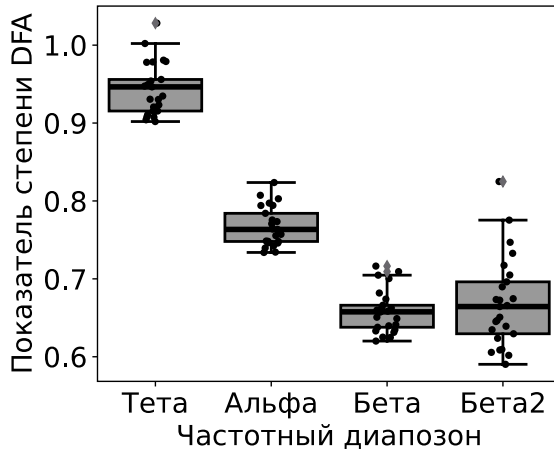


Рисунок 1. Значения степени DFA в основных частотных диапазонах: тета (2–6 Гц), альфа (6–13 Гц), бета (13–24 Гц) и бета-2 (24–45 Гц), усредненные по всем каналам. Точки отображают индивидуальные значения

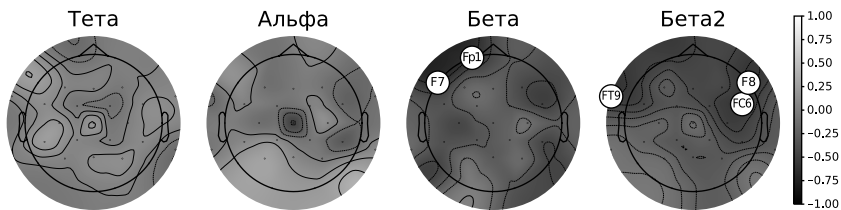


Рисунок 2. Топография r -значений корреляции Спирмена между значениями показателя DFA и баллами речевого развития в основных частотных диапазонах: тета (2–6 Гц), альфа (6–13 Гц), бета (13–24 Гц) и бета-2 (24–45 Гц). Более темный цвет указывает на наличие отрицательной корреляции. Каналы, в которых была обнаружена значимая корреляция ($p < .05$, FDR-correction), выделены белым

степени DFA в тета-диапазоне могут отражать его ключевую роль в обработке речевой информации, учитывая связь тета-ритмов с синхронизацией акустических и семантических компонентов речи (Giraud, Poeppel, 2012).

Полученные результаты о связи величины долговременных корреляций с языковыми навыками несколько противоречат данным, полученным ранее в единственной статье, исследовавшей связь долговременных корреляций с речевыми навыками у детей 4–6 лет (Kwok et al., 2019). Так, мы не наблюдали ни ожидаемой положительной, ни отрицательной корреляции величины долговременных корреляций в альфа-диапазоне с языковыми навыками. Тем не менее нам удалось обнаружить значимые обратные корреляции между речевым развитием и степенью DFA в бета- и бета-2-диапазоне в проекциях первичной слуховой коры, слуховой ассоциативной зоны и зоны сенсорной речи.

Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что более слабые долговременные корреляции в высокочастотных диапазонах связаны с лучшим речевым развитием. Поскольку бета-ритмы ассоциированы с нисходящим (top-down) контролем и предсказанием в обработке речи (Arnal, Giraud, 2012), снижение их корреляций может отражать более гибкую и адаптивную динамику у детей с более развитыми языковыми навыками. Эта интерпретация также согласуется с данными о повышенной долговременной корреляции при нарушенном развитии (РАС, синдром Ретта, при которых также есть трудности в речевом развитии; Sysoeva et al., 2023).

Литература

- Таланцева О. И., Ан Ю. О., Жукова М. А., Трубицына А. Н., Тедемаа А. В., Григоренко Е. Л. Психометрические свойства русскоязычной версии «Языковых шкал для дошкольников» пятого пересмотра (PLS-5): исследование с помощью классической теории тестов и современной теории тестирования // Клиническая и специальная психология. 2022. Т. 11. № 2. С. 174 – 195. <https://doi.org/10.17759/cpse.2022110211>
- Arnal L. H., Giraud A. L. Cortical oscillations and sensory predictions // Trends in cognitive sciences. 2012 Vol. 16. P. 390 – 398. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.05.003>
- Giraud A.-L., Poeppel D. Cortical oscillations and speech processing: emerging computational principles and operations // Nature Neuroscience. 2012. Vol. 15. No. 4. P. 511 – 517. <https://doi.org/10.1038/nn.3063>
- Gramfort A., Luessi M., Larson E., Engemann D., Strohmeier D., Brodbeck C., Goj R., Jas M., Brooks T., Parkkonen L., Hämäläinen M. MEG and EEG data analysis with MNE-Python // Frontiers in Neuroscience. 2013. No. 7:267. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267>
- Hardstone R., Poil S.-S., Schiavone G., Jansen R., Nikulin V. V., Mansvelder H. D., Linkenkaer-Hansen K. Detrended fluctuation analysis: A scale-free view on neuronal oscillations // Frontiers in Physiology. 2012. Vol. 3. P. 1 – 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00450>
- Kwok E. Y. L., Cardy J. O., Allman B. L., Allen P., Herrmann B. Dynamics of spontaneous alpha activity correlate with language ability in young children // Behavioural Brain Research. 2019. Vol. 359. P. 56 – 65. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.10.024>
- Linkenkaer-Hansen K., Nikouline V. V., Palva J. M., Ilmoniemi R. J. Long-range temporal correlations and scaling behavior in human brain oscillations // The Journal of Neuroscience. 2001. Vol. 21. No. 4. P. 1370 – 1377. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.21-04-01370.2001>
- Smit D. J. A., de Geus E. J. C., van de Nieuwenhuijzen M. E., van Beijsterveldt C. E. M., van Baal G. C. M., Mansvelder H. D., Boomsma D. I., Linkenkaer-Hansen K. Scale-free modulation of resting-state neuronal oscillations reflects prolonged brain maturation in humans // The Journal of Neuroscience. 2011. Vol. 31. No. 37. P. 13128 – 13136. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1678-11.2011>
- Sysoeva O., Maximenko V., Kuc A., Voinova V., Martynova O., Hramov A. Abnormal spectral and scale-free properties of resting-state EEG in girls with Rett syndrome // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. No. 1:12932. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39398-7>

RELATION BETWEEN LONG-RANGE TEMPORAL CORRELATIONS OF EEG IN NATURAL SPEECH LISTENING AND LANGUAGE SKILLS IN 5 TO 6-YEAR-OLD CHILDREN

D. G. Kostanian* (1), G. D. Zuikov (1), O. V. Sysoeva (1, 2)

daria.kost17@gmail.com

1 – «Sirius» University, Federal Territory «Sirius»;

2 – Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow

Abstract. Long-range temporal correlations (LRTC) of EEG signals across major frequency bands were assessed using detrended fluctuation analysis (DFA) in children aged 5 to 6 years ($N = 25$, $N_{\text{fem}} = 7$) during natural speech listening. This study addresses an important gap in understanding LRTC during ecologically valid cognitive states, providing novel evidence in understanding the neurobiological basis of language development. Participants listened to a fairy tale, and 32-channel EEG was recorded. The results revealed significant LRTCs across all frequency bands (with the highest values in the theta band, 2–6 Hz) and negative correlations between language skills (assessed via Preschool Language Scales 5th edition, PLS-5) and LRTC in the beta band (13–24 Hz)—in frontal regions (F7, Fp1) and in the beta2 band (25–45 Hz)—in frontotemporal regions (FT9, FC6, F8). These findings suggest that weaker LRTCs in high-frequency bands may reflect more mature neural network organization associated with better language development. This expands current knowledge about the role of LRTC in cognitive processing and suggests it as a potential biomarker for language development assessment.

Keywords: long-range temporal correlations, detrended fluctuation analysis, natural speech perception, children, language development

The research is supported by RSF Project No. 24-28-01671: “Sensory-motor mechanisms of speech perception in childhood: Psychophysiological research”.

ЗА СЧЕТ ЧЕГО РЕЛЕВАНТНОСТЬ ЗРИТЕЛЬНОЙ МАСКИРОВКИ ВЛИЯЕТ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ЭФФЕКТА СООТВЕТСТВИЯ?

Д. И. Костина

d.kostina125@gmail.com

СПбГУ, Санкт-Петербург

Аннотация. Негативный эффект соответствия (negative compatibility effect, NCE) — это разновидность негативного прайминга (НП), которая проявляется в замедлении ответа на целевой стимул, совпадающий с предъявленным перед ним маскированным праймом. Этот эффект отличается от других видов маскированного НП тем, что возникает при использовании простых стимулов (таких как стрелки вправо и влево) и не требует предъявления целевых стимулов с дистракторами или иных вариантов усложнения задачи. NCE при этом зависит от ряда параметров, которые не оказывают большого влияния на возникновение других видов НП — в частности, от типа маски, предъявляемой после прайма: эффект выражен сильнее и наблюдается в более широком диапазоне условий, если маска схожа со стимулами (релевантная маска). В рамках данного эксперимента проверялось предположение о том, что роль релевантной маски связана с тем, что она выступает дистрактором, усложняя задачу в отношении целевого стимула. Если задача была усложнена за счет неконгруэнтного дистрактора, то NCE наблюдался в отсутствие релевантной маски, а если такого усложнения не было, то только при ее использовании. При этом в условиях, исключающих влияние моторного торможения (один вариант двигательного ответа для всех целей), наблюдались те же результаты, что и в стандартной процедуре (разные варианты ответа для разных целей), что свидетельствует против модели, предполагающей, что при использовании разных типов масок NCE обусловлен разными механизмами (моторным и перцептивным).

Ключевые слова: негативный эффект соответствия, негативный прайминг, маскированный прайминг, зрительная маскировка, дистрактор

Введение

Методика маскированного прайминга может быть полезна при изучении особенностей неосознаваемой и автоматической обработки информации. Особый интерес при этом представляют эффекты, специфичные для условия, когда праймы предъявляются с маскировкой и их осознание затруднено. Один из таких эффектов — негативный эффект соответствия (negative compatibility effect, NCE) — проявляется в увеличении времени реакции (BP) в условии, когда целевой стимул и прайм совпадают или соответствуют одному ответу (Eimer, Schlaghecken, 2002). Стандартная процедура для фиксации NCE выглядит так: на короткое время (до 30 мс) предъявляется прайм, затем следует маска, после чего (через 100–200 мс после прайма) — целевой стимул, при появлении которого нужно как можно быстрее нажать на клавишу. Стимулами обычно выступают стрелки или другие простые фигуры, такие как квадраты и ромбы. Использование данной методики, однако, осложнено тем, что большое влияние на получаемые результаты оказывают параметры конкретной эксперименталь-

ной процедуры, например характеристики целевых стимулов (Krüger, Mattler, 2011), а также особенности маски. NCE наиболее выражен, когда маска включает в себя те же элементы, что и целевые стимулы и праймы, или даже состоит из двух вариантов целевого стимула, наложенных друг на друга (релевантная маска; напр., Jaśkowski, Przekoracka-Krawczyk, 2005).

Согласно одному из наиболее распространенных подходов, NCE возникает из-за моторного торможения соответствующего прайму ответа (Eimer, Schlaghecken, 2002). Для объяснения влияния релевантной маски была предложена альтернативная перцептивная модель, согласно которой те признаки маски, которые отсутствуют в прайме, оказываются активированы сильнее, за счет чего целевой стимул, содержащий эти признаки, обрабатывается быстрее (Jaśkowski, Przekoracka-Krawczyk, 2005). Поскольку в зависимости от типа маски различается не только величина эффекта, но и то, от каких других факторов зависит его возникновение (Liu, Wang, 2014; Atas et al., 2015), ряд исследователей полагают, что в условиях с релевантной маской оба механизма могут работать совместно или даже что механизмы NCE различаются в зависимости от используемой маски (Atas et al., 2015; Wang et al., 2024).

Ранее мы предположили, что схожая с целевым стимулом (релевантная) маска может влиять на возникновение NCE за счет того, что выступает дистрактором — усложняя распознавание цели и повышая контроль над ответом. К примеру, такое усложнение способствует возникновению НП в задаче опознания слов (Milliken et al., 1998). Если эффект релевантной маски связан с ее ролью дистрактора, можно ожидать, что предъявление дополнительного неконгруэнтного дистрактора вместе с целью будет так же, как и релевантная маска, способствовать возникновению более выраженного NCE. В предыдущем эксперименте, направленном на проверку этой гипотезы (Костина, 2024), стимулами служили двойные стрелки, состоявшие из красной и зеленой частей. Зеленая стрелка была целевой; участникам нужно было как можно быстрее нажимать на правую или левую клавишу, в зависимости от ее направления. Красная стрелка выступала дистрактором и могла быть направлена в ту же сторону, что и цель (конгруэнтный дистрактор), или в другую сторону (неконгруэнтный дистрактор). Черные стрелки служили праймами.

Когда маска была нерелевантной (состояла из вертикальных и горизонтальных линий), как и ожидалось, NCE наблюдался только при наличии неконгруэнтного дистрактора. Неожиданным оказалось то, что при использовании релевантной маски (из наложенных друг на друга стрелок) NCE наблюдался только в условиях с конгруэнтным дистрактором — то есть эффект возникал при наличии одного усложняющего задачу фактора, но не двух сразу. Возможно, что существует некоторый оптимальный уровень контроля над ответом, требуемый для возникновения NCE. Но такие результаты могла бы объяснить и модель, предполагающая наличие двух механизмов NCE, работающих в условиях с разными масками. Если предположить, что перцептивный механизм ослабевает при усложнении задачи, а моторный усиливается, то для релевантной маски более выраженный NCE должен наблюдаться в условиях с конгруэнтным дистрактором, а для нерелевантной — в условиях с неконгруэнтным дистрактором, и именно такие результаты были получены в прошлом эксперименте. Если эта модель верна, то иной паттерн результатов должен наблюдаться при исключении влияния одного из механиз-

мов. Так, можно ожидать, что при исключении моторного механизма в условии с релевантной маской результаты не изменятся, а в условии с нерелевантной маской NCE не будет наблюдаться, независимо от типа дистрактора. Если же верно предположение об оптимальном уровне контроля, результаты не должны измениться ни в одном из условий (более выраженный NCE при наличии либо конгруэнтной маски, либо нерелевантного дистрактора, но не того и другого вместе).

Методика

В данном эксперименте испытуемым нужно было давать один и тот же моторный ответ при появлении любого целевого стимула (и лишь затем отмечать, какой из стимулов был предъявлен), что должно было исключить влияние моторного торможения на ВР. Варьировались три внутригрупповых фактора: тип прайма (конгруэнтный / неконгруэнтный; от пробы к пробе), тип дистракторов (конгруэнтные / неконгруэнтные; от пробы к пробе) и тип маски (релевантная / нерелевантная, между блоками).

Стимулами выступали стрелки, направленные вправо (>) и влево (<). Две одинаковые стрелки-дистрактора располагались справа и слева от цели. Релевантная маска состояла из нескольких стрелок вправо и влево, наложенных друг на друга, нерелевантная — из вертикальных и горизонтальных хаотично расположенных линий.

Эксперимент проводился с использованием ПО PsychoPy 2024.2.5, стимулы предъявлялись на экране ноутбука (1920 × 1080 пикс., 60 Гц).

Процедура. Эксперимент включал 256 проб основной серии, а также 16 тренировочных. Интервал между пробами варьировался от 1050 до 1450 мс. В каждой пробе предъявлялись: (1) прайм на 17 мс, (2) маска на 117 мс, (3) пустой экран на 33 мс, (4) цель и дистракторы на 100 мс. Распознав целевой стимул, испытуемым нужно было как можно быстрее нажать на клавишу (время этого ответа анализировалось). Если ответ отсутствовал в течение 700 мс, на экране появлялся красный круг на 500 мс (но ответы в это время продолжали фиксироваться). После нажатия на клавишу на 400 мс появлялась дополнительная маска, закрывавшая как цель, так и дистракторы, после чего предъявлялись поочередно слова «ВЛЕВО» и «ВПРАВО» (на 1200 мс каждое; порядок определялся случайным образом). При появлении слова, соответствующего целевой стрелке, нужно было повторно нажать на клавишу. В случае верного ответа слово становилось зеленым, в случае ошибочного — красным.

Выборка. В эксперименте приняло участие 18 человек (13 женщин, 5 мужчин; возраст от 18 до 51, $M = 29.4$, $SD = 10.9$).

Результаты

Из обработки исключались ошибки и пропуски (10.3 %), а также значения ВР менее 100 мс (6.27 % оставшихся проб), ВР усреднялось по испытуемым. Был проведен трехфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с повторными измерениями (см. рис. 1). Значим общий эффект типа прайма ($F(1, 17) = 7.66$, $p = .013$, $\eta_p^2 = .31$; в целом, наблюдается НП); общий эффект типа дистракторов ($F(1, 17) = 5.96$, $p = .026$, $\eta_p^2 = .26$; ВР больше для неконгруэнтных дистракторов);

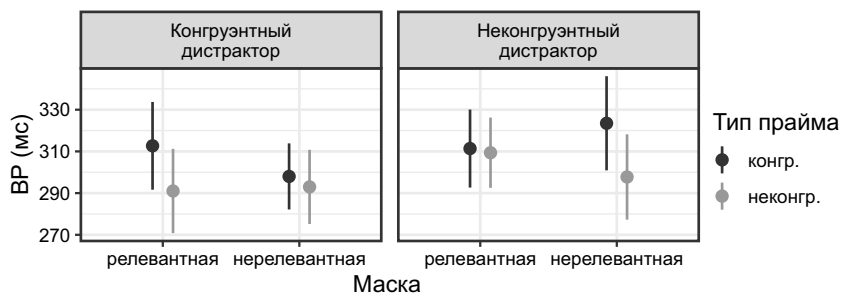


Рисунок 1. Среднее ВР в зависимости от условия (ст. ошибок – внутригрупповые, 95 %-й дов. инт.)

а также эффект взаимодействия типа прайма, типа маски и типа дистракторов ($F(1, 17) = 5.62, p = .030, \eta_p^2 = .25$).

При рассмотрении в отдельности разных сочетаний типа маски и типа дистракторов НП, как и в предыдущем эксперименте, был обнаружен только для сочетаний «нерелевантная маска неконгруэнтные дистракторы» ($t(17) = 3.36, p = .004$), а также «релевантная маска конгруэнтные дистракторы» ($t(17) = 2.21, p = .042$).

Обсуждение и выводы

Таким образом, как в стандартной процедуре (когда разным вариантам цели соответствовали разные ответы), так и в модификации, исключающей влияние моторного торможения, NCE наблюдался при наличии либо релевантной маски, либо неконгруэнтного дистрактора, но не того и другого вместе. Полученные результаты согласуются с предположением о том, что релевантная маска способствует возникновению NCE за счет того, что усложняет задачу в отношении цели, при этом существует оптимальный уровень сложности для возникновения данного эффекта.

Доминирующее объяснение роли релевантной маски в возникновении NCE предполагает, что она не усиливает НП, а позитивно праймирует вариант целевого стимула, не совпадающий с праймом (Jaśkowski, Przekoracka-Krawczyk, 2005). В этом случае получаемый эффект оказывается специфичен для конкретной экспериментальной процедуры, где возможно такого рода перцептивное взаимодействие между маской и праймом. Зависимость же эффекта от сложности задачи наблюдается для разных видов НП (Milliken et al., 1998; Frings, Spence, 2011). Таким образом, полученные результаты позволяют предполагать, что зависимость NCE от типа маски говорит не о принципиальном отличии этого эффекта от других видов негативного прайминга, а напротив, об их сходстве и возможном наличии у них общего механизма.

Литература

Костина Д. И. Роль сходства маски и целевого стимула в возникновении негативного эффекта соответствия // Психология познания: материалы конференции / Под ред. И. Ю. Владимирова, С. Ю. Коровкина. Ярославль: ЯрГУ, 2024. С. 166 – 170.

Atas A., San Anton E., Cleeremans A. The reversal of perceptual and motor compatibility effects differs qualitatively between metacontrast and random-line masks // *Psychological Research*. 2015. Vol. 79. No. 5. P. 813 – 828. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0611-3>

Eimer M., Schlaghecken F. Links between conscious awareness and response inhibition: Evidence from masked priming // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2002. Vol. 9. No. 3. P. 514 – 520. <https://doi.org/10.3758/bf03196307>

Frings C., Spence C. Increased perceptual and conceptual processing difficulty makes the immeasurable measurable: Negative priming in the absence of probe distractors // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2011. Vol. 37. No. 1. P. 72 – 84. <https://doi.org/10.1037/a0020673>

Jaskowski P., Przekoracka-Krawczyk A. On the role of mask structure in subliminal priming // *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2005. Vol. 65. No. 4. P. 409 – 417. <https://doi.org/10.55782/ane-2005-1569>

Krüger D., Mattler U. The role of stimulus-response compatibility in inverse priming // *A Taxonomy of Inverse Priming Based on Stimulus Characteristics* (PhD Thesis). Goettingen: University Goettingen Repository, 2011. P. 90 – 160. <https://doi.org/10.53846/goediss-517>

Liu P., Wang Y. Perceptual and motor contributions to the negative compatibility effect // *Acta Psychologica*. 2014. Vol. 153. P. 66 – 73. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.09.011>

Milliken B., Joordens S., Merikle P. M., Seiffert A. E. Selective attention: A reevaluation of the implications of negative priming // *Psychological Review*. 1998. Vol. 105. No. 2. P. 203 – 229. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.105.2.203>

Wang Y., Di M., Li Y., Liu P., Zhao J., Wang Y. Two fundamentally different mechanisms by which unconscious information impairs behavioral performance: Evidence from fMRI and computational modeling // *NeuroImage*. 2024. Vol. 297. P. 120719:1 – 11. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120719>

HOW DOES THE RELEVANCE OF VISUAL MASKING AFFECT THE NEGATIVE COMPATIBILITY EFFECT?

D. I. Kostina

d.kostina125@gmail.com

Saint Petersburg University, St. Petersburg

Abstract. The negative compatibility effect (NCE) is a type of negative priming (NP) effect that manifests itself in a slower response to a target that matches a preceding masked prime. This effect differs from other types of masked NP in that it occurs with simple stimuli and requires no distractors or other task-complicating factors. NCE, however, depends on a number of parameters that do not have a significant impact on other types of NP, particularly on the type of mask. The effect is larger and can be observed in more conditions if the mask is similar to the stimuli (relevant mask). We tested the hypothesis that the effect of the relevant mask is linked to its role as a distractor. NCE was observed in the absence of a relevant mask when the task was complicated by an incongruent distractor, and only in the presence of a relevant mask when there was no such complication. The same results were observed under conditions excluding motor inhibition (one response option for all targets) and under the standard procedure (different response options for different targets), which speaks against the model suggesting that different mechanisms (motor and perceptual) cause NCE when using different types of masks.

Keywords: negative compatibility effect, negative priming, masked priming, visual masking, distractor

ОШИБКА МЕТАКОГНИТИВНОГО ПРОГНОЗА КАК ПРЕДИКТОР АГА-ПЕРЕЖИВАНИЯ В ЗАДАЧАХ НА ПОИСК ОТДАЛЕННЫХ АССОЦИАЦИЙ

А. В. Косякова*, Н. В. Морошкина

annakos.1811@gmail.com

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой Российской академии наук
(ИМЧ РАН), лаборатория когнитивной психологии и психофизиологии,
Санкт-Петербург

Аннотация. Ага-переживание — самостоятельный метакогнитивный феномен, вопрос об источниках которого до сих пор остается открытым. Предполагается, что ага-переживание возникает в результате несовпадения прогнозируемых и фактических параметров решения, отраженных в проспективных и ретроспективных оценках трудности задачи. Субъективные оценки трудности основываются на беглости обработки информации, связанной с объективными характеристиками задачи. Цель: проверка гипотезы о том, что вероятность ага-переживания положительно связана с разницей между проспективными и ретроспективными оценками. В исследовании приняли участие 65 человек. Стимулы: задачи на поиск отдаленных ассоциаций, включающие триады двух типов (конвергентные/дивергентные). Процедура включала два этапа: на первом участники оценивали трудность задач при их краткосрочном предъявлении, на втором искали решение. Ретроспективные оценки трудности оказались положительно связаны со временем обнаружения ответа на задачу. Также было обнаружено, что чем больше разница между проспективными и ретроспективными оценками, тем выше вероятность возникновения ага-переживания при учете объективной трудности задач. Вероятность ага-переживания была выше для дивергентных триад по сравнению с конвергентными и снижалась, если участникам на первом этапе удавалось найти правильный ответ на задачу (при ее краткосрочном предъявлении). Полученные результаты позволяют уточнить роль ошибки метакогнитивного прогноза в возникновении ага-переживания.

Ключевые слова: ага-переживание, метакогниции, тест на поиск отдаленных ассоциаций, беглость обработки информации, ошибка метакогнитивного прогноза

Исследование поддержано грантом РФФИ № 25-18-01018 «Источники и функции метакогнитивных переживаний при решении творческих задач и сохранении опыта».

Введение

Ага-переживание — метакогнитивное переживание, сопровождающее обнаружение ответа на задачу и включающее чувства внезапности его появления, уверенности в его правильности и удовольствия (Danek et al., 2014). Оно является частью механизмов метакогнитивного мониторинга когнитивных процессов, осуществляемого на основе косвенных сигналов, отражающих со-

стояние когнитивной системы (Koriat, 1997). В качестве возможного источника метакогнитивного опыта рассматривается беглость обработки информации, под которой понимается воспринимаемая легкость/сложность, с которой информация обрабатывается в когнитивной системе (Alter, Oppenheimer, 2009). Согласно представлениям С. Тополински и Р. Ребера, ага-переживание возникает в результате резкого повышения беглости обработки информации при внезапном обнаружении решения задачи (Topolinski, Reber, 2010). В такой ситуации обнаружение ответа является для метакогнитивной системы неожиданным событием.

Предполагается, что метакогнитивная система формирует модель когнитивных процессов, на основе которой строит прогнозы относительно их протекания. В случае отклонения актуального состояния от того, что было предсказано, возникает ошибка прогноза. В контексте решения задач прогноз может касаться того, будет ли задача решена, сколько времени на это потребуется, насколько легко/трудно будет разворачиваться процесс поиска решения и т.д. Так, М. Беккер и коллеги (Becker et al., 2024) показали, что такой компонент ага-переживания, как удивление, возникает в результате ошибки прогноза относительно разрешимости задачи (если при первом знакомстве человек оценивает вероятность найти ответ как низкую, но в итоге находит ответ). Р. Дюбей с соавторами предположили, что ага-переживание возникает в случае, если фактическое время решения задачи оказывается меньше прогнозируемого (Dubey et al., 2021).

Объединяя находки Тополински и Ребера с вышеописанными данными, Н.В. Морошкина с соавторами (Moroshkina et al., 2024) выдвинули гипотезу о том, что ага-переживание возникает при несовпадении проспективных и ретроспективных метакогнитивных оценок трудности задачи. При первом знакомстве с задачей (проспективная оценка) человек оценивает ее трудность, основываясь на беглости обработки первичной репрезентации (то есть прогнозирует, как будет разворачиваться процесс решения). В случае изменения репрезентации в ходе решения беглость обработки соответственно меняется. Если беглость обработки задачи после обнаружения ответа оказывается выше изначальной, что будет отражено в снижении оценки ее трудности (ретроспективной), вероятность и интенсивность ага-переживания будут выше. Данная гипотеза была подтверждена на материале поликодовых ребусов (Moroshkina et al., 2024).

Цель настоящего исследования — независимая проверка данной гипотезы на материале вербальных задач. Ранее, в рамках разработки идеи о связи ага-переживания с ошибкой метакогнитивного прогноза, нами был создан банк задач на поиск отдаленных ассоциаций, включающий два типа задач: конвергентные и дивергентные (Косякова и др., 2024). Каждая задача представлена тремя существительными, к которым необходимо подобрать общее прилагательное так, чтобы оно образовывало с каждым из существительных устойчивое словосочетание. В конвергентных триадах слово-ответ выступает в одном значении по отношению ко всем трем словам, в дивергентных — в нескольких значениях. Мы стремились, чтобы дивергентные задачи были устроены таким образом, чтобы провоцировать ошибку метакогнитивного про-

гноза, и соответственно ожидали большую вероятность возникновения ага-переживания при обнаружении ответа на них, по сравнению с конвергентными. Поэтому мы дополнительно отбирали задачи по их лингвистическим характеристикам. Так, в дивергентных задачах семантическая близость слов внутри триады (рассчитанная на основе модели RusVectors) должна была быть ниже семантической близости слов триады к ответу. Для ранних этапов решения таких задач характерна низкая беглость обработки; семантические поля трех слов пересекаются слабо, что сказывается на трудности извлечения общих ассоциатов (генерации версий ответа). После обнаружения ответа беглость обработки резко возрастает по сравнению с начальными этапами. В конвергентных же задачах семантическая близость слов внутри триады и слов триады к ответу должна была быть примерно равной, в таком случае резких скачков беглости в процессе решения задачи не происходит. Как мы и ожидали, в дивергентных задачах ага-переживание возникало чаще. В настоящем исследовании мы фиксировали субъективные оценки трудности задачи на ранних этапах решения и после обнаружения ответа для уточнения разрабатываемой модели. Мы ожидали, что: (1) субъективные оценки трудности задач будут положительно связаны с объективным показателем трудности задач (временем решения); (2) вероятность возникновения ага-переживания будет положительно связана с разницей между проспективными и ретроспективными оценками трудности задачи и будет выше при обнаружении ответа на дивергентные задачи по сравнению с конвергентными.

Методика

В исследовании приняли участие 65 человек (51 женщина), средний возраст 24.11, $SD = 5.75$, носители русского языка. Стимульный материал: русскоязычная версия задач на поиск отдаленных ассоциаций (60 задач, 30 конвергентных, 30 дивергентных).

Процедура исследования состояла из двух этапов (без перерыва). На первом участникам предъявлялась каждая из 60 триад на 3 с, участникам в течение следующих 3 с было необходимо оценивать их трудность по шкале от 0 до 100 (где 0 — очень легкая задача, 100 — очень трудная задача). После оценки трудности участникам было предложено отчитаться о возникших идеях относительно ответа на триаду (ввести версию в поле ответа или слово «нет», если ее не было). На втором этапе участнику было предложено найти решения для этих триад в течение 30 с, участники могли перейти к вводу ответа в любой момент. По истечении 30 с окно ввода ответа появлялось автоматически (на ввод давалось 12 с). После участникам предлагалось ответить на вопрос о наличии ага-переживания (было / не было). В конце необходимо было снова оценить трудность задачи по шкале от 0 до 100.

Результаты

Анализ полученных данных проводился с использованием языка программирования R (версия 4.4.2). Доля правильных ответов для конвергентных триад составила $M = 0.51$, для дивергентных — $M = 0.54$, различия незначимы

($p = .648$). Доля ага-переживаний для дивергентных ($M = 0.54$) триад значительно выше ($p = .020$), чем для конвергентных ($M = 0.45$). Для дивергентных триад ($M = 60.2$) наблюдалась большая проспективная оценка трудности ($p = .019$), чем для конвергентных ($M = 55.8$).

Для оценки связи субъективных оценок трудности со временем обнаружения правильного ответа была построена линейная регрессионная модель на данных, усредненных по триаде ($R^2 = .420$). В качестве зависимой переменной выступило время, а в качестве независимых — проспективные ($b = 0.00$, $t = 1.21$) и ретроспективные ($b = 0.02$, $t = 4.98$) оценки трудности. В такой модели только ретроспективные оценки оказались значимым предиктором ($p < .001$).

Для проверки гипотезы о связи разницы между проспективными и ретроспективными оценками трудности, а также типа задачи с возникновением ага-переживания была построена смешанная логистическая модель ($\text{Pseudo-}R^2 = .43$). В качестве случайного фактора в модель был включен участник. В анализе участвовали только те пробы, в которых на втором этапе был дан правильный ответ. Зависимая переменная: наличие ага-переживания (было / не было), независимые переменные: тип триады, разница между проспективной и ретроспективной оценками, правильность версии ответа на первом этапе, время обнаружения ответа на втором этапе. Все включенные в модель предикторы оказались значимы ($p < .01$). Таким образом, вероятность возникновения ага-переживания была выше для дивергентных триад ($b = 0.50$, $z = 4.50$), также она возрастала с ростом разницы между проспективной и ретроспективными оценками ($b = 0.01$, $z = 3.59$). Если правильная версия ответа возникала уже на первом этапе, вероятность ага-переживания снижалась ($b = -1.11$, $z = -8.03$), а время обнаружения ответа на втором этапе было положительно связано с возникновением ага-переживания ($b = 0.00$, $z = 3.70$).

Обсуждение и выводы

Таким образом, основной целью настоящего исследования было выявление связи вероятности возникновения ага-переживания с разницей между проспективными и ретроспективными оценками трудности задачи, отражающей изменение беглости обработки после обнаружения правильного ответа, по сравнению с начальными этапами решения. Было показано: вероятность возникновения ага-переживания возрастает с увеличением этой разницы, что согласуется с предшествующими данными на материале ребусов (Moroshkina et al., 2024). Данная связь значима при включении в модель времени обнаружения ответа как объективного показателя трудности задачи. Кроме того, было обнаружено, что вероятность ага-переживания повышается при обнаружении ответа на дивергентную триаду. В связи с этим справедливым кажется предположение о том, что низкая семантическая близость слов внутри триады, характерная для дивергентных триад, провоцирует на начальных этапах субъективное чувство трудности задачи, основанное на низкой беглости обработки ее начальной репрезентации. После обнаружения ответа беглость резко возрастает, что приводит к снижению оценок трудности; задача оказывается легче, чем человек ожидал, — возникает ага-переживание. Важно отметить, что,

согласно нашей модели, если человек при первом знакомстве с задачей обнаружил правильный ответ, то вероятность ага-переживания снижается.

Ретроспективные оценки трудности положительно связаны со временем обнаружения правильного ответа, в то время как при совместном включении двух оценок в модель связь проспективных оценок с временем решения оказывается незначима. Это может говорить о большей точности ретроспективных оценок. Проспективные оценки же, по-видимому, больше подвержены искажениям. Можно предположить, что ошибка метакогнитивного прогноза возникает в результате неточности оценок трудности задачи на начальных этапах ее решения, а не в результате ретроспективного (после того как ответ уже известен) субъективного искажения трудности задачи. Таким образом, будет ли задача решена с ага-переживанием, будет зависеть от факторов, влияющих на беглость обработки начальной репрезентации задачи, а также от факторов, косвенно влияющих на метакогнитивные прогнозы относительно процесса решения.

Дальнейшее направление исследований должно включать анализ связи объективных характеристик задач с субъективными оценками трудности и изучение их совместного вклада в возникновение ага-переживания.

Литература

Косякова А. В., Ошканова А. П., Морошкина Н. В. Тест на поиск отдаленных ассоциаций: выделение двух типов задач для изучения инсайта // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2024» / Под ред. И. А. Алешковского, А. В. Андриянова, Е. А. Антипова, Е. И. Зимаковой. М.: МОО СИПНН Н. Д. Кондратьева, 2024.

Alter A. L., Oppenheimer D. M. Uniting the tribes of fluency to form a metacognitive nation // *Personality and Social Psychology Review*. 2009. Vol. 13. No. 3. P. 219–235. <https://doi.org/10.1177/1088868309341564>

Becker M., Wang X., Cabeza R. Surprise! — Clarifying the link between insight and prediction error // *Bulletin & Review*. 2024. P. 1–10. <https://doi.org/10.31219/osf.io/tkhn5>

Danek A., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. It's a kind of magic—what self-reports can reveal about the phenomenology of insight problem solving // *Frontiers in Psychology*. 2014. Vol. 5. P. 1408:1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01408>

Dubey R., Ho M. K., Mehta H., Griffiths T. Aha! moments correspond to metacognitive prediction errors. Center for Open Science, 2021. <https://doi.org/10.31234/osf.io/c5v42>

Koriat A. Monitoring one's own knowledge during study: A cue-utilization approach to judgments of learning // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1997. Vol. 126. No. 4. P. 349–370. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.126.4.349>

Moroshkina N. V., Pavliuchik E. I., Ammalainen A. V., Gershkovich V. A., Lvova O. V. The Aha! experience is associated with a drop in the perceived difficulty of the problem // *Frontiers in Psychology*. 2024. Vol. 15. P. 1314531:1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1314531>

Topolinski S., Reber R. Gaining insight into the “Aha” experience // *Current Directions in Psychological Science*. 2010. Vol. 19. No. 6. P. 402–405. <https://doi.org/10.1177/0963721410388803>

METACOGNITIVE PREDICTION ERROR AS A FACTOR OF THE AHA – EXPERIENCE IN REMOTE ASSOCIATION TASKS

A. V. Kosyakova*, N. V. Moroshkina

annakos.1811@gmail.com

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences (IHB RAS), Laboratory of Cognitive Psychology and Psychophysiology, St. Petersburg

Abstract. The aha-experience is an independent metacognitive phenomenon whose underlying mechanisms remain insufficiently understood. It is assumed to arise due to a discrepancy between predicted and actual problem-solving parameters, reflected in prospective and retrospective difficulty ratings. Subjective difficulty ratings are based on the fluency of information processing associated with objective task characteristics. We tested the hypothesis that the probability of the aha-experience is positively related to a drop between prospective and retrospective difficulty ratings. Sixty-five participants performed two types of remote association tasks: convergent and divergent. In the first stage of the experiment, participants assessed task difficulty after a brief presentation, and in the second stage they searched for a solution. Retrospective difficulty ratings were positively related to solution search times. A larger discrepancy between prospective and retrospective ratings significantly increased the probability of the aha-experience, even after controlling for objective task difficulty. The probability of the aha-experience was higher for divergent triads compared to convergent triads and decreased if participants were able to find the correct answer to the task in the first stage (when it was presented briefly). The results clarify the role of the metacognitive prediction error in the occurrence of the aha-experience.

Keywords: aha-experience, metacognition, remote association task, processing fluency, metacognitive prediction error

This research is supported by RSF grant project № 25-18-01018: “Sources and functions of metacognitive experiences in creative problem solving and remembering”.

МОЖЕТ ЛИ ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕПРЕЗЕНТИРОВАТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦ?

Д. А. Кох* (1), В. А. Хвостов (2)

kochdcs@gmail.com

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Университет штата Огайо, Колумбус, США

Аннотация. Восприятие ансамблей — способность зрительной системы извлекать зрительные статистики из множества объектов. Недавние исследования показали, что мы имеем эксплицитный (сознательный) доступ к распределению низкоуровневых признаков в ансамбле — но есть ли доступ к распределению высокоуровневых признаков, таких как эмоциональные экспрессии, остается неизвестным. Мы провели эксперимент, чтобы выяснить, обладают ли люди информацией о распределении высокоуровневых признаков наравне с низкоуровневыми. Участники выполняли два экспериментальных блока, в которых предъявлялись либо ансамбли цветных кругов, либо ансамбли лиц с различными эмоциональными экспрессиями. Каждый ансамбль мог иметь гауссовское, бимодальное или равномерное распределение признака. Участники должны были отчитаться о частоте тестового стимула в ранее предъявленном ансамбле. Результаты сегментированной регрессии показали, что участники точнее следовали паттерну распределений в цветах, тогда как в условии ансамбля лиц паттерн их ответов значительно отклонялся от предъявляемого распределения. Низкий уровень точности для ансамблей лиц (по сравнению с цветом) указывает на несколько вариантов интерпретации: а) зрительная система формирует распределение высокоуровневых признаков, однако оно очень зашумлено; б) зрительная система не репрезентирует распределение эмоциональных экспрессий, однако мы интерпретируем извлеченные низкоуровневые признаки для формирования впечатления об ансамбле.

Ключевые слова: восприятие ансамблей, восприятие лиц, распределение признаков, восприятие эмоций, сводные статистики

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Несмотря на существенные ограничения объема зрительного внимания и рабочей памяти (Luck, Vogel, 2013), короткого взгляда на группу объектов (ансамбль) достаточно, чтобы составить примерное впечатление об их статистических свойствах: к примеру, среднем размере, цвете или вариативности (Corbett et al., 2023). Что представляет собой эксплицитная (сознатель-

ная) репрезентация ансамбля? Часть исследователей поддерживают гипотезу сводных статистик: зрительная система эксплицитно репрезентирует только среднее и вариативность признака, не сохраняя дополнительной информации (Hansmann-Roth et al., 2021). Альтернативная гипотеза распределения признаков (Khvostov et al., 2024) утверждает, что зрительной системе эксплицитно доступна информация о целом распределении признаков, а сводные статистики лишь производная из репрезентации ансамбля. Модель популяционного кодирования ансамблей (Utochkin et al., 2024) объясняет возникновение репрезентации распределений признаков: на ранних этапах зрительной обработки признаки отдельных объектов кодируются популяциями нейронов, чувствительных к определенным значениям признаков и имеющих маленькие рецептивные поля. Далее нейронные популяции на более поздних уровнях пространственно интегрируют эту информацию. Эти нейроны имеют большие рецептивные поля, поэтому они репрезентируют общую информацию обо всех объектах в виде распределения признаков. Данная модель успешно объясняет репрезентации низкоуровневых признаков (например, цвета), однако ее сложно применить к высокоуровневым (например, эмоциональной экспрессии). Лица являются сложным стимулом, который обрабатывается на высоких уровнях зрительной иерархии, поэтому зрительная система не имеет специальных нейронных популяций с маленькими рецептивными полями, чувствительных к определенным эмоциям. Таким образом, модель популяционного кодирования ансамблей предсказывает, что зрительная система не может репрезентировать распределение эмоциональных экспрессий. С другой стороны, зрительная система может извлекать низкоуровневые признаки из ансамбля лиц, далее интерпретируя статистическое совпадение этих признаков с эмоциями (угол наклона бровей или кривизна губ). Целью данной работы является эмпирическая проверка этих гипотез с помощью сравнения результатов выполнения испытуемыми ансамблевой задачи на материале эмоциональных выражений лиц («Лица», высокоуровневый признак эмоциональной экспрессии) с контрольным условием, в котором мы использовали низкоуровневый признак — цвет («Цвета»).

Методика

В каждой пробе испытуемым ($N = 5$) предъявлялся ансамбль на 800 мс. Для условия «Цвета» мы использовали круговое цветовое пространство с 48 цветами с шагом в одно едва заметное различие (ЕЗР; Witzel, Gegenfurtner, 2013). Для условия «Лица» мы использовали 45 морфированных лиц, где эмоция переходила от злости к грусти, от грусти к счастью, а потом назад к злости, образуя эмоциональный круг. Мы не оценивали индивидуальные особенности различимости эмоций для каждого участника.

Каждый ансамбль состоял из 28 лиц или цветных кругов, где среднее и вид распределения (гауссовское, равномерное или бимодальное) выбирались случайно для каждой пробы. К примеру, гауссовское распределение всегда состояло из 8 кругов одного из 48 цветов, который становится средним в наборе, 6 ($\times 2$) кругов с цветом ± 3 ЕЗР от среднего (6 кругов в одну сторону и 6 кругов в противоположную сторону), 3 круга ($\times 2$) с ± 6 ЕЗР, 1 ($\times 2$) круг с ± 9 ЕЗР.

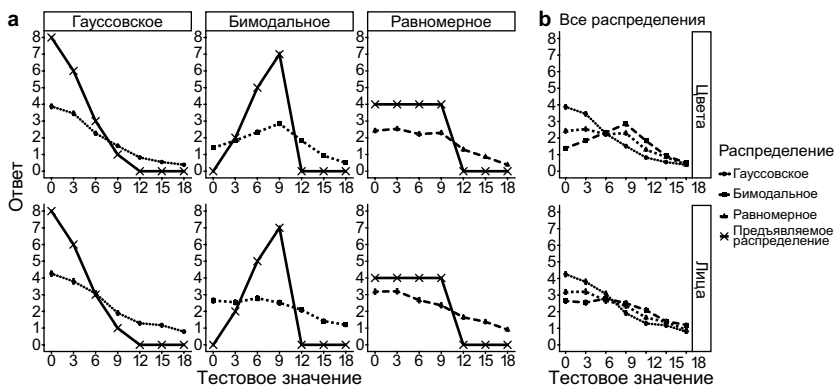


Рисунок 1. Индивидуальный (А) и общий (В) график всех распределений ответов участников. По оси x — тестируемое значение ЕРЗ / значений морфинга; по оси y — частота встречаемости признака.

На рис. 1 даны примеры предъявляемых распределений, где каждое распределение «сложено» пополам. После исчезновения ансамбля появлялся тестовый стимул (лицо или цветной круг), испытуемые должны были отчитаться о частоте предъявленного стимула в ансамбле, используя слайдер от 0 до 8. Тестовое значение могло браться из распределения ($0, \pm 3, \pm 6, \pm 9$ ЕРЗ/единиц от среднего) или вне его ($\pm 12, \pm 15, \pm 18$ — см. рис. 1). Все участники проходили две экспериментальных сессии с двумя условиями (порядок условий был уравновешен). Общее количество проб было 2520 (2 сессии $\times$ 14 тестовых значений $\times$ 3 распределения $\times$ 2 признака (лица и цвета) $\times$ 30 проб).

Результаты

Чтобы формально описать форму распределений ответов испытуемых, мы использовали сегментированную регрессию, которая является принятым методом для статистической оценки распределений (Khvostov et al., 2024). Данный метод позволил нам разбить кривую ответов на два линейных сегмента (до и после фиксированной точки перегиба: 9 ЕРЗ от среднего) с различными наклонами. Для условия «Цвета» кривая ответов испытуемых для гауссовского распределения разделилась на два сегмента с отрицательными наклонами ($t(4) = -5.56, p = .005$, Cohen's $d = 2.49$), однако первый наклон был значимо более отрицательным ($t(4) = -2.78, p = .047$, Cohen's $d = 2.08$). В бимодальном распределении первый наклон был положительным ($t(4) = 6.51, p = .002$, Cohen's $d = 2.91$), а второй — отрицательным ($t(4) = -10.74, p < .001$, Cohen's $d = 4.80$). Также наблюдались значимые различия между наклонами ($t(4) = 9.31, p = .001$, Cohen's $d = 7.79$). В равномерном распределении оба наклона разделились на сегмент перед точкой перегиба, с наклоном, неотличимым от 0 ($t(4) = -2.51, p = .06$, Cohen's $d = 1.12$), и сегмент с отрицательным наклоном ($t(4) = -8.21, p = .001$, Cohen's $d = 3.67$). Кроме того, наклоны отличались друг от друга ($t(4) = 5.03, p = .007$, Cohen's $d = 3.55$).

В гауссовском распределении оба наклона были отрицательными ($t(4) = -5.56$, $p = .005$, Cohen's $d = 2.49$), однако первый наклон был значимо более отрицательным ($t(4) = -2.78$, $p = .047$, Cohen's $d = 2.08$). Все результаты наклонов регрессионных линий совпали с ожидаемыми наклонами.

Статистический анализ для условия «Лица» показал, что оба наклона для гауссовского распределения были отрицательными ($ts(4) < -5.57$, $ps < .006$, Cohen's $d < 2.5$). Тем не менее они статистически различались друг от друга ($t(4) = -3.42$, $p = .03$, Cohen's $d = 1.88$). Для равномерного распределения оба наклона были отрицательными ($t(4) = -5.42$, $p = .005$, Cohen's $d = 2.42$). Первый наклон был более отрицательным, чем второй ($t(4) = 7.70$, $p = .001$, Cohen's $d = 0.98$). В бимодальном распределении первый наклон не отличался от нуля ($t(4) = -0.61$, $p = .57$, Cohen's $d = 0.27$), тогда как второй наклон был отрицательным ($t(4) = -9.01$, $p < .001$, Cohen's $d = 4.03$). Между собой наклоны различались статистически значимо ($t(4) = 5.21$, $p = .006$, Cohen's $d = 4.05$). Полученные наклоны линий указывают на то, что какая-то информация о распределении извлекается зрительной системой и люди отвечают не случайно. Однако полученные наклоны линий отличались от ожидаемых и были схожи друг с другом, что может говорить либо об отсутствии репрезентации распределений признака, но извлечении низкоуровневых признаков, либо об очень сильной зашумленности репрезентации распределения.

Дополнительно мы сравнили распределения между собой, используя пермутационные тесты. Результаты в условии «Цвета» показали, что гауссовское распределение отличалось от равномерного ($p = .01$) и бимодального ($p = .03$), но равномерное и бимодальное статистически значимо не различались ($p = .416$). Для условия «Лица» были обнаружены различия между бимодальным и гауссовским распределениями ($p = .035$), тогда как равномерное не отличалось от гауссовского и бимодального ($p > .05$).

Обсуждение и выводы

Хотя результаты показывают, что участники репрезентировали распределения цветов, маловероятно, что они репрезентируют распределение эмоциональных экспрессий — в этом случае мы бы наблюдали схожую точность паттерна ответов, как в условии «Цвета». При сравнении наклонов линий проведенной сегментированной регрессии мы нашли, что участники следовали паттерну распределений признаков для условия «Цвета». В условии «Лица» наклоны регрессионных линий отличались от ожидаемых, однако паттерн ответов указывает не на случайные ответы в этом условии. Это демонстрирует, что некую информацию о распределении участники извлекали. Однако это оставляет несколько вариантов интерпретаций: а) участники могли действительно извлекать распределение эмоциональных экспрессий, но оно было очень зашумленным; б) их ответы основывались на интерпретации низкоуровневых признаков, а не на зашумленной репрезентации эмоциональных экспрессий. Пермутационный тест подтвердил результаты регрессии, показав, что люди лучше репрезентируют распределения в «Цветах», поэтому регрессион-

ные кривые из разных условий различаются между собой, тогда как в «Лицах» различались лишь результаты максимально контрастных распределений.

С точки зрения модели популяционного кодирования ансамблей (Utochkin et al., 2024), наши результаты указывают на то, что люди основывались на низкоуровневых признаках, чтобы дать отчет о распределении эмоциональных экспрессий, поэтому они не были так точны в ответах, как напрямую о распределении цвета. С другой стороны, репрезентация ансамбля эмоциональных экспрессий может иметь отличающийся механизм от восприятия низкоуровневых признаков (к примеру, цвет), поэтому и быть более зашумленной из-за сложности лиц. Поскольку отдельные лица воспринимаются холистически (Richler et al., 2011) и обрабатываются в высокоуровневых областях зрительной иерархии в коре головного мозга (Kanwisher, Yovel, 2006), то репрезентация распределений эмоциональных экспрессий просто не формируется из-за отсутствия специальных нейронных популяций с маленькими рецептивными полями, чувствительными к эмоциям. Вместо обработки всех лиц зрительная система может распознавать эмоции лишь части лиц из ансамбля, но этого недостаточно для надежной репрезентации распределений.

Таким образом, мы продемонстрировали, что зрительная система может извлекать некоторую информацию о распределении эмоциональных экспрессий, однако вряд ли она может формировать полноценное представление об их распределении из-за комплексности лиц и уровней их обработки в зрительной иерархии.

Литература

Corbett J.E., Utochkin I., Hochstein S. The pervasiveness of ensemble perception: Not just your average review. Cambridge: Cambridge University Press, 2023. <https://doi.org/10.1017/9781009222716>

Hansmann-Roth S., Kristjánsson Á., Whitney D., Chetverikov A. Dissociating implicit and explicit ensemble representations reveals the limits of visual perception and the richness of behavior // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. P. 3899:1 – 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83358-y>

Kanwisher N., Yovel G. The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2006. Vol. 361. No. 1476. P. 2109 – 2128. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1934>

Khvostov V., Kristjánsson A., Asgeirsson A. G. Explicit access to detailed feature distribution representations // PsyArXiv. 2024. <https://doi.org/10.31234/osf.io/vt98a>

Luck S.J., Vogel E.K. Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences // Trends in Cognitive Sciences. 2013. Vol. 17. No. 8. P. 391 – 400. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.006>

Richler J.J., Cheung O.S., Gauthier I. Holistic processing predicts face recognition // Psychological Science. 2011. Vol. 22. No. 4. P. 464 – 471. <https://doi.org/10.1177/0956797611401753>

Utochkin I.S., Choi J., Chong S.C. A population response model of ensemble perception // Psychological Review. 2024. Vol. 131. No. 1. P. 36 – 57. <https://doi.org/10.1037/rev0000426>

Witzel C., Gegenfurtner K.R. Categorical sensitivity to color differences // Journal of Vision. 2013. Vol. 13. No. 7. P. 1:1 – 33. <https://doi.org/10.1167/13.7.1>

CAN THE VISUAL SYSTEM REPRESENT DISTRIBUTION OF EMOTIONAL FACIAL EXPRESSIONS?

D. Koch* (1), V. Khvostov (2)

kochdcs@gmail.com

1 – HSE University, Moscow;

2 – The Ohio State University, Columbus, USA

Abstract. Ensemble perception is the ability of the visual system to extract summary statistics about a group of objects. Recent studies have shown that we have explicit access to feature distribution representation of low-level features. So far, it is unknown whether there exists explicit access to distribution representation of high-level features, such as faces. We conducted an experiment to elucidate whether people have access to information regarding high-level features in addition to low-level features. Participants underwent two experimental sessions, where an ensemble of either color circles or facial expressions was presented. Participants were asked to report the frequency of the test stimulus occurrence in the previously presented ensemble. In the colors condition, segmented regression demonstrated that participants followed the pattern of the presented distributions precisely, whereas in the faces condition, their response pattern deviated significantly from the pattern of the presented distributions. The lower precision of response patterns in face ensembles compared to colors suggests multiple possible interpretations: a) the visual system forms a feature distribution representation, yet it is highly noisy; or b) the visual system does not represent the distribution of emotional expressions, but we interpret extracted low-level features to form a general impression about feature distribution.

Keywords: ensemble perception, face perception, feature distribution, emotion perception, summary statistics

This research is supported by the Basic Research Program of HSE University.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ БУКВ У ВЗРОСЛЫХ МЕТОДОМ БЫСТРОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Е. В. Кочеткова* (1), Д. Г. Костанян (2), О. В. Мартынова (1), О. В. Сысоева (1, 2)
k.v.kochetkova@gmail.com

1 — ИВНД и НФ РАН, Москва;

2 — НТУ «Сириус», Федеральная территория «Сириус»

Аннотация. Согласно существующим представлениям, в процесс зрительного восприятия письменного текста вовлекаются системы мозга, связанные с различной избирательной настройкой на характеристики лексической информации, — например, позволяющие отличать буквы среди других графических символов (*coarse tuning*) или среди букв, имеющих другую пространственную ориентацию (*fine tuning*). Экспериментальный метод быстрой периодической зрительной стимуляции (*fast periodic visual stimulation*) в настоящее время успешно используется для исследования процессов зрительного восприятия слов, букв или других графических символов. В данной работе проведен сравнительный анализ данных систем у взрослых с использованием МЭГ. Результаты исследования указывают на существование систем избирательной настройки на графические символы родного языка, в том числе способности к различению букв в зависимости от их ориентации. Дискриминационный ответ в пространстве источников был локализован в затылочных, нижнетеменных и нижневисочных областях обоих полушарий. В то же время сопоставление условий, характеризующих различную степень дифференциации лексических символов (буквы родного языка среди букв иностранного алфавита, перевернутые буквы среди верно ориентированных), не позволяет выделить специфическую топографию каждой из систем, что может быть связано с отличиями не только в пространственном, но и во временном аспекте механизмов кодирования.

Ключевые слова: быстрая периодическая зрительная стимуляция (FPVS), МЭГ, зрительное восприятие букв, ориентация букв, дискриминационный ответ

Исследование осуществлено при поддержке гранта РНФ № 23-78-00011.

Введение

В настоящее время предполагается существование иерархически организованных мозговых систем селективного восприятия лексической информации. Одна из них (система «грубой» настройки, или общей чувствительности к шрифту, *coarse tuning for print*) связана с различением букв или слов родного языка и неязыковых символов (символов псевдошрифтов или цифр) (Lochy et al., 2024). Показано, что формирование системы «грубой» настройки происходит достаточно рано, при знакомстве с алфавитом и овладении базовыми навыками чтения (Maurer et al., 2006). С развитием навыка чтения распознавание знакомых сублексических и лексических стимулов автоматизируется, что связано с формированием системы «тонкой» настройки (*fine tuning*), лежащей,

например, в основе различения строк, составленных из согласных букв, среди слов (Lutz et al., 2024) или букв в определенной пространственной ориентации. Система «грубой» настройки является значительно более изученной (Eberhard-Moscicka et al., 2015), чем механизмы «тонкой».

Перспективным методом для исследования зрительного восприятия языковых символов является метод быстрой периодической зрительной стимуляции (fast periodic visual stimulation / visual frequency tagging) с регистрацией электро- или магнитоэнцефалограммы (Lochy et al., 2024). Экспериментальная задача в рамках данного метода предполагает использование различных базовых и девиантных стимулов, позиция которых определяется целевой частотой стимуляции: например, базовые стимулы появляются с частотой 6 Гц, а девиантные — 1.2 Гц (Rossion et al., 2020). Показано, что способность к различению девиантного и базового стимулов соответствует наличию дискриминационного ответа на частоте девиантной стимуляции (см. обзор Norcia et al., 2015). В рамках данного подхода с использованием ЭЭГ был получен ряд результатов, связанных с особенностью различения отдельных слов, букв, цифр у взрослых (Wang et al., 2021; Lochy et al., 2015) и детей (Lochy, Schiltz, 2019; van de Walle de Ghelcke et al., 2021). Предполагается, что более высокое пространственное разрешение МЭГ позволит получить новые данные о возможной локализации систем, участвующих в зрительном восприятии лексической информации.

Целью работы являлось исследовать мозговые механизмы, связанные со зрительным восприятием буквенных символов в разных контекстах у взрослых.

Методика

В исследовании приняло участие 25 праворуких носителей русского языка без диагностированных неврологических заболеваний (средний возраст 27.0 ± 4.6 , 14 женщин). В качестве стимулов использовались восемь букв кириллического алфавита (А, Л, К, З, В, Р, Я, Ч), восемь букв грузинского алфавита (ზ, ბ, გ, დ, თ, ე, ი, ჟ) и перевернутые на 180° буквы русского алфавита. Экспериментальная задача состояла из блоков, отличающихся базовыми и девиантными категориями стимулов. Блок GinR (Georgian in Russian): базовые стимулы — буквы русского алфавита, девиантные стимулы — грузинские буквы; linR (Inverted in Russian): буквы русского алфавита — перевернутые буквы русского алфавита; RinG (Russian in Georgian): грузинские буквы — буквы русского алфавита; RinI (Russian in Inverted): перевернутые буквы русского алфавита — буквы русского алфавита. Стимулы из базовой категории предъявлялись с постоянной частотой 6 Гц (6 стимулов в секунду), а каждым пятым стимулом предъявлялся стимул девиантной категории (частота предъявления девиантного стимула $6 \text{ Гц} / 5 = 1.2 \text{ Гц}$). Таким образом, стимульная последовательность имела структуру BBBBDBBBBD, где В — базовый стимул, D — девиантный. Длительность каждого блока составляла 120 с.

Исследование было выполнено на уникальной научной установке «Центр нейрокогнитивных исследований (МЭГ-Центр)» МГППУ. Данные МЭГ регистрировались по 306 каналам (102 магнитометра, 204 планарных градиометра) на установке Elekta Neuromag (частота дискретизации 1000 Гц). Предобработ-

ка данных включала фильтрацию в диапазоне 0.1–100 Гц и заградительный фильтр для исключения промышленной частоты (50 Гц), идентификация плохих каналов была проведена вручную. Обработка данных проводилась с использованием MNE Python. Расчет значений амплитуды вызванного ответа в пространстве источников проводился с использованием индивидуальных данных MPT, с использованием метода наименьшей нормы для решения обратной задачи МЭГ. С помощью быстрого преобразования Фурье (частотное разрешение $1/120 \text{ с} = 0.0083 \text{ Гц}$) рассчитывались суммарные (целевой частоты и первых девяти гармоник) нормализованные z -значения соотношения сигнал/шум (SNR) для девиантной и базовой частоты, следуя алгоритмам расчета, описанным в работах (Hauk et al., 2025; Rossion, 2020). Сравнение условий проводилось с использованием пермутационного кластерного t -теста (число пермутаций $n = 10000$, пороговый уровень значимости формирования кластеров $p = .001$, рассматривались кластеры, соответствующие пороговому уровню значимости $\text{cluster}_p = .05$).

Результаты

Анализ амплитудных спектров свидетельствует о наличии значимого дискриминационного ответа на частоте девиантной стимуляции (суммарные z -значения для целевой частоты (1.2 Гц) и первых девяти гармоник) для всех рассматриваемых условий в затылочных, нижнетеменных и нижневисочных областях обоих полушарий.

При сопоставлении условий, соответствующих «грубой» и «тонкой» настройке: GinR vs linR, RinG vs Rinl — были выявлены значимые кластеры в обоих случаях, при более высоких значениях амплитуды в блоках, где буквы русского алфавита противопоставлялись иностранным («грубая» настройка). Результаты сопоставления условий, где русские буквы использовались как базовые стимулы (GinR vs linR), выявили значимые кластеры в нижневисочной области и веретенообразной извилине, соответствующей области зрительного восприятия слов (VWFA) (BA19, BA37) в левом полушарии; в средневисочной, височно-затылочной (BA19, BA39), верхневисочной областях (BA21/22) и веретенообразной извилине (BA37) правого полушария. При сопоставлении условий, в которых буквы русского алфавита использовались как девиантные стимулы (RinG vs Rinl), выявлены кластеры в нижневисочной и височно-затылочной области (BA19/21) в левом полушарии, а также кластеры в нижневисочной области, включая веретенообразную извилину (BA19, BA37), и во внутренней шпорной коре (BA23).

Сопоставление контрбалансных условий — Rinl vs linR и RinG vs GinR — не показало кластеров со значимыми различиями.

Обсуждение и выводы

Полученные данные о локализации дискриминационных ответов несколько отличаются от результатов, приведенных в предыдущих работах с использованием ЭЭГ, показавших преимущественно левополушарную латерализацию ответов на речевые стимулы (например, Lochy, Schiltz, 2019),

однако согласуются с описанными ранее в литературе результатами по зрительному восприятию слов, в которых локализация ответов могла наблюдаться билатерально (Hauk et al., 2025; De Rosa et al., 2022). Таким образом, нам удалось обнаружить билатеральные структуры, связанные с дифференциацией букв родного языка от букв иностранного («грубая» настройка на буквы). При этом структуры, ассоциированные с дискриминационным ответом, не различались в зависимости от того, какие категории стимулов использовались в качестве базовых и девиантных. Это может свидетельствовать о том, что наблюдаемый дискриминационный ответ связан с общей реакцией на различение, а не с реакцией на конкретный тип стимула.

Наличие дискриминационного ответа в условиях, где буквы русского алфавита противопоставлялись перевернутым русским буквам (Rinl и linR), позволяет предположить существование у взрослых, обладающих развитым навыком чтения, системы тонкой настройки на буквы, связанной с ожидаемой ориентацией буквенных символов. Однако полученные результаты не позволяют судить о структурах, специфически связанных только с «тонкой» настройкой на буквы. Согласно полученным результатам, «грубая» настройка ассоциирована с вовлечением более обширных областей коры; значимой активации специфических областей, характерных только для условий «тонкой» настройки, выявлено не было. При этом организация системы «тонкой» настройки может отличаться не только в пространственном, но и во временном аспекте кодирования при обработке зрительной информации (Wang et al., 2021). Изучение временных аспектов «грубой» и «тонкой» настройки на буквы можно выделить как возможное направление дальнейших исследований.

Литература

- De Rosa M., Ktori M., Vidal Y., Bottini R., Crepaldi D. Frequency-based neural discrimination in fast periodic visual stimulation // *Cortex*. 2022. Vol. 148. P. 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.01.005>
- Eberhard-Moscicka A. K., Jost L. B., Raith M., Maurer U. Neurocognitive mechanisms of learning to read: Print tuning in beginning readers related to word-reading fluency and semantics but not phonology // *Developmental Science*. 2015. Vol. 18. No. 1. P. 106–118. <https://doi.org/10.1111/desc.12189>
- Hauk O., Marchise M., Volfart A., Schiltz C., Rossion B., Ralph M. A. L., Lochy A. Word-selective EEG/MEG responses in the English language obtained with fast periodic visual stimulation (FPVS) // *Imaging Neuroscience*. 2025. Vol. 3. P. 414:1–14. https://doi.org/10.1162/imag_a_00414
- Lochy A., Rossion B., Lambon Ralph M., Volfart A., Hauk O., Schiltz C. Linguistic and attentional factors – Not statistical regularities – Contribute to word-selective neural responses with FPVS-oddball paradigms // *Cortex*. 2024. Vol. 173. P. 339–354. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2024.01.007>
- Lochy A., Schiltz C. Lateralized neural responses to letters and digits in first graders // *Child Development*. 2019. Vol. 90. No. 6. P. 1866–1874. <https://doi.org/10.1111/cdev.13337>
- Lochy A., Van Belle G., Rossion B. A robust index of lexical representation in the left occipito-temporal cortex as evidenced by EEG responses to fast periodic visual stimulation // *Neuropsychologia*. 2015. Vol. 66. P. 18–31. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.11.007>

Lutz C. G., Coraj S., Fraga-González G., Brem S. The odd one out – Orthographic oddball processing in children with poor versus typical reading skills in a fast periodic visual stimulation EEG paradigm // *Cortex*. 2024. Vol. 172. P. 185 – 203. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.12.010>

Maurer U., Brem S., Kranz F., Bucher K., Benz R., Halder P., Steinhausen H.-C., Brandeis D. Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read // *NeuroImage*. 2006. Vol. 33. No. 2. P. 749 – 758. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.06.025>

Norcia A. M., Appelbaum L. G., Ales J. M., Cottareau B. R., Rossion B. The steady-state visual evoked potential in vision research: A review // *Journal of Vision*. 2015. Vol. 15. No. 6. P. 4:1 – 46. <https://doi.org/10.1167/15.6.4>

Rossion B., Retter T. L., Liu-Shuang J. Understanding human individuation of unfamiliar faces with oddball fast periodic visual stimulation and electroencephalography // *European Journal of Neuroscience*. 2020. Vol. 52. No. 10. P. 4283 – 4344. <https://doi.org/10.1111/ejn.14865>

van de Walle de Ghelcke A., Rossion B., Schiltz C., Lochy A. Developmental changes in neural letter-selectivity: A 1-year follow-up of beginning readers // *Developmental Science*. 2021. Vol. 24. No. 1. P. 12999:1 – 17. <https://doi.org/10.1111/desc.12999>

Wang F., Kaneshiro B., Strauber C., Hasak L., Nguyen Q., Yakovleva A., Vildavski V., Norcia A., McCandliss B. Distinct neural sources underlying visual word form processing as revealed by steady state visual evoked potentials (SSVEP) // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. No. 1. P. 18229:1 – 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95627-x>

VISUAL LETTER RECOGNITION IN ADULTS: FAST PERIODIC VISUAL STIMULATION PARADIGM

E. V. Kochetkova* (1), D. G. Kostanian (2), O. V. Martynova (1), O. V. Sysoeva (1, 2)
k.v.kochetkova@gmail.com

1 – Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow;
 2 – «Sirius» University, Federal Territory «Sirius»

Abstract. Growing evidence suggests that visual word perception is supported by systems characterized by opportunities to differentiate features of lexical information, such as distinguishing letters from other orthographic symbols (“coarse” tuning) or differentiating letters in an inverted orientation (“fine” tuning). The fast visual periodic stimulation oddball paradigm, accompanied by EEG or MEG recording, has been successfully used to study the neural basis of visual word and orthographic perception. In the current work, we used MEG to investigate differences in the neural underpinnings of the systems of coarse and fine tuning in adults. Our results support the evidence for both systems differentiating orthographic symbols from other symbols and the system for fine tuning for letter orientation. The discriminative responses in source space for all conditions were localized in the lateral occipital, inferior parietal, and inferior temporal areas bilaterally. However, the comparisons between conditions of coarse and fine tuning (letters in a string of foreign letters and letters in a string of inverted letters) do not allow us to reveal specific spatial patterns of the systems for coarse and fine tuning, which may be due to differences not only in spatial but also in temporal aspects of the encoding mechanisms.

Keywords: fast periodic visual stimulation (FPVS), MEG, visual letter perception, letter orientation sensitivity, discrimination response

This research is supported by Russian Science Foundation grant number 23-78-00011.

БОЛЕЕ НИЗКАЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНОСТЬ НАРРАТИВОВ КАК ОСОБЕННОСТЬ РАССТРОЙСТВ ШИЗОФРЕНИЧЕСКОГО СПЕКТРА

М. С. Кравчук

kravchukmariia@mail.ru

МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. Расстройства шизофренического спектра характеризуются нарушениями речи, одним из которых является уменьшение объема передаваемой в ней релевантной информации. В данном исследовании проверена гипотеза о снижении содержательности нарративов, полученных при комментировании (репортаже) и пересказе «Фильма о грушах» У. Чейфа (1980), у юношей 16 – 24 лет с диагнозами «Шизофрения» или «Шизотипическое расстройство» в сравнении с контрольной группой юношей того же возраста без психических заболеваний. В качестве параметра, отражающего содержательность нарративов, были рассмотрены динамические описания — описания действий и событий фильма, продолжительность которых больше 1 с (всего 86 динамических описаний). Статистический анализ проводился отдельно для репортажей и пересказов. Результаты показали, что у испытуемых с шизофренией меньше динамических описаний, чем у испытуемых из контрольной группы, что свидетельствует о меньшей подробности их нарративов. Пациенты с шизотипическим расстройством в репортажах демонстрируют существенную вариативность в количестве использованных динамических описаний, что не позволяет достоверно отличить их от испытуемых из других групп, а в пересказах по своим результатам приближаются к пациентам с шизофренией. В работе также присутствует анализ тех динамических описаний, которые в наибольшей степени различались у разных групп по количеству использовавших их испытуемых.

Ключевые слова: нарратив, шизофрения, шизотипическое расстройство, дискурс, рождение речи

Введение

Нарушения речи — характерный симптом расстройств шизофренического спектра. Одно из таких нарушений связано с содержанием речи. Так, анализ встречаемости параметров из шкалы Thought, Language, and Communication, разработанной для оценки речевой деятельности людей с расстройствами мышления, показал, что при шизофрении часто встречаются бедность речи и бедность содержания речи (Andreasen, 1979). Первый из этих параметров описывает речь как очень краткую, без дополнительной информации, а второй — как несодержательную, слишком конкретную или слишком абстрактную, не отвечающую поставленной задаче (например, ответу на вопрос) (Andreasen,

1986). Данный феномен проявляется, в частности, в порождении нарративов. В работе (Marini et al., 2008) было показано, что при описании сюжета истории по изображениям тематическая информативность (отношение упомянутых в описании сюжетных пунктов истории ко всем возможным пунктам) у группы пациентов с шизофренией значительно меньше, чем у контрольной. В работе (Chaika, Alexander, 1986) пересказы видеоролика у людей с шизофренией характеризовались меньшим количеством деталей и пропуском важной для сюжета информации, однако статистический анализ не был проведен.

Цель данной работы — количественно оценить содержание нарративов, полученных при комментировании и пересказе видеоролика, у людей с расстройствами шизофренического спектра. Ранее подобные исследования на материале русского языка не проводились. Кроме нарративов людей с диагнозом «Шизофрения», которые изучались в предыдущих исследованиях, мы также будем рассматривать нарративы людей с диагнозом «Шизотипическое расстройство». Наша гипотеза заключается в том, что нарративы клинических групп будут менее подробными, чем нарративы людей без психических расстройств. Кроме того, мы ожидаем, что содержательность нарративов у пациентов с шизофренией будет ниже, чем у пациентов с шизотипическим расстройством, так как те симптомы, которые являются общими для этих расстройств, проявляются у пациентов с шизофренией в большей степени (Stone et al., 2020).

Методика

В исследовании приняли участие юноши 16–24 лет с диагнозами «Шизотипическое расстройство» (20.1 ± 2.29 года, $n = 15$) и «Шизофрения» (с манифестным психотическим приступом, 20.3 ± 2.09 года, $n = 15$), F21 и F20 по Международной классификации болезней 10-го пересмотра соответственно. Клинические группы были собраны на базе ФГБНУ «Научный центр психического здоровья». Исследование проводилось при выписке пациентов. Контрольная группа состояла из 15 добровольцев того же пола и возраста без психических заболеваний (19.3 ± 1.54 года).

В качестве стимульного материала использовался «Фильм о грушах» У. Чейфа (Chafe, 1980). Испытуемые должны были сначала смотреть фильм, подробно комментируя происходящее на экране во время просмотра (репортаж), а затем пересказывать. Процесс выполнения этих заданий был записан в аудиоформате. В фильме были выделены все действия; связанные действия, которые можно было назвать одним предложением без потери смысла, были объединены в одно, далее были выбраны те, продолжительность которых больше 1 с. Всего было получено 86 действий, их устные описания мы назвали динамическими описаниями. Количество динамических описаний было выбрано нами в качестве параметра, отражающего содержательность нарративов участников исследования.

Статистическая обработка проводилась с использованием R и RStudio при помощи *H*-критерия Краскела — Уоллиса (для проверки наличия различий между тремя группами) и критерия Манна — Уитни (для попарного сравнения групп).

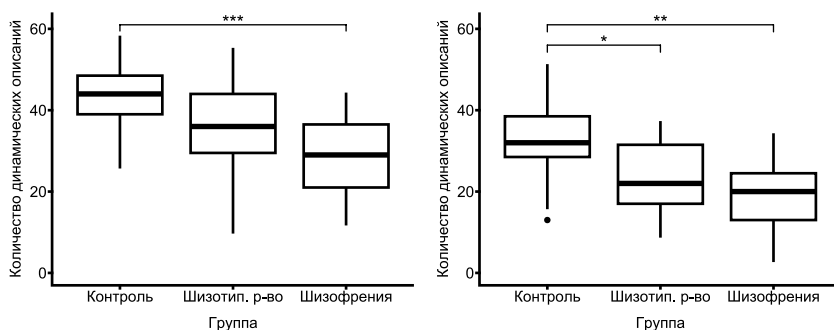


Рисунок 1. Распределение количества динамических описаний в репортажах (слева) и пересказах (справа). Достоверность отличий: * – $p < .05$, ** – $p < .01$, *** – $p < .001$

Результаты

Между группами не было значимых различий по возрасту ($H(2) = 2.452$, $p = .293$). Также не было обнаружено различий в длине репортажей ($H(2) = 5.183$, $p = .07$) и пересказов ($H(2) = 2.528$, $p = .283$), выраженной в количестве элементарных дискурсивных единиц (Рассказы о сновидениях..., 2009). Распределение количества динамических описаний в репортажах и пересказах представлено на диаграммах размаха на рис. 1.

Среднее количество динамических описаний в репортажах составило 43.4 ± 8.57 у группы контроля, 35.9 ± 12.00 у пациентов с шизотипическим расстройством, 28.5 ± 9.93 у пациентов с шизофренией. Статистический анализ с помощью критерия Краскела-Уоллиса показал, что выборки значительно различаются ($H(2) = 12.9$, $p = .002$). Попарные сравнения подтвердили, что в контрольной группе было значимо больше динамических описаний, чем в группе пациентов с шизофренией ($U = 197.5$, $p < .001$).

Среднее количество динамических описаний в пересказах каждой из групп оказалось меньше, чем в репортажах, и составило 32.5 ± 9.7 у группы контроля, 23.7 ± 8.3 у пациентов с шизотипическим расстройством, 19.3 ± 9.1 у пациентов с шизофренией. Статистический анализ также показал значимость различий между группами ($H(2) = 11.0$, $p = .004$). Попарные сравнения подтвердили, что у контрольной группы динамических описаний значимо больше, чем у группы пациентов с шизотипическим расстройством ($U = 167.0$, $p = .025$) и у группы пациентов с шизофренией ($U = 188.0$, $p = .002$).

Для каждого динамического описания нами также были проанализированы доли испытуемых, назвавших его, в каждой из групп. В табл. 1 мы приводим те описания, которые в наибольшей степени различались у разных групп по количеству использовавших их испытуемых.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты подтверждают первую из выдвинутых гипотез: пациенты с шизофренией значимо отличаются от контрольной

Таблица 1. Динамические описания, для которых доля упомянувших их испытуемых различается между контрольной и хотя бы одной из клинических групп как в репортажах, так и в пересказах не менее чем на .40

Динамическое описание		Контроль	Шизотипическое расстройство	Шизофрения
«Мужчина забирается по лестнице обратно на дерево» (1:15 – 01:23)	Репортаж	.80	.67	.40
	Пересказ	.73	.27	.27
«У мальчика с головы слетает шляпа» (3:21 – 3:22)	Репортаж	1.00	.40	.40
	Пересказ	.93	.53	.40
«Три мальчика идут по дороге» (4:13 – 4:18)	Репортаж	.73	.40	.27
	Пересказ	.73	.27	.20
«Мальчик с ракеткой видит на дороге шляпу и поднимает ее» (4:28 – 4:31)	Репортаж	.87	.73	.47
	Пересказ	.93	.60	.53
«Три мальчика идут по дороге» (5:06 – 5:14)	Репортаж	.80	.80	.33
	Пересказ	.67	.40	.13

Примечание: в скобках после динамического описания указано время (начало – конец) соответствующего действия в фильме; полужирным выделены значения, отличающиеся от значений группы контроля не менее чем на .40.

группы по количеству упомянутых динамических описаний в меньшую сторону как при репортаже, так и при пересказе. При этом длина нарративов у данной группы не уменьшается. Это свидетельствует о том, что у пациентов с шизофренией снижена содержательность и подробность речи. Группа пациентов с шизотипическим расстройством в репортажах характеризуется большим разбросом значений, что не позволяет достоверно отличить ее от других групп. В то же время в пересказах эта группа демонстрирует меньшую вариативность в количестве использованных динамических описаний и значимо отличается по этому показателю от контрольной группы, но не от группы пациентов с шизофренией. Такое различие между результатами можно объяснить особенностью двух заданий, для выполнения которых требуется задействовать разные когнитивные процессы. В частности, при пересказе испытуемым необходимо держать в памяти сюжет фильма. При шизофрении и шизотипическом расстройстве наблюдаются нарушения памяти, которые могут объяснять схожесть результатов этих двух групп при выполнении данного задания.

В список динамических описаний, наиболее различающихся у групп по количеству назвавших их испытуемых, попали эпизоды с потерей и обнаружением шляпы. Несмотря на то, что эти эпизоды являются важными для логичного поведения, испытуемые из клинических групп (особенно из группы пациентов с шизофренией) часто не заостряют на них внимание. Возможное объяснение заключается в том, что потеря шляпы может интерпретироваться как неважная деталь, к тому же в эпизоде с падением и потерей шляпы события сменяются быстро, из-за чего пациенты с психическими расстройствами могут испытывать сложности с удержанием внимания сразу на нескольких элементах и их описании. Другие различающиеся по частоте динамические описания относятся к фоновым сценам, переходным между важными сюжетными моментами. То, что испытуемые из клинических групп склонны опускать или не замечать их, согласуется с нашей гипотезой о меньшей подробности их речи.

Выявленные особенности шизофрении и шизотипического расстройства могут быть полезны для диагностики этих заболеваний и дальнейших исследований в данной области.

Литература

Рассказы о сновидениях: Корпусное исследование устного русского дискурса / Под ред. А. А. Кибрика, В. И. Подлесской. М.: Языки славянских культур, 2009.

Andreasen N. C. Thought, language, and communication disorders: II. Diagnostic significance // Archives of General Psychiatry. 1979. Vol. 36. No. 12. P. 1325–1330. doi.org/10.1001/archpsyc.1979.01780120055007

Andreasen N. C. Scale for the Assessment of Thought, Language, and Communication (TLC) // Schizophrenia Bulletin. 1986. Vol. 12. No. 3. P. 473–482. doi.org/10.1093/schbul/12.3.473

Chafe W. L. The pear stories: Cognitive, cultural, and linguistic aspects of narrative production. Norwood, New Jersey: Ablex, 1980.

Chaika E., Alexander P. The ice cream stories: A study in normal and psychotic narrations // Discourse Processes. 1986. Vol. 9. No. 3. P. 305–328. doi.org/10.1080/01638538609544645

Marini A., Spoletini I., Rubino I. A., Ciuffa M., Bria P., Martinotti G., Banfi G., Boccascino R., Strom P., Siracusano A., Caltagirone C., Spalletta G. The language of schizophrenia: An analysis of micro and macrolinguistic abilities and their neuropsychological correlates // Schizophrenia Research. 2008. Vol. 105. No. 1–3. P. 144–155. doi.org/10.1016/j.schres.2008.07.011

Stone W. S., Faraone S. V., Tsuang M. T. Schizoaffective and schizotypal disorders/acute and transient psychotic disorders // New Oxford Textbook of Psychiatry / J. R. Geddes, N. C. Andreasen, G. M. Goodwin (Eds.). Oxford, UK: Oxford University Press, 2020. P. 609–618. doi.org/10.1093/med/9780198713005.001.0001

REDUCED AMOUNT OF NARRATIVE CONTENT AS A FEATURE OF SCHIZOPHRENIA SPECTRUM DISORDERS

M. S. Kravchuk

kravchukmariia@mail.ru

Moscow State University, Moscow

Abstract. Schizophrenia spectrum disorders are characterized by language impairments, including a reduction in the amount of relevant information conveyed. This study tests the hypothesis that the content of narratives obtained from reportage and retellings of “The Pear Film” by W. Chafe (1980) is diminished among young men aged 16–24 with schizophrenia or schizotypal disorder compared to a control group. Dynamic descriptions were considered a parameter that reflects the amount of narrative content. They correspond to descriptions of actions and events from the film that last more than 1 second (a total of 86 dynamic descriptions). Statistical analysis conducted separately for reportage and retellings showed that participants with schizophrenia used fewer dynamic descriptions compared to the control group, suggesting a lack of detail in their narratives. Patients with schizotypal disorder show a wide range of variability in the number of dynamic descriptions in reportage, making it difficult to reliably distinguish this group from the others. In retellings, the results of this group were closer to those of the schizophrenia patients. The paper also includes an analysis of those dynamic descriptions that varied the most across different groups in terms of how many participants mentioned them.

Keywords: narrative, schizophrenia, schizotypal disorder, discourse, speech production

ВОСПРИЯТИЕ МЕСТА ОСТАНОВКИ ДВОЙСТВЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В УСЛОВИИ БЕТА-ДВИЖЕНИЯ

М. И. Куприянова

mkupriyanova.psy@gmail.com

ИМЧ им. Н. П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Настоящее исследование посвящено проверке гипотезы о влиянии неосознаваемых значений многозначных изображений на широту диапазона оценок при определении места его остановки при бета-движении по кругу, то есть когда стимул последовательно появляется на 12 расположенных по кругу позициях. В рамках данного исследования сравнивались диапазоны оценок в определении места остановки изображения при двух условиях: двойственности и однозначности стимула-персонажа. Выборку составили 40 человек. Было обнаружено, что диапазон оценок в определении места остановки персонажа значимо меньше в условии двойственности, нежели в условии однозначности ($t(9) = -2.495$, $p = .034$). Значимыми также оказались различия между типами ошибок: в условии неосознанной двойственности участники чаще случайного отмечали, что изображение остановилось раньше, чем оно остановилось на самом деле ($\chi^2(4) = 10.494$, $p = .047$). По результатам исследования удалось обнаружить свидетельства в пользу гипотезы — наличие негативного выбора (неосознаваемого значения) обусловило сужение диапазона оценок.

Ключевые слова: сознание, негативный выбор, двойственные изображения, диапазон эквивалентности, бета-движение

Исследование поддержано грантом РНФ (проект № 25-18-01119).

Введение

Существует широкий круг концепций, объясняющих процесс восприятия многозначного стимульного материала (как вербального, так и невербального; например, омонимы или знаменитый куб Неккера). Есть несколько представлений о том, как происходит переработка многозначного стимула и выбор одного из его значений. Согласно гипотезе исчерпывающего доступа (exhaustive access hypothesis; Onifer, Swinney, 1981), изначально автоматически активируются все значения многозначного объекта, после чего заданный ситуацией контекст усиливает активацию наиболее релевантного значения. Напротив, другая сторона считает (Was, 2011), что вначале действительно происходит автоматическая актуализация всех значений, после чего альтернативные, иррелевантные значения активно тормозятся. Третья гипотеза подчеркивает активный характер сознания в работе над многозначностью. Согласно данной гипотезе, механизм сознания делает выбор, что осознавать, а что — нет, и маркирует этот выбор как позитивный и негативный соответственно (Аллахвердов, 2021). Свидетельством в пользу гипотезы служит массив эмпирических данных как на психофизиологическом уровне (Mayr, Buchner, 2007; Филиппова, 2016), так и на поведенческом (Tipper, 2001).

Еще одной категорией коррелятов негативно выбранной информации выступают ассоциации. Качественный характер влияния негативного выбора на ассоциации проявляется в том, что черты, присущие негативно выбранному значению, определенным образом находят свое отражение в сознательной деятельности субъекта (Аллахвердов, 2021). Количественный характер влияния негативного выбора на ассоциации заключается в сужении ассоциативного поля позитивно выбранного значения, то есть его диапазона эквивалентности (Филиппова, Аллахвердов, 2020; Филиппова, Дорофеева, 2023). Однако характер влияния неосознанных значений на характеристики, не связанные непосредственно со значением, но имеющие отношение к его перцептивным свойствам, остается неопределенным. К таким характеристикам, например, относится местоположение объекта в пространстве. В экспериментальных условиях проверить влияние негативного выбора на оценку местоположения объекта представляется возможным с помощью феномена бета-движения — когда неподвижный стимул предъявляется прерывисто и последовательно, что воспринимается как его движение, но на самом деле является иллюзией движения. Данная процедура позволит приблизить экспериментальные условия к реальным, где движение объектов не ограничивается ситуацией эксперимента.

Гипотеза настоящего исследования: наличие негативно выбранного (неосознанного) значения двойственного изображения обуславливает сужение диапазона оценок в определении местоположения (более узкую локализацию) двойственного стимула.

Методика

В эксперименте приняли участие 40 человек (30 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 18 до 65 лет ($M = 35$, $SD = 12$) с нормальным или скорректированным до нормы зрением. Стимульный ряд составили 10 двойственных рисунков и 10 их однозначных аналогов с изображенными на них одушевленными персонажами (рис. 1). На изображениях однозначных аналогов голова одних персонажей была направлена влево (5 персонажей), других — вправо (5 персонажей). Был использован внутригрупповой дизайн с сериями временных выборок (исследование с одной группой и двумя эквивалентными выборками ситуаций: в одной участнику предъявляется двойственное изображение, в другой — его однозначный аналог).

Стимулы предъявлялись участнику на экране компьютера (частота обновления экрана 300 Гц). На экране 12 кружков серого цвета размером 16×16 пикселей составляли круг. Изображение (двойственное или однозначное) предъявлялось вместо одного из кружков на 36 миллисекунд, затем то же самое изображение появлялось на месте следующего кружка на окружности. Таким образом, возникала иллюзия движения изображения по окружности (бета-движение). Каждая проба представляла собой следующую последовательность: белый экран (1000 мс); иллюзорное движение изображения по окружности до остановки (в диапазоне от 900 до 1265 мс); задачей участника было отметить место, на котором остановилось изображение, после чего следовал опрос об увиденном на изображении с целью контроля, какое именно значение или значения стиму-

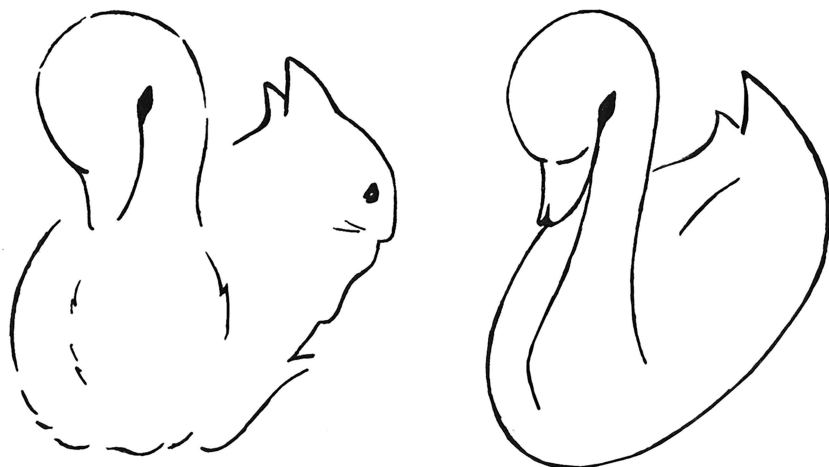


Рисунок 1. Пример стимульного материала: слева — двойственное изображение «Белка-лебедь», справа — его однозначный аналог «Лебедь»

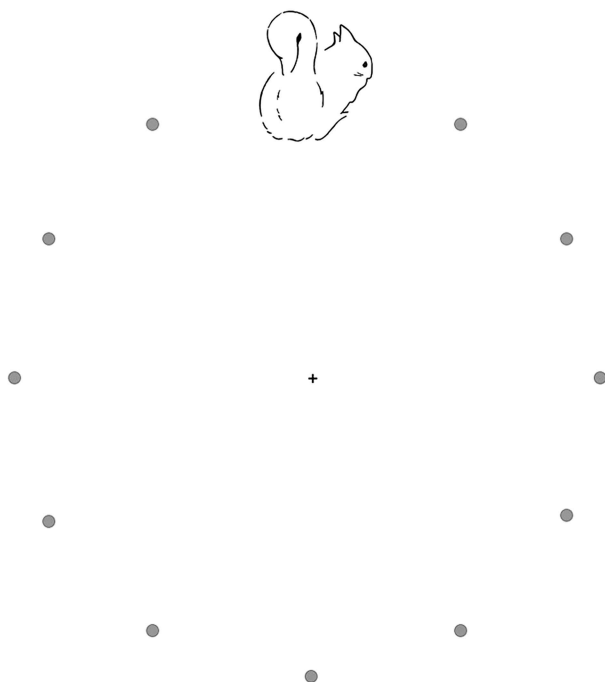


Рисунок 2. Точка начала движения стимула по окружности (по часовой стрелке)

ла осознал участник (время ответа на задания ограничено не было). Движение всех изображений начиналось в верхней точке окружности (на 12 часах; рис. 2). Каждое изображение совершало иллюзорное движение два полных круга и на третьем останавливалось в случайном месте. Изображения из одной пары (двойственное и его однозначный аналог) всегда останавливались в одной и той же позиции. Порядок предъявления стимулов был фиксированным. В качестве независимой переменной выступал тип стимула (однозначность/двойственность), в качестве зависимой – ширина диапазона оценок остановки стимула на окружности (разница между правильным ответом и ответами участников) и его качественные особенности (типы ошибок при оценке остановки стимула).

Участнику предъявлялась следующая инструкция: «Вам будет предъявлено изображение. Затем оно начнет достаточно быстро двигаться по экрану. Ваша задача: 1) назвать увиденное изображение; 2) дать ответ, на каком месте оно остановилось». Затем шли тренировочная (стимулы не входили в набор основной сессии) и основная сессии эксперимента. Ответы на задания испытуемый давал с помощью электронных форм, в которые необходимо было ввести ответ в текстовом и цифровом форматах соответственно. Продолжительность эксперимента составляла около 10 минут.

Результаты

Осознание двойственности было зафиксировано в 5% случаев, полученные данные были исключены из анализа.

Для сравнения диапазона оценок участниками места остановки стимула в трех условиях (однозначность, неосознанная/осознанная двойственность) были использованы t -критерий Стьюдента для зависимых выборок и χ^2 Пирсона.

Влияние негативного выбора на широту диапазона оценок. Данные были усреднены по стимулам. Анализ диапазона оценок показал значимые различия: в условии неосознаваемой двойственности стимула диапазон оценок при определении места остановки изображения меньше, нежели в условии однозначности ($t(9) = -2.495$, $p = .034$). Анализ диапазона оценок при осознанной двойственности (испытуемые отмечали наличие обоих значений стимула) в сравнении с неосознанной двойственностью и однозначностью значимых различий не показал ($t(9) = -1.702$, $p = .127$; $t(8) = 0.916$, $p = .386$), что может быть обусловлено малой долей случаев осознанной двойственности от общего количества ответов (5%).

Влияние негативного выбора на характер оценки. Значимыми также оказались различия между типами ошибок: в условии неосознанной двойственности участники чаще случайного отмечали, что стимул остановился раньше, чем он остановился на самом деле ($\chi^2(4) = 10.494$, $p = .047$). В случае однозначности стимула участники, наоборот, переоценивали место остановки стимула.

Влияние порядка предъявления стимулов на осознание значения. Мы также проверили наличие эффекта последовательности предъявления стимулов двух типов. В случае, когда двойственное изображение предъявлялось после однозначного аналога, участники чаще выбирали из двух значений двойственного изображения то, которое соответствовало ранее предъявленному однозначному аналогу

($\chi^2(1) = 50.428, p < .001$). В случае, когда многозначное изображение предъявлялось первым, оба значения осознавались одинаково часто ($\chi^2(1) = 0.564, p = .453$).

Обсуждение и выводы

По результатам исследования было обнаружено сужение диапазона оценок в определении места остановки для двойственных изображений по сравнению с их однозначными аналогами.

Помимо проверки гипотезы исследования, были также обнаружены следующие закономерности: участники осознавали то значение двойственного изображения, которое соответствовало ранее предъявленному однозначно-му аналогу (что, вероятно, обусловлено последствием позитивного выбора — тенденцией к повторному осознанию ранее осознанного). Направление движения стимула не оказало влияния на осознание значения двойственного изображения — при предъявлении многозначного стимула первым обе интерпретации осознавались одинаково часто.

Таким образом, по результатам настоящего эксперимента удалось найти свидетельства в пользу гипотезы исследования: в условиях неосознанной двойственности имеет место сужение диапазона оценок места остановки двойственного изображения. Полученные данные согласуются с более ранними работами и усиливают эмпирическую базу вышеизложенного теоретического положения — неосознанные значения обуславливают конкретизацию выбранных для осознания значений.

Литература

Аллахвердов В. М. Сознание как парадокс. Экспериментальная психология. Собрание сочинений в семи томах. Том 2. СПб.: Владимир Даль, 2021.

Филиппова М. Г. Неосознаваемая двойственность изображений: экспериментальные проявления негативного выбора // Петербургский психологический журнал. 2016. № 16. С. 1 – 12.

Филиппова М. Г., Аллахвердов В. М. Конкретизация выбранного смысла в процессе восприятия двойственных изображений // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2020. Т. 17. № 2. С. 356 – 366. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2020-2-356-366>

Филиппова М. Г., Дорофеева Л. А. Влияние эмоциональной оценки двойственного логотипа на последствие его фигуры и фона // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2023. Т. 20. № 2. С. 386 – 399. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-2-386-399>

Mayr S., Buchner A. Negative priming as a memory phenomenon // Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology. 2007. Vol. 215. No. 1. P. 35 – 51. <https://doi.org/10.1027/0044-3409.215.1.35>

Onifer W., Swinney D. A. Accessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency of meaning and contextual bias // Memory & Cognition. 1981. Vol. 9. No. 3. P. 225 – 236. <https://doi.org/10.3758/bf03196957>

Tipper S. P. Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views // The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A. 2001. Vol. 54. No. 2. P. 321 – 343. <https://doi.org/10.1080/713755969>

Was C. A. Inhibition of ambiguous word activation in the context of a working memory task // International Journal of Linguistics. 2011. Vol. 3. No. 1. P. E6: 1 – 21. <https://doi.org/10.5296/ijlv3i1.607>

FINDING THE DUAL IMAGE STOP POINT LOCALIZATION DURING BETA MOTION

M. I. Kupriyanova

mkupriyanova.psy@gmail.com

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Abstract. The present study is devoted to testing a hypothesis about the influence of unconscious values of ambiguous images on the breadth of the estimate range when determining the image's stopping point during beta movement in a circle—that is, when the stimulus appears sequentially at 12 positions arranged in a circle. Within the framework of this study, the ranges of estimates in determining the place of stopping under two conditions were compared: ambiguity and unambiguity of the stimulus character. The sample consisted of 40 people. The range of estimates in determining the character's stopping place was found to be significantly smaller in the ambiguity condition than in the unambiguity condition ($t(9) = -2.495$, $p = .034$). The differences between the types of errors also turned out to be significant: in the condition of unconscious duality, participants were more likely to randomly note that the image stopped earlier than it actually stopped ($\chi^2(4) = 10.494$, $p = .047$). The results of the study provide evidence in favor of the hypothesis that the presence of a negative choice (an unconscious value) caused a narrowing of the range of estimates.

Keywords: consciousness, negative choice, ambiguous images, equivalence range, beta movement.

This research is supported by the Russian Science Foundation (Project No. 25-18-01119).

ЧУВСТВО ПРАВИЛЬНОСТИ И СКОРОСТЬ ОТВЕТА В МЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ

К. А. Курбанов*, В. Ф. Спиридонов
kurbanov-ka@mail.ru
РАНХиГС, Москва

Аннотация. В настоящей работе изучается конфликт интуиции и науки на материале задач оценки истинности логических посылок и оценивается влияние конфликта на оценки правильности собственных ответов. Использовался стимульный материал, типичный для исследований ментальных моделей: интуитивные, контринтуитивные и нейтральные утверждения, которые принимали четыре формы логического вывода: (1) *modus ponens*, (2) *modus tollens*, (3) подтверждение следствия, (4) отрицание antecedента, два первых из которых являются корректными, а последние два — ошибочными. В исследовании приняли участие 27 испытуемых. Было обнаружено, что тип стимула (интуитивный vs контринтуитивный) никак не влиял на оценки правильности ответа и вероятность верного ответа. Значимым фактором являлся только тип логического вывода. Полученные данные частично подтверждают гипотезу о роли логической структуры задачи в возникновении когнитивного конфликта и изменении ответа, но не поддерживают предположение о конфликте интуиции и науки при оценках истинности логических посылок.

Ключевые слова: ментальные модели, интуиция, наивные теории, метапознание, чувство правильности, когнитивный конфликт

Введение

В исследованиях ментальных моделей обнаружено, что оценка истинности утверждений типа «кораллы живые» занимает у испытуемых больше времени и приводит к большему числу ошибок по сравнению с утверждениями «тигры живые» (Shtulman, Valcarcel, 2012). Причем данный эффект воспроизводится на выборке как студентов, так и экспертов в предметной области (Shtulman, Harrington, 2016). Объяснение подобных наблюдений сводится к предположению о наличии когнитивного конфликта между интуитивными и научными теориями в сознании одного человека. Оценка истинности утверждения «тигры живые» активирует как интуитивные, так и научные представления, которые согласуются друг с другом и ведут к быстрому ответу «да». В случае утверждения «кораллы живые» возникает конфликт: интуитивные представления подсказывают, что утверждение неверно, тогда как научные знания указывают на правильность утверждения, что приводит к увеличению времени проверки и росту количества ошибок. Однако остается открытым вопрос, какие именно когнитивные процессы лежат в основе разрешения этого конфликта — например, требуется ли здесь подавление интуитивного ответа, осуществляется ли дополнительная проверка содержания или активируется

метакогнитивный контроль. Таким образом, время реакции указывает на наличие конфликта, но не раскрывает его внутреннюю структуру.

Один из способов изучить когнитивный конфликт основан на методике двойного ответа (two-response paradigm). Используемый методический прием основан на теориях двойного процесса (dual process theory), которые постулируют существование двух разных типов переработки информации: системы 1 и системы 2 (De Neys, 2014). Предполагается, что в условиях достаточного количества времени для решения и сомнения в корректности ответа, сгенерированного системой 1, в работу включается система 2, которая приводит к корректному ответу. В экспериментах такая схема реализована так: один и тот же испытуемый дает два ответа для одного и того же стимула, при этом дается инструкция в первый раз отвечать первое, что пришло на ум. Оговаривается, что затем будет предоставлена возможность ответить еще раз, имея достаточное время для обдумывания. Таким образом, первый ответ испытуемого реализуется работой системы 1, а второй ответ — системой 2 (Thompson, Johnson, 2014).

Мы предположили, что использование методики двойного ответа при оценке истинности утверждений, связанных с интуитивными теориями, позволит уточнить характер когнитивного конфликта между интуицией и научным знанием. Если контринтуитивные утверждения (например, «кораллы живые») приводят к увеличению времени ответа и росту количества ошибок, то можно ожидать, что это также отразится на чувстве правильности ответа и вероятности смены ответа во второй пробе. Таким образом, целью настоящей работы является, с одной стороны, фиксация конфликта интуиции и научного знания на материале задач оценки истинности логических посылок, а с другой стороны — проверка того, отражается ли такой конфликт на чувстве правильности, то есть метакогнитивных оценках. Для проверки предположений мы использовали утверждения из области наивной биологии, варьирующиеся по типу утверждений (интуитивные, контринтуитивные, нейтральные) и типу логического вывода: валидные (*modus ponens* — MP; *modus tollens* — MT) и невалидные (подтверждение следствия — AC; отрицание антецедента — DA). На основе этого были сформулированы следующие гипотезы: (1) оценки чувства правильности будут ниже в тех случаях, когда испытуемые меняют свой первый ответ; (2) ожидается отрицательная взаимосвязь между временем первого ответа и его правильностью (то есть правильные ответы будут быстрее), зависящая от типа утверждения и типа логического вывода; (3) вероятность успешной смены ответа зависит от взаимодействия между типом утверждения и типом логического вывода.

Методы

Выборка составила 27 человек (4 мужчин, $M = 21.7$, $SD = 2.1$). Использовался внутригрупповой экспериментальный план с двумя независимыми переменными: тип утверждения (интуитивный, контринтуитивный, нейтральный) и тип логического вывода (MP, MT, AC, DA). Зависимые переменные: время реакции, ответ (да/нет) и оценка чувства правильности ответа по 7-балльной шкале (1 — угадывание, 7 — точно правильный) для каждого из двух ответов.

Каждому испытуемому предъявлялось 72 утверждения (и 4 тренировочных). Задача — дважды ответить на каждое утверждение: сначала быстро, интуитивно; затем — вдумчиво, без ограничения времени. Цвет шрифта сигнализировал о типе требуемого ответа (зеленый — быстрый, голубой — вдумчивый). Стимулы были рандомизированы. Инструкция для испытуемых: «Дайте первый ответ, который приходит в голову. Отвечайте быстро, время ограничено, и важно не раздумывать долго. Не пытайтесь перепроверить или обдумать ваш первый ответ. У Вас будет возможность дать второй ответ без ограничения времени. Нужно убедиться, что второй ответ логически обоснованный и правильный».

Результаты

На первом этапе проверялось, меняют ли ответ испытуемые во второй пробе, если чувство правильности низкое. Проверка подтвердила, что в такой ситуации испытуемые чаще меняют свой ответ во второй пробе ($W = 29702$, $p < .001$).

Время генерации первого ответа и чувство правильности

Для анализа взаимосвязи между первым ответом и оценкой чувства правильности была построена смешанная регрессионная модель (для этого использовался пакет lme4 из RStudio). В качестве зависимой переменной выступала оценка правильности, фиксированные факторы — время реакции, тип логического вывода, тип утверждения и их взаимодействие. Учитывались также случайные эффекты испытуемых и стимулов. Проверка модели показала, что взаимодействия факторов не наблюдается ($\chi^2(17) = 17.38$, $p = .4$), как и влияния типа утверждения ($\chi^2(2) = 0.15$, $p = .9$). Таким образом, в регрессионную модель вошли только время реакции и тип логического вывода ($\chi^2(3) = 22.32$, $p < .001$).

Время первого ответа отрицательно связано с оценкой правильности ответа ($\beta = -.16$, $SE = 0.02$, $t(1654.6) = -26.8$, $p < .001$). Связь между временем ответа и оценкой правильности также варьировалась в зависимости от типа логического вывода: при сравнении с МР для МТ ($\beta = -.40$, $SE = 0.08$, $t(67.4) = -4.53$, $p < .001$); ДА ($\beta = -.33$, $SE = 0.08$, $t(69.02) = -3.72$, $p < .001$); АС ($\beta = -.14$, $SE = 0.08$, $t(64.9) = -1.67$, $p = .09$).

Аналогично для второго ответа значимым оказался только тип логического вывода ($\chi^2(3) = 20.62$, $p < .001$). Учет в модели типа утверждения не влияет на правильность и скорость второго ответа ($\chi^2(2) = 0.16$, $p = .9$). Время второго ответа было также отрицательно связано с оценкой правильности ответа ($\beta = -.04$, $SE = 0.01$, $t(1668) = -9.28$, $p < .001$). Взаимосвязь между временем ответа и оценкой правильности также варьировалась в зависимости от типа логического вывода: при сравнении с МР для МТ ($\beta = -.36$, $SE = 0.08$, $t(6895) = -4.17$, $p < .001$); ДА ($\beta = -.33$, $SE = 0.09$, $t(6.91) = -3.81$, $p < .001$); АС ($\beta = -.14$, $SE = 0.09$, $t(6.53) = -1.65$, $p = .1$). Таким образом, для связи времени ответа и оценки правильности не наблюдалось взаимодействия типа стимула и типа логического вывода как для первого, так и для второго ответа. Обнаружилось влияние типа логического вывода на связь времени ответа и оценок правильности, что частично согласуется с нашей второй гипотезой.

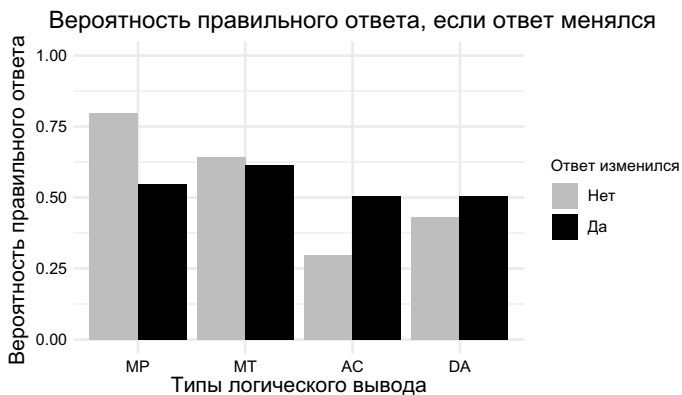


Рисунок 1. Вероятность правильного ответа при сохранении и изменении ответа во второй пробе для разных типов логического вывода. MP – modus ponens, MT – modus tollens, AC – подтверждение следствия, DA – отрицание antecedента

Вероятность правильного ответа и смена ответа

Для анализа того, приводит ли смена ответа к правильному ответу, была построена смешанная регрессионная логистическая модель, где зависимой переменной выступала правильность ответа, а фиксированными факторами – смена ответа, тип логического вывода, тип утверждения. Случайные эффекты – испытуемые и стимулы. Поскольку тип стимула не был значим ($\chi^2(16) = 11.57, p = .7$), в конечной модели (см. рис. 1) в качестве фиксированных факторов учитывались смена ответа, тип логического вывода и их взаимодействие ($\chi^2(3) = 30.57, p < .001$).

Результаты демонстрируют, что если испытуемые не меняли свой первый ответ, то вероятность верного ответа была выше для логического вывода типа modus ponens ($OR = 3.92, 95\% CI [0.99, 1.73]$) по сравнению со сменой ответа ($OR = 1.21, 95\% CI [-0.34, 0.73]$). Для логического вывода типа modus tollens без смены ответа ($OR = 1.78, 95\% CI [0.22, 0.92]$), со сменой ($OR = 1.59, 95\% CI [-0.01, 0.95]$). Для логического вывода типа подтверждение следствия (AC), напротив, смена ответа повышала вероятность верного ответа ($OR = 1.02, 95\% CI [-0.48, 0.53]$) и снижала неверного ($OR = 0.42, 95\% CI [-1.21, -0.50]$). Для логического вывода типа отрицание antecedента смена ответа немного повышала вероятность верного ответа ($OR = 1.02, 95\% CI [-0.48, 0.52]$). Если испытуемые не меняли ответ, то вероятность правильного ответа была ниже ($OR = 0.76, 95\% CI [-0.61, 0.07]$). Такой результат согласуется с последней гипотезой частично.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты частично подтверждают гипотезы о влиянии типа стимула на чувство правильности и вероятность верной смены ответа. Наблюдается эффект для типа логического вывода и оценок правильности, а также для типа логического вывода и вероятности смены ответа на верный. Мани-

пуляция типом стимула не влияла на метакогнитивные оценки ни в одной из наших моделей. Вероятно, что варьирование утверждений типа «у птиц короткие лапки, значит, птицы их удлинят» по четырем типам логических посылок снижало эффект их соответствия интуитивным теориям. Утверждения вроде «кораллы живые» и «тигры живые» представляют собой достаточно простые суждения, которые могут быть быстро обработаны за счет опоры на интуитивное знание. Напротив, утверждения со сложной логической структурой, такие как «у птиц не короткие лапки, значит, птицы их не удлинят», могут требовать дополнительных когнитивных ресурсов — например, для поиска альтернативных антецедентов или ограничивающих условий (Markovits, Quinn, 2002). Это могло влиять на метакогнитивные оценки и на вероятность смены первого ответа на верный во второй пробе. В целом можно заключить, что применение методики двойного ответа оказалось полезным инструментом для оценки влияния различных типов посылок на чувство правильности и вероятность верной смены ответа, но варьирование типа утверждения не оказало ожидаемого влияния.

Литература

De Neys W. Conflict detection, dual processes, and logical intuitions: Some clarifications // *Thinking & Reasoning*. 2014. Vol. 20. No. 2. P. 169–187. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.854725>

Markovits H., Quinn S. Efficiency of retrieval correlates with “logical” reasoning from causal conditional premises // *Memory & Cognition*. 2002. Vol. 30. No. 5. P. 696–706. <https://doi.org/10.3758/bf03196426>

Shtulman A., Harrington K. Tensions between science and intuition across the lifespan // *Topics in Cognitive Science*. 2016. Vol. 8. No. 1. P. 118–137. <https://doi.org/10.1111/tops.12174>

Shtulman A., Valcarcel J. Scientific knowledge suppresses but does not supplant earlier intuitions // *Cognition*. 2012. Vol. 124. No. 2. P. 209–215. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.04.005>

Thompson V. A., Johnson S. C. Conflict, metacognition, and analytic thinking // *Thinking & Reasoning*. 2014. Vol. 20. No. 2. P. 215–244. <https://doi.org/10.1080/13546783.2013.869763>

FEELING OF RIGHTNESS AND RESPONSE TIME IN MENTAL MODELS

K. A. Kurbanov*, V. F. Spiridonov

kurbanov-ka@mail.ru

RANEPA, Moscow

Abstract. The present paper addresses the conflict between intuition and science on the material of tasks that assess the validity of logical premises, and it evaluates the influence of the conflict on assessments of the rightness of one's own answers. We used intuitive, counterintuitive, and neutral statements that took four forms of logical inference: (1) modus ponens (MP), (2) modus tollens (MT), (3) affirmation of the consequence (AC), and (4) denial of the antecedent (DA), the first two of which are correct and the last two of which are incorrect. Such stimulus material is typical for mental models research. Twenty-seven subjects participated in the study. It was found that the type of stimulus (intuitive vs. counterintuitive) had no effect on the estimates of rightness of the answer and the probability of a correct answer. Only the type of logical premise was a significant factor. The obtained data partially support the hypothesis about the role of the logical structure of the task in the cognitive conflict and answer change, but the results do not support the hypothesis about the conflict between intuition and science in assessing the truth of logical premises.

Keywords: mental models, intuition, naive theories, metacognition, feeling of rightness, cognitive conflict

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ЛИЦА ПРИ ЛИЧНОМ ОБЩЕНИИ

А. И. Куренкова* (1, 2), Е. Г. Луныкова (1), Д. Д. Подхалюзина (1)
alexandra_bonar@outlook.com

1 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — МИП, Москва

Аннотация. Традиционно считается, что знакомые лица распознаются эффективнее благодаря обобщенной репрезентации, отражающей инвариантную индивидуальную изменчивость внешности, в отличие от «репрезентации, основанной на изображении». В настоящем эксперименте исследовалось влияние краткого личного общения на формирование обобщенной (структурной) репрезентации лиц. Эксперимент с участием 72 студентов показал, что после двухминутного очного взаимодействия эффективность узнавания по фотографиям, сделанным в день встречи (низкая вариативность), была значимо выше, чем по фотографиям «из жизни» (высокая вариативность), как через день, так и через неделю после эксперимента, однако в обоих случаях она была высокой в сравнении с данными аналогичных исследований. При этом эффективность распознавания со временем не снижалась, а даже возрастала, что свидетельствует о продолжающемся формировании обобщенной репрезентации после личного контакта. Наблюдаемая тенденция отличается от динамики успешности распознавания, полученной в исследованиях, в которых лица заучивались по видео и эффективность их распознавания снижалась с течением времени. Таким образом, личное общение способствует формированию более устойчивой и точной обобщенной репрезентации лица, что подтверждается высоким уровнем распознавания знакомых лиц как по низковариативным, так и по высоковариативным фотографиям спустя неделю после знакомства.

Ключевые слова: заучивание лиц, знакомость, память на лица, распознавание лиц, репрезентация лица

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 25-28-00282 «Влияние различных форм перцептивного опыта на эффективность и окулomotorные характеристики зрительного поиска и распознавания объектов»).

Введение

Более высокую эффективность распознавания знакомых лиц в сравнении с незнакомыми традиционно связывают с формированием обобщенной (структурной) репрезентации, в которой кодируется индивидуальная изменчивость

лица (Young, Burton, 2018). Такая репрезентация противопоставляется «основанной на изображении», то есть сохраняющей конкретный ракурс, особенно-сти освещения, прическу и другие в реальности изменчивые характеристики. О сформированности обобщенной репрезентации в экспериментах свидетельствует точное распознавание людей на фотографиях, значительно отличающихся от заученных.

Известно, что на формирование обобщенной репрезентации влияет перцептивный опыт. Если испытуемые для заучивания используют высоковариативный набор фотографий (например, снятых во время разных событий), они точнее распознают заученных людей на новых фотографиях, нежели испытуемые, которые использовали низковариативный набор (снятых во время одного и того же события, с одинаковым фоном, освещением, прической, макияжем и т.д.) (Ritchie, Burton, 2017). В последнее время в экспериментах с заучиванием лиц моделируются особенности личного взаимодействия людей, например, вводится семантическая и эпизодическая информация о человеке на фотографии, что также повышает эффективность распознавания и приводит к формированию обобщенной репрезентации (Schwartz, Yovel, 2016).

Повышению экологической валидности служит использование при заучивании видео вместо фотографий, в частности сериалов или отрывков из них (Devue et al., 2019). Так, в исследовании К. Ноад и Т. Эндрюса (Noad, Andrews, 2024) в качестве стимулов для заучивания использовались отрывки из неизвестного участникам сериала, после чего замерялась эффективность распознавания актеров по фотографиям из сериала или из жизни. Оказалось, что эффективность распознавания сразу после заучивания была значимо выше по низковариативным фотографиям из сериала, нежели по высоковариативным фотографиям «из жизни». Однако по прошествии месяца распознавание по фотографиям из сериала стало значимо хуже и уже не отличалось от распознавания по фотографиям из жизни. Данный результат свидетельствует о том, что обобщенной репрезентации сформировано не было либо что степень обобщения была низкой.

Но только ли перцептивный опыт и семантическая информация о человеке, которые так или иначе можно свести к продолжительности знакомства, влияют на формирование обобщенной репрезентации? Ряд данных свидетельствует в пользу того, что лично знакомые лица обрабатываются более эффективно, чем лица знаменитостей, которые долгое время находились в фокусе внимания исследователей (Ramon, Gobbini, 2018). Однако, в связи с организационными трудностями, данных в отношении распознавания лично знакомых лиц все еще мало. Мы ожидали, что после короткого личного общения распознавание по фотографиям, снятым в день очной встречи, будет более эффективным, чем по высоковариативным фотографиям «из жизни». Также мы предположили, что со временем эффективность распознавания будет изменяться. С одной стороны, исходя из данных, полученных при заучивании лиц по видео, можно предположить, что эффективность распознавания снизится; с другой стороны, личное общение может приводить к консолидации репрезентации со временем, при этом направленность изменений может различаться для разных типов фотографий.

Методика

В исследовании приняли участие 72 студента-психолога НОЧУ ВО «МИП» (4 мужчины, $M_{\text{возраст}} = 21$ год, $SD = 5.07$). Все участники прошли предварительное тестирование способности распознавания лиц (тест UNSW; Dunn et al., 2020), по итогам которого были сформированы две эквивалентные экспериментальные группы, проходившие тестирование в разных условиях — на материале фотографий с эксперимента или фотографий «из жизни». 12 девушек ($M_{\text{возраст}} = 20$ лет, $SD = 2.46$), незнакомых испытуемым, составили группу «актеров» (люди, лица которых испытуемым предстояло заучить).

Стимульный материал. В качестве стимулов были использованы 48 фотографий лиц «актеров» и 96 фотографий лиц девушек, незнакомых испытуемым. 24 из 48 фотографий актеров были сняты в день очного этапа эксперимента, после чего на них был удален фон. Вторая половина фотографий («из жизни») была предоставлена актерами из личных архивов. Все фотографии соответствовали следующим требованиям: сняты не ранее чем за год до эксперимента; анфас или $\frac{3}{4}$ (видна большая часть лица); без очков или других аксессуаров; не селфи; без яркого макияжа.

Процедура. Этап заучивания лиц проходил очно, в формате «быстрых свиданий»: группы по 12 испытуемых занимали свои места, а актеры перемещались от одного испытуемого к другому. Перед участниками стояла задача запомнить людей, с которыми они общались. В процессе общения участники и актеры либо отгадывали слова (игра «Alias»), либо рассуждали на тему тех же слов, но без задачи отгадать их. Актеры не называли своего имени и не приводили личных примеров, чтобы семантическая информация, поступающая от них, не была лично окрашенной. На общение с одним участником уходило 2 мин., далее 30 с давалось на переход, во время которого участники на бланках отвечали на вопрос: «Насколько понятно объяснял слова человек №__?» (данное задание было введено с целью отвлечь внимание участников от лиц актеров).

Первый контрольный этап проходил через один день на платформе testable.org. Каждому участнику индивидуально высылались ссылка на тестирование. Два участника эксперимента выбыли на этапе тестирования по техническим причинам. 12 фотографий актеров и 24 фотографии незнакомых людей предъявлялись в случайном порядке. Использовался метод «да/нет»: участники должны были ответить, запоминали ли они человека на фотографии или нет. Одной группе предъявлялись низковариативные фотографии, снятые в день эксперимента, второй — фотографии «из жизни». Через неделю процедура повторялась, но сами фотографии были другими (не использовавшимися в первом тестировании), при этом группы условиями (высокая и низкая вариативность фотографий) не менялись.

Методы анализа данных. Была подсчитана чувствительность для всех условий ($d' = z(\text{HR}) - z(\text{FAR})$), данные были проверены на соответствие нормальному распределению тестом Колмогорова–Смирнова. Далее был использован смешанный дисперсионный анализ с внутригрупповым фактором *времени* (2 уровня: замер через 1 и 7 дней) и межгрупповым фактором *вариативности фотографий* (низкая и высокая).

Результаты

Показатель чувствительности был достаточно высоким во всех условиях, особенно при распознании фотографий, снятых в день очного этапа эксперимента (табл. 1). Несколько участников справились с заданием безошибочно (по 4 человека через 1 и через 7 дней в низковариативном условии).

Таблица 1. Средние показатели чувствительности (d') в разных экспериментальных условиях

Замер	Фотографии	N	Среднее	Станд. отклонение
1 день	Низкая вариативность	35	2.78	0.67
	Высокая вариативность	35	1.89	0.61
7 день	Низкая вариативность	35	2.88	0.68
	Высокая вариативность	35	2.14	0.71

Распределение каждой переменной соответствовало нормальному (тест Колмогорова – Смирнова, $p > .05$). Дисперсионный анализ показал, что на результативность распознания влиял тип фотографий ($F(1, 68) = 33.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .33$): низковариативные фотографии распознавались более эффективно, чем высоковариативные. Также на распознавание влиял фактор времени ($F(1, 68) = 5.67$, $p < .02$, $\eta_p^2 = .08$), распознавание через один день было менее эффективным, чем через неделю после очной встречи. Однако взаимодействия факторов обнаружено не было ($F(1, 68) = 1.07$, $p = .31$).

Обсуждение и выводы

Полученные результаты в целом говорят в пользу гипотезы о формировании обобщенной репрезентации лица в результате короткого очного общения, а также о том, что обобщение репрезентации продолжается спустя некоторое время после непосредственного воздействия.

В случае с распознанием по низковариативному набору можно говорить об эффекте потолка, а поскольку средний показатель чувствительности был достаточно высоким для всех условий (в подобных исследованиях показатель чувствительности обычно не превышает 2.3), нельзя исключать и факта формирования обобщенной репрезентации. Более эффективное распознавание низковариативных фотографий, снятых в день очного этапа эксперимента, в сравнении с высоковариативными фотографиями «из жизни» говорит о том, что после краткого очного общения доминирующей все же является основанная на изображении репрезентация. Данный результат согласуется с результатами исследований роли перцептивной вариативности в формировании репрезентаций знакомых лиц (Ritchie, Burton, 2017). Также результат первого тестирования сопоставим с результатами, полученными при заучивании лиц по видео и сериалам (Devue et al., 2019; Noad, Andrews, 2024).

Вместе с тем в нашей работе было показано, что эффективность не только не снижается при отсроченном тестировании, а даже повышается. Наблюдаемую тенденцию с некоторой долей осторожности (с учетом разного времени

между первым и вторым тестированием) можно рассматривать как не согласующуюся с результатами исследования К. Ноад и Т. Эндрюса (Noad, Andrews, 2024), в котором эффективность распознавания значимо снижалась с течением времени. Полученный на данном этапе результат свидетельствует в пользу отсроченного формирования обобщенной репрезентации после очного общения, в отличие от ситуации заучивания лиц по видео. Поскольку в обоих исследованиях одни и те же люди проходили первое и второе тестирование, маловероятно, что повышение эффективности распознавания в настоящем эксперименте объясняется эффектом самого тестирования. Более вероятным представляется влияние непосредственного личного контакта на отсроченное формирование обобщенной репрезентации, что согласуется с данными о приоритетной обработке лично знакомых лиц (Ramon, Gobbini, 2018). Для более корректного сравнения результатов настоящее исследование планируется расширить за счет условия заучивания по видео, а также проведения дополнительного тестирования через месяц после очной встречи.

Результаты исследования позволяют сделать следующие выводы, частично поддерживающие гипотезу о влиянии фактора очного общения на формирование репрезентации лица:

1. Распознавание лиц людей по фотографиям, сделанным в день очной встречи, более эффективно, чем распознавание по высоковариативным фотографиям из «жизни».
2. Эффективность распознавания лиц людей после короткого очного общения повышается через семь дней после встречи.
3. Изменение результативности распознавания при отсроченном тестировании не зависит от типа фотографии.

Литература

- Devue C., Wride A., Grimshaw G. M. New insights on real-world human face recognition // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2019. Vol. 148. No. 6. P. 994 – 1007. <https://doi.org/10.1037/xge0000493>
- Dunn J. D., Summersby S., Towler A., Davis J. P., White D. UNSW Face Test: A screening tool for super-recognizers // *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15. No. 11. P. e0241747:1 – 19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241747>
- Noad K. N., Andrews T. J. The importance of conceptual knowledge when becoming familiar with faces during naturalistic viewing // *Cortex*. 2024. Vol. 177. P. 290 – 301. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2024.05.016>
- Ramon M., Gobbini M. I. Familiarity matters: A review on prioritized processing of personally familiar faces // *Visual Cognition*. 2018. Vol. 26. No. 3. P. 179 – 195. <https://doi.org/10.1080/13506285.2017.1405134>
- Ritchie K. L., Burton A. M. Learning faces from variability // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2017. Vol. 70. No. 5. P. 897 – 905. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1136656>
- Schwartz L., Yovel G. The roles of perceptual and conceptual information in face recognition // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2016. Vol. 145. No. 11. P. 1493 – 1511. <https://doi.org/10.1037/xge0000220>
- Young A. W., Burton A. M. Are we face experts? // *Trends in Cognitive Sciences*. 2018. Vol. 22. No. 2. P. 100 – 110. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.11.007>

SPECIFICS OF FACIAL REPRESENTATION DEVELOPMENT THROUGH PERSONAL COMMUNICATION

A. I. Kurenkova* (1, 2), E. G. Luniakova (1), D. D. Podkhaliuzina (1)
alexandra_bonar@outlook.com

1 — Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 — Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow

Abstract. It is traditionally believed that familiar faces are recognized more effectively due to a generalized representation reflecting invariant individual variability of appearance, as opposed to an “image-based representation”. The present experiment investigated the effect of a brief face-to-face interaction on the development of a generalized (structural) representation of faces. An experiment involving 72 undergraduates showed that, following a two-minute face-to-face interaction, recognition accuracy of photographs taken on the day of the encounter (low variability) was significantly higher than on “real-life” ambient photographs (high variability). This was true both one day and one week after the interaction, but performance remained high in both cases compared to data from similar studies. Notably, recognition accuracy did not decline over time but instead increased, suggesting continued formation of a generalized representation following personal contact. This trend contrasts with findings from studies in which faces were learned through video and recognition performance decreased over time. Thus, personal interactions facilitate the formation of a more stable and accurate generalized facial representation, as evidenced by the high recognition rates of familiar faces from both low- and high-variability images one week after the initial encounter.

Keywords: face learning, familiarity, face memory, face recognition, facial representation

This research is supported by Russian Science Foundation Grant № 25-28-00282 (“The influence of various forms of perceptual experience on the effectiveness and oculomotor characteristics of visual search and object recognition”).

ОБРАТНАЯ СТОРОНА МЕТАКОГНИТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Е. С. Лапшина*, Н. Ю. Лазарева

katya.lapshina.76@gmail.com

ЯрГУ им. П. Г. Демидова, Ярославль

Аннотация. В настоящей работе инсайт рассматривается в рамках метакогнитивного подхода как метакогнитивный феномен. Согласно данному подходу, инсайт проявляется в особенностях мониторинга и оценки найденного решения, а не в специфике процессуальных характеристик решения задачи. В исследовании Н. В. Морошкиной было продемонстрировано, что инсайт возникает, когда задача оказывается проще, чем было предсказано ранее, и требует меньше времени на решение (Moroshkina et al., 2024). Мы предположили, что на видоизмененной серии арифметических задач Лачинсов (Лазарева, Владимиров, 2019), наоборот, разрушение установочной схемы решения объективно приведет к увеличению времени решения и чувству непонимания, то есть повысит сложность задачи. Возникновение инсайтного решения будет вызвано тем, что задача окажется сложнее, чем было предсказано, и будет требовать больше времени на решение. Таким образом, ошибка метакогнитивного прогноза заключается в несоответствии между прогнозируемой и фактической сложностью задачи. То есть мы предположили, что на возникновение инсайтного решения в процессе формирования мыслительной установки влияет ошибка метакогнитивного прогноза.

Ключевые слова: инсайт, ошибка метакогнитивного прогноза, мыслительная установка, решение задач, прогнозируемая сложность задачи, фактическая сложность задачи

Введение

В когнитивной психологии на данный момент существует несколько принципиально различных подходов к пониманию инсайта. Наиболее разработанной концепцией решения инсайтных задач представляется процессно-ориентированный подход. Согласно данному подходу, инсайт возникает вследствие формирования неверной репрезентации, захождения решателя в тупик и последующего переструктурирования неверной репрезентации (Ohlsson, 1992). Так, в диссертационной работе Н. Ю. Лазаревой (2024) было продемонстрировано возникновение инсайтного решения на материале неинсайтных задач после провокации построения неверной репрезентации путем создания мыслительной установки. Автор делает вывод, что одним из ключевых механизмов инсайтного решения является переструктурирование сформированной в результате эффекта серии схемы решения, которая актуализируется в опыте субъекта и запускает возникновение неверной исходной репрезентации, требующей ее переструктурирования и инсайтного решения (Лазарева, 2024). Тем не менее ряд исследователей придерживаются метакогнитивного подхода и рассматривают инсайт в качестве метакогнитивного феномена. Согласно этому подходу, инсайт проявляется в особенностях мониторинга и оценки найденного решения, а не в специфике процессуальных характеристик решения задачи. В исследовании Н. В. Морошкиной было продемонстрировано, что ин-

сайт возникает, когда задача оказывается проще, чем было предсказано ранее, и требует меньше времени на решение (Moroshkina et al., 2024). Мы предположили, что в неинсайтных задачах, наоборот, разрушение установочной схемы решения объективно приведет к увеличению времени решения и чувству непонимания, то есть повысит сложность задачи. Возникновение инсайтного решения будет вызвано тем, что задача окажется сложнее, чем было предсказано, и будет требовать больше времени на решение. То есть возникновение инсайтного решения на материале неинсайтных задач может быть обусловлено различиями между прогнозируемой и фактической сложностью задачи. Другими словами, на возникновение инсайтного решения в процессе формирования мыслительной установки влияет ошибка метакогнитивного прогноза.

Методика

Выборка. Принял участие 31 человек ($M = 21.8$; $Mdn = 19$; $\sigma = 6.1$), 26 женщин, 5 мужчин.

Стимульный материал. Видоизмененная серия арифметических задач Лачинсов на переливание воды в сосудах, состоящая из тренировочной задачи, восьми установочных задач и одной критической задачи (Лазарева, Владимиров, 2019). Первые восемь задач решаются единственно верным способом в три арифметических действия: средний кувшин минус крайний правый, два раза плюс крайний левый; девятая задача критическая, имеет один, отличный от установочного, формально более простой способ решения: крайний правый кувшин минус крайний левый. Таким образом, первые восемь задач вырабатывают фиксированную схему решения, а критическая задача является индикатором того, выработалась установочная схема или нет.

Процедура исследования. Испытуемым необходимо было решать задачи: тренировочная задача предназначена для ознакомления с материалом; установочные задачи решаются по одной схеме; затем появляется критическая задача, которая не может быть решена с использованием схемы установочного решения, а решается более простым, отличным от установочного способом. Решение первых восьми задач формирует у испытуемого устойчивую схему решения задачи, девятая задача не соответствует выработанной схеме решения.

1. Через 5 с после предъявления каждой задачи испытуемые оценивали ее сложность до решения (Moroshkina et al., 2024), им необходимо было поставить штрих на визуальной горизонтальной шкале (100 мм) между полюсом «Задача кажется простой и не вызовет у меня трудностей» и полюсом «Задача кажется сложной и вызовет у меня трудности». После оценки сложности до решения задача вновь появлялась на экране.
2. После решения каждой задачи испытуемые оценивали ее сложность, им необходимо было поставить штрих на визуальной горизонтальной шкале (100 мм) между полюсом «Задача была простой и не вызвала у меня трудностей» и полюсом «Задача была для меня сложной и вызвала трудности».
3. После решения каждой задачи испытуемые оценивали ее инсайтность. Для оценки инсайтности используются показатели по шкале оценки озарения опросника А. Данек и Дж. Уайли (Danek, Wiley, 2017). Испытуемым необхо-

димо было вспомнить свои чувства во время решения задачи и поставить штрих на визуальной горизонтальной шкале (100 мм) между полюсом «Когда я понял решение задачи, я не испытал озарение, ага-переживание» и полюсом «Когда я понял решение задачи, я испытал озарение, ага-переживание». Предварительно все испытуемые были ознакомлены со следующим определением чувства озарения: «Инсайт — это чувство, которое вы можете испытывать, когда ответ внезапно приходит вам в голову, как будто из ниоткуда, и кажется очевидным. Самым ярким примером инсайта, описанным в литературе, является случай Архимеда, который внезапно понял, как решить задачу, и выскочил из ванны с криком „Эврика!“». Мы не ожидаем, что в этом исследовании вы испытаете такие же сильные чувства. Однако, если при решении некоторых задач вы испытаете что-то похожее на внезапное озарение, отметьте, что у вас был инсайт» (Moroshkina et al., 2024).

По положению штриха оценивались сложность до решения, сложность после решения, степень инсайтности решения в 100-балльной шкале.

Гипотезы

1. Различие между прогнозируемой и фактической сложностью будет значимо больше при решении критической задачи, чем при решении последней установочной задачи.
2. Различие в прогнозируемой и фактической сложности положительно коррелирует с показателями инсайтности на всех задачах серии.

Результаты

Гипотеза 1 подтвердилась. Различие между прогнозируемой и фактической сложностью значимо больше при решении критической задачи ($M=18.10$, $SD=21.21$), чем при решении последней установочной задачи ($M=10.29$, $SD=16.07$), $t(9)=-2.078$; $p=.046$; Cohen's $d=-0.373$.

Гипотеза 2 подтвердилась. Между различием в прогнозируемой и фактической сложности и показателями инсайтности на всех задачах серии наблюдается значимая умеренная положительная корреляция, $r=.308$; $p<.001$.

Обсуждение и выводы

Было продемонстрировано, что инсайт возникает вследствие метакогнитивной ошибки прогнозирования, когда задача оказывается сложнее, чем было предсказано, и требует больше времени на решение, то есть наблюдается несоответствие между прогнозируемой и фактической сложностью.

С одной стороны, в исследовании Н. Ю. Лазаревой было показано, что инсайт возникает вследствие создания неверной репрезентации путем мыслительной установки (Лазарева, 2024), с другой стороны, полученные нами результаты согласуются с результатами других исследований, в которых было продемонстрировано, что возникновение инсайта связано с функционированием метакогнитивной системы (Moroshkina et al., 2024; Stuyck et al., 2021). Таким

образом, процессно-ориентированное определение инсайта продолжает использоваться, тем не менее существует необходимость проведения большего числа исследований для нахождения новых, более валидных, способов объективации инсайтных процессов.

Литература

Лазарева Н. Ю. Роль рабочей памяти в процессе формирования эффекта серии и возникновении инсайтного решения (экспериментальное исследование): дис. канд. психол. наук. Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославль, 2024.

Лазарева Н. Ю., Владимиров И. Ю. Влияние фиксированности на формирование неверной репрезентации задачи и возникновение инсайтного решения // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2019. Т. 18. № 4. С. 22 – 30.

Danek A. H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 7. P. 2077:1 – 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>

Moroshkina N. V., Pavliuchik E. I., Ammalainen A. V., Gershkovich V. A., Lvova O. V. The Aha! experience is associated with a drop in the perceived difficulty of the problem // *Frontiers in Psychology*. 2024. Vol. 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1314531>

Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking*. Vol. 1 / M. T. Keane, G. K. J. (Eds.). Harvester Wheatsheaf, 1992. P. 1 – 44.

Stuyck H., Aben B., Cleeremans A., Van den Bussche E. The Aha! moment: Is insight a different form of problem solving? // *Consciousness and Cognition*. 2021. Vol. 90. P. 103055:1 – 24. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.103055>

THE FLIP SIDE OF METACOGNITIVE PREDICTION

E. S. Lapshina*, N. Y. Lazareva
katya.lapshina.76@gmail.com

Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl

Abstract. In this paper, insight is considered within the framework of the metacognitive approach as a specific metacognitive phenomenon. According to this approach, insight manifests itself in the specifics of monitoring and evaluating the solution found, rather than in the specifics of the procedural characteristics of problem solving. In the research of N. V. Moroshkina, it was demonstrated that insight occurs when a task appears simpler than previously predicted and requires less time to solve (Moroshkina et al., 2024). We hypothesized that on a modified series of Lachins arithmetic water jar problems (Lazareva, Vladimirov, 2019), on the contrary, the destruction of the mental set solution will objectively lead to an increase in solution time and a sense of incomprehension, i.e., it will increase the complexity of the task. The occurrence of an insight decision will be caused by the fact that the task is more difficult than predicted and will require more time to solve. Thus, metacognitive prediction error is the mismatch between predicted and actual task difficulty. That is, we hypothesized that the occurrence of an insight decision during mental set formation is influenced by a metacognitive prediction mistake.

Keywords: insight, metacognitive prediction error, mental set, problem solving, predicted task difficulty, actual task difficulty

ЧИТАТЕЛЬСКИЙ ОПЫТ ОБЛЕГЧАЕТ ВОСПРИЯТИЕ ПАССИВНОГО ЗАЛОГА: ДАННЫЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

Е. В. Ларионова*, Ж. В. Гапах
larionova.ekaterin@gmail.com

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва

Аннотация. В русском языке активный и пассивный залогом различаются по степени сложности обработки: пассивные конструкции представляют собой более трудную для понимания логико-грамматическую структуру, даже для взрослых носителей языка. В настоящем исследовании изучалось, может ли читательский опыт оказывать влияние на нейрофизиологические механизмы восприятия таких конструкций. С помощью метода вызванных потенциалов мы проанализировали обработку предложений в активном и пассивном залоге у 29 участников, разделенных на группы на основе результатов теста на распознавание имен авторов, который позволяет оценить читательский опыт. Вызванные потенциалы регистрировали в процессе пассивного чтения про себя. Амплитуда компонента N400 была больше на третье слово в предложениях в пассивном залоге по сравнению с третьим словом в предложениях в активном залоге только у участников с низким уровнем читательского опыта. У опытных читателей таких различий не наблюдалось. Эти данные указывают на то, что индивидуальные различия в читательском опыте могут влиять на обработку синтаксически сложных конструкций и позволяют опытным читателям легче воспринимать грамматически менее привычные, но характерные для письменной речи формы.

Ключевые слова: вызванные потенциалы, чтение, пассивный залог, читательский опыт, N400

Введение

Залог — это грамматическая форма глагола, указывающая на соотношение действия и его участников — субъекта и объекта. В русском языке различают активный (например, *Ученые провели эксперимент*) и пассивный (например, *Эксперимент проведен учеными*) залогом. Хотя обе формы могут описывать одну и ту же ситуацию, активный залог используется значительно чаще и считается более характерным как для устной, так и для письменной речи, тогда как пассивный — преимущественно для официально-делового и научного стиля.

Важнейшим грамматическим показателем пассивного залога является творительный падеж субъекта действия (*Эксперимент проведен кем? Учеными*). Однако субъект действия в творительном падеже может отсутствовать (*эксперимент проведен*), особенно в случаях, когда он неизвестен или несущественен. Такие кон-

струкции называют безагентивным пассивом, и в реальной языковой практике они встречаются значительно чаще, чем агентивные. Эти структурные особенности, а также различия в частотности употребления могут влиять на когнитивную сложность обработки пассивных конструкций по сравнению с активными.

Электрофизиологическим индикатором семантической обработки является компонент N400 вызванных потенциалов (ВП), который отражает степень трудности интеграции слова в контекст (Kutas, Hillyard, 1984; Kuperberg, 2016). Предсказуемые слова вызывают меньшую амплитуду N400 по сравнению с непредсказуемыми, что трактуется как облегчение семантической обработки (Nieuwland et al., 2020). В предыдущих исследованиях было показано, что у взрослых носителей русского языка пассивные конструкции сопровождаются увеличенной амплитудой N400 по сравнению с активными, что может указывать на повышенные требования к мозговым ресурсам из-за сложности этих конструкций (Кручинина и др., 2022).

Читательский опыт — это показатель, отражающий время, которое человек посвящает восприятию письменных текстов (Чернова, Бахтурина, 2023). В настоящем исследовании мы предполагаем, что трудности в обработке пассивного залога могут смягчаться за счет читательского опыта, поскольку пассивные конструкции чаще встречаются в письменных текстах. Наша гипотеза заключается в том, что участники с большим читательским опытом будут демонстрировать облегченную обработку пассивных конструкций, что проявится в уменьшении или отсутствии эффекта N400, по сравнению с теми, кто читает меньше.

Методика

В исследовании приняли участие 29 носителей русского языка (14 женщин, 15 мужчин) от 19 до 35 лет (средний возраст 25.5 лет, $SD = 4.85$). Все они были правшами без черепно-мозговых травм и речевых нарушений, их родным языком был русский.

Перед регистрацией ВП участники эксперимента выполняли тест на распознавание имен авторов, недавно апробированный для русского языка и позволяющий оценить читательский опыт (Чернова, Бахтурина, 2023). Тест охватывает только художественную литературу, поскольку для других видов литературы сложно выделить общепризнанный круг авторов. Тем не менее он хорошо зарекомендовал себя как инструмент для оценки общего читательского опыта: даже если участник не читал книги узанных им авторов, сам факт узнавания большого числа имен свидетельствует об интересе к чтению (Чернова, Бахтурина, 2023). Участникам показывали список из 134 фамилий, половина которых принадлежали писателям. Нужно было отметить знакомых писателей. За правильный ответ начислялся балл, за ошибку — вычитался, чтобы снизить влияние социальной желательности. На основании полученных баллов участники были поделены на две группы — с большим и меньшим читательским опытом.

Во время регистрации ВП участникам предъявляли 80 предложений в активном залоге (например, *Засуха уничтожила посеvy*) и 80 предложений в пассивном залоге (например, *Деревня разрушена ураганом*). Предложения в активном и пассивном залоге не представляли собой минимальные

пары, а были составлены независимо с контролем лексических параметров. Все предложения состояли из трех слов. Слова, находящиеся в начальной и конечной позициях, всегда были существительными длиной от 6 до 10 букв, второе слово было глаголом или причастием от 8 до 12 букв. Все слова в двух группах стимулов уравнивались попарно (первое слово с первым и так далее) по количеству букв в слове и частоте встречаемости. Кроме того, группы предложений были сбалансированы по количеству абстрактных и конкретных понятий, а также одушевленных и неодушевленных существительных.

Задача участников — читать про себя предложения. Предложения предъявлялись пословно и были написаны белым шрифтом на черном фоне, высота строчных букв 2 см. Предложение начиналось с фиксационного креста, предъявляемого на 500 мс. Каждое слово в предложении предъявлялось на 250 мс, интервал между словами варьировался от 450 до 900 мс.

Энцефалограмму регистрировали от 64 электродов на усилителе BrainProducts (Brain Products, Мюнхен, Германия). Анализировали ВП на слова, которые находились в конечной позиции в предложении. Анализ проводили с использованием программного пакета BrainVision Analyzer (Brain Products, Мюнхен, Германия). Обработка данных включала перереферирование на объединенный ушной электрод, цифровую полосовую фильтрацию в диапазоне 0.3–30 Гц, устранение артефактов, сегментацию в интервале от –300 до 1500 мс относительно момента предъявления стимула, автоматическое отклонение эпох с амплитудой артефактов, превышающей ± 100 мкВ и последующий визуальный контроль. Усреднение выполняли отдельно для третьего слова в предложениях в активном и пассивном залогах.

Дисперсионный анализ с повторными измерениями (RM ANOVA) проводили для средней амплитуды компонента N400 во временном окне 300–500 мс в девяти областях интереса: левая передняя (Fp1, F3, F7, FT9, FC5, FC1, AF7, AF3, F1, F5, FT7, FC3), медиальная передняя (Fz, AFz), правая передняя (FT10, FC6, FC2, F4, F8, Fp2, FC4, FT8, F6, AF8, AF4, F2), левая центральная (C3, T7, CP5, CP1, C1, C5, TP7, CP3), центральная (Cz, CPz), правая центральная (CP6, CP2, C4, T8, CP4, TP8, C6, C2), левая задняя (P3, P7, O1, P1, P5, PO7, PO3), медиальная задняя (Pz, Oz, POz) и правая задняя (O2, P4, P8, PO4, PO8, P6, P2). Для каждой области амплитуда ВП усреднялась по входящим в нее электродам. В анализ включали внутригрупповые факторы «Залог» (два уровня: пассивный и активный), «Позиция электрода» (три уровня: передние, центральные и задние электроды) и «Полушарие» (три уровня: левое, правое и срединное расположение электродов). В качестве межгруппового фактора использовали уровень читательского опыта «Опыт», который определяли с помощью теста на распознавание имен авторов (две группы: участники с большим и меньшим читательским опытом). Для апостериорного анализа использовали поправку Бонферрони.

Результаты

Читательский опыт, измеренный с помощью теста на распознавание имен авторов, составил от 2 до 54 баллов, при этом среднее значение составило

21.1 ($SD = 12.71$) балла. Участники, набравшие менее 21 балла, составили группу с меньшим читательским опытом (15 человек), остальные (14 человек) вошли в группу с большим читательским опытом.

Дисперсионный анализ показал значимое взаимодействие «Залог» × «Позиция электрода» × «Полушарие»: $F(4, 108) = 3.06$, $p = .01$. Апостериорный анализ показал, что в левой передней ($p = .0007$), правой передней ($p = .009$), левой центральной ($p = .00006$), центральной ($p < .000001$), левой задней ($p < .000001$) и медиальной задней ($p = .00004$) областях амплитуда компонента N400 была больше на третье слово в предложениях в пассивном залоге по сравнению с третьим словом в предложениях в активном залоге. Кроме того, было значимо взаимодействие «Залог» × «Позиция электрода» × «Опыт»: $F(2, 54) = 3.49$, $p = .03$, поэтому мы провели дисперсионный анализ в каждой группе участников. В группе с большим читательским опытом было выявлено значимое взаимодействие «Залог» × «Позиция электрода»: $F(2, 26) = 3.78$, $p = .04$, однако анализ в каждой позиции электрода не выявил значимых эффектов. В группе с меньшим читательским опытом «Залог» × «Позиция электрода» × «Полушарие»: $F(4, 56) = 2.76$, $p = .03$. Апостериорный анализ показал, что в левой передней ($p < .000001$), медиальной передней ($p < .000001$), правой передней ($p = .000001$), левой центральной ($p = .0001$), центральной ($p < .000001$) и левой задней ($p = .02$) областях амплитуда компонента N400 была больше на третье слово в предложениях в пассивном залоге по сравнению с третьим словом в предложениях в активном залоге.

Обсуждение и выводы

Результаты показали, что эффект N400 при обработке третьего слова в предложениях в пассивном залоге наблюдался только у участников с меньшим читательским опытом. Участники с большим читательским опытом, напротив, не демонстрировали значимых различий между активным и пассивным залогами.

Наши данные согласуются с результатами предыдущих исследований о том, что опытные читатели не только принимают более быстрые и точные лексические решения, но и обладают более эффективным доступом к лексической информации (Lowder, Gordon, 2017). Подобная эффективность распознавания слов наблюдалась и в нашем эксперименте у опытных читателей и выражалась в облегчении обработки пассивного залога.

Хотя компонент N400 традиционно связывают с семантической обработкой, существует мнение, что он индексирует каскад семантической активации и интеграционных процессов и может быть связан с морфосинтаксической обработкой (Nieuwland et al., 2020; Hanna, Pulvermüller, 2018). Таким образом, можно предположить облегчение не только семантической, но и морфосинтаксической обработки у участников с большим читательским опытом. Это указывает на более широкий спектр преимуществ, связанных с высоким уровнем читательского опыта, включая улучшенное понимание сложных грамматических конструкций. Полученные данные могут быть интерпретированы с позиций теории вербальной эффективности (Perfetti, 1985), со-

гласно которой более высокая степень автоматизации когнитивных процессов чтения, включая интеграцию информации и использование фоновых знаний, достигается через регулярную практику. В частности, большая практика чтения может приводить к автоматизации обработки логико-грамматических конструкций, таких как пассивный залог.

В пользу этого вывода свидетельствует недавнее поведенческое исследование (Stoops, Montag, 2023), показавшее, что читательский опыт оказывает наибольшее влияние на обработку грамматических конструкций, характерных для письменной речи. Наши данные расширяют эти наблюдения, демонстрируя, что различия в читательском опыте могут влиять на нейрофизиологические показатели семантической и морфосинтаксической обработки и позволять опытным читателям эффективнее справляться с грамматически менее привычными, но часто встречающимися в письменной речи конструкциями.

Литература

Кручинина О. В., Станкова Е. П., Гийемар Д. М., Гальперина Е. И. Уровень понимания пассивного залога русскоязычными детьми 4–5 лет отражается в характеристиках вызванного ответа мозга // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2022. Т. 58. № 2. С. 155–168.

Чернова Д. А., Бахтурина П. В. Методика оценки читательского опыта: применение в психолингвистике и адаптация для русского языка // Вестник Санкт-Петербургского университета. Язык и литература. 2023. Т. 20. № 4. С. 872–887.

Hanna J., Pulvermüller F. Congruency of separable affix verb combinations is linearly indexed by the N400 // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2018. Vol. 12. P. 219:1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00219>

Kuperberg G. R. Separate streams or probabilistic inference? What the N400 can tell us about the comprehension of events // *Language, Cognition and Neuroscience*. 2016. Vol. 31. No. 5. P. 602–616. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1130233>

Kutas M., Hillyard S. A. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association // *Nature*. 1984. Vol. 307. No. 5947. P. 161–163. <https://doi.org/10.1038/307161a0>

Lowder M. W., Gordon P. C. Print exposure modulates the effects of repetition priming during sentence reading // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2017. Vol. 24. No. 6. P. 1935–1942. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1248-1>

Nieuwland M. S., Barr D. J., Bartolozzi F., Busch-Moreno S., Darley E., Donaldson D. I., Ferguson H. J., Fu X., Heyselaar E., Huettig F., Matthew Husband E., Ito A., Kazanina N., Kogan V., Kohút Z., Kulakova E., Mézière D., Politzer-Ahles S., Rousseelet G., Rueschemeyer S.-A., Segaert K., Tuomainen J., Von Grebmer Zu Wolfsturn S. Dissociable effects of prediction and integration during language comprehension: Evidence from a large-scale study using brain potentials // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2020. Vol. 375. No. 1791. P. 20180522:1–9. <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0522>

Perfetti C. Reading ability. N. Y.: Oxford University Press, 1985. <https://doi.org/10.1080/10888430701530730>

Stoops A., Montag J. L. Effects of individual differences in text exposure on sentence comprehension // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 16812. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43801-8>

PRINT EXPOSURE FACILITATES THE PROCESSING OF THE PASSIVE VOICE: EVIDENCE FROM EVENT-RELATED POTENTIALS

E. V. Larionova*, Zh. V. Garakh

larionova.ekaterin@gmail.com

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow

Abstract. In Russian, active and passive voice constructions differ in processing complexity: passive constructions represent a more challenging logical and grammatical structure, even for adult native speakers. This study investigated whether print exposure influences the neurophysiological mechanisms underlying the perception of such constructions. Using the event-related potential (ERP) method, we analyzed the processing of active and passive voice sentences in 29 participants, who were divided into groups based on the results of the Author Recognition Test, which serves as an index of print exposure. ERPs were recorded during passive silent reading. The amplitude of the N400 component was greater for the third word in passive sentences than in active ones, but only in participants with low reading experience. No such difference was observed in participants with high reading experience. These findings suggest that individual differences in print exposure affect the processing of syntactically complex constructions and enable experienced readers to more easily comprehend grammatically less common structures that are typical of written language.

Keywords: event-related potentials, reading, passive voice, print exposure, N400

ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДНОРАЗЛИЧИМЫХ СТИМУЛОВ ВЛИЯЕТ НА УСПЕШНОСТЬ ИХ РАЗЛИЧЕНИЯ

К. М. Левкович

kliaukovich@ihna.ru

ИВНД и НФ РАН, Москва

Аннотация. Несмотря на то что исследования, направленные на изучение механизмов, лежащих в основе распознавания близких по частоте звуков, ведутся долгое время, до сих пор остается открытым вопрос, влияет ли временная организация предъявления таких стимулов на эффективность их распознавания. В нашем пилотном исследовании 10 добровольцам предъявлялись последовательности близких по частоте звуков 480–960–1440 Гц (стандартный) и 485–970–1455 Гц (отклоняющийся) тремя способами: одиночно (интервал между стимулами в серии 1 с), в парах (интервал между звуками в паре был 500 мс, где первый звук всегда был стандартным, а второй или стандартным, или отклоняющимся, интервал между парами 1 с) и в пачках по 5 (интервал между пятью звуками был 100 мс, где первые четыре звука были стандартные, а пятый — или стандартный, или отклоняющийся, интервал между пачками 1 с). Задачей добровольцев было нажимать кнопку мыши, когда они слышали (или им казалось, что они слышат) отличающийся звук. Анализ данных показал, что процент правильных ответов был выше для звуков, организованных в пачки, но не парами или одиночных предъявленных. Однако по скорости реакции три способа предъявления не различались. Вероятно, когда звуки расположены близко друг к другу по времени, они группируются в общую структуру, в то время как при более длительных интервалах звуки воспринимаются как отдельные события, и из-за этого может снижаться возможность прямого сравнения, что приводит к затруднению распознавания близких частот.

Ключевые слова: слуховое восприятие, парадигма необычного стимула, различение двух звуков по частоте, парадигма «локал/глобал»

Исследование поддержано РФФ № 24-78-00182.

Введение

Несмотря на то что механизмы распознавания близких по частоте звуков изучаются более сорока лет (Watson, 1980), вопрос о влиянии организации предъявления стимулов на их восприятие остается открытым. В нашей работе (Liaukovich et al., 2022) мы сперва предъявляли близкие по частоте одиночные стимулы, а затем предъявляли те же стимулы, но организованные в пачки по пять звуков. В ответ на отличающиеся пачки мы зарегистрировали компонент вызванных потенциалов Р3а, который может отражать промежуточное состояние между неосознаваемым и осознаваемым выявлением отличающихся друг от друга стимулов (Bekinschtein et al., 2009). Поэтому в предыдущей работе мы

предположили, что благодаря тренировке на одиночных стимулах, возможно, происходит имплицитное научение. Однако мы решили продолжить работу, чтобы уточнить, верна ли данная гипотеза, или же для успешного различения стимулов важна не столько тренировка, сколько способ организации стимулов. Например, в работе Сассман и коллег (Sussman et al., 1998) было выдвинуто предположение, что стимулы, организованные в пачки, могут быть одновременно представлены в слуховой сенсорной памяти.

Методика

В пилотном исследовании приняли участие 13 человек, однако данные трех добровольцев были исключены из анализа (у двух добровольцев процент различения близких по частоте звуков был нулевым, один доброволец нажимал кнопку на все стимулы подряд). Таким образом, 10 нейротипичных добровольцев (25.5 ± 4.95 , 5 мужчин) без нарушений слуха, неврологических и психических заболеваний приняли участие в исследовании.

В качестве стимулов предъявлялись три звука (стимулы адаптированы из работы Liaukovich et al., 2022). Все звуки представляли собой основной тон и два обертона: звук 1 — 480–960–1440 Гц; звук 2 — 485–970–1455 Гц; звук 3 — 520–1040–1560 Гц. Длительность стимулов составляла 50 мс (включая время нарастания и спада по 5 мс), интенсивность предъявления — 65 дБ.

Участники исследования находились в звуконепроницаемой комнате. Сперва на экране монитора появлялась инструкция, после чего исследователь повторно ее проговаривал, чтобы убедиться, что она понята верно. Звуки предъявлялись через динамики колонок. В качестве трудноразличимой пары звуков предъявлялись звук 1 и звук 2, а в качестве легкоразличимой пары звуков — звук 1 и звук 3. В рамках каждой методики сперва предъявлялись трудноразличимые стимулы, после этого — легкоразличимые стимулы. Порядок сохранялся, так как перед активным различением звуков проводилось пассивное прослушивание с регистрацией электроэнцефалограммы для оценки неосознанного восприятия трудноразличимых стимулов (не анализируется в данной работе). После прослушивания у участников исследования спрашивали, слышали ли они различия между стимулами или нет, и только после этого им рассказывали о наличии двух типов стимулов в каждой из последовательностей.

С участниками исследования в псевдослучайном порядке, чтобы избежать эффекта последовательности предъявления, проводились три модифицированных методики: парадигма необычного стимула (oddball paradigm; Sams et al., 1985), различение двух звуков по частоте (2-tone frequency discrimination; Chang et al., 2014) и выявление локальной или глобальной нерегулярности (local/global; Bekinschtein et al., 2009), то есть им предъявлялись серии или одиночных звуков, или пар звуков, или пачек звуков, соответственно. Последовательности звуков внутри каждой из методик были псевдослучайными, чтобы избежать автоматизации ответов (Squires et al., 1976).

В методике необычного стимула (oddball paradigm) среди одинаковых звуков иногда появлялся отличающийся (отклоняющийся, или девиантный) звук.

Задачей участников исследования было нажимать кнопку мыши, когда они слышали (или им казалось, что они слышат) отличающийся звук (а а Б а а а). Первые 10 стимулов всегда были стандартными. Межстимульный интервал между звуками составлял 1000 ± 50 мс. Процент предъявления стандартного стимула — 80 % (160 стимулов), отклоняющегося — 20 % (40 стимулов). Длительность последовательности — 3 минуты.

В методике различения двух звуков по частоте (2-tone frequency discrimination) предъявлялись пары звуков. Задачей участников исследования было нажимать кнопку мыши при появлении пары, у которой второй звук отличался от первого (аа аа аБ аа аа аа). Межстимульный интервал внутри пары составлял 500 мс, а между парами звуков — 1000 ± 50 мс. Процент предъявления стандартной пары звуков — 80 %, отклоняющейся — 20 %. Каждая последовательность длилась 5 минут.

В методике выявления локальной или глобальной нерегулярности (local/global) использовалась только локальная нерегулярность. Последовательность включала два типа пачек: одна пачка состояла из пяти одинаковых звуков (ааааа), а вторая пачка — из четырех одинаковых звуков и пятого отличающегося, более высокого (ааааБ). Задачей участников было нажимать кнопку мыши при появлении пачки, в которой пятый звук отличался (ааааа ааааа аа-ааБ ааааа ааааа ааааа). Межстимульный интервал между пачками звуков был 1000 ± 50 мс, интервал между звуками внутри пачки — 100 мс. В каждой последовательности процент предъявления стандартной пачки звуков — 80 %, отклоняющейся — 20 %. Каждая последовательность длилась 6 минут.

Во время записи регистрировались двигательные ответы участников исследования. Также после каждой последовательности участники исследования заполняли опросник, в котором им нужно было ответить, насколько они успешно справились с заданием (от 1 до 7, где 1 — все время ошибался, а 7 — не было ошибок).

Статистический анализ данных по проценту правильных ответов и времени реакции проводили с использованием ПО Statistica 10 (Stat Soft. Inc., Талса, Оклахома, США). Порог статистической значимости был установлен на уровне $p < .05$. Для проверки нормальности распределения параметров, которые включались в анализ, использовали W-критерий Шапиро–Уилка (распределение отличалось от нормального). Внутригрупповые различия между измерениями по разным методикам (необычный стимул, различение двух звуков, локальная нерегулярность) и сложности различения (легко- и трудноразличимые звуки) анализировались для процента правильных ответов и времени реакции с помощью двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с поправкой Бонферрони для апостериорных сравнений. Для оценки корреляции субъективной оценки эффективности и процента правильных ответов был посчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r).

Результаты

Данные по десяти участникам исследования представлены в табл. 1. Можно наблюдать большой разброс данных по проценту правильных отве-

тов, но не времени реакции на трудноразличимые стимулы. Минимальное и максимальное значение для парадигмы необычного стимула — 5 % и 90 % соответственно, для различения двух звуков по частоте — 2.5 % и 97.5 % соответственно, для выявления локальной нерегулярности — 5 % и 100 % соответственно. Было принято решение не исключать тех, кто продемонстрировал крайне низкую и крайне высокую точность, чтобы оценить тенденцию различия между методиками, а не между участниками исследования.

Было обнаружено статистически значимое взаимодействие *методики* и *сложности различения* для процента правильных ответов ($F(2, 18) = 8.062$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .473$). Попарные сравнения с поправкой Бонферрони показали, что различать трудноразличимые стимулы было проще, когда они были организованы в пачки, чем когда они предъявлялись в парах ($p = .018$) или одиночно ($p = .001$). Стимулы в парах и предъявляемые одиночно не различались между собой ($p = 1.0$). Легкоразличимые стимулы было легко различать вне зависимости от способа предъявления ($p = 1.0$). Процент правильных ответов был выше для легкоразличимых стимулов для всех методик ($p < .001$).

Статистически значимого взаимодействия факторов *методики* и *сложности различения* для времени реакции не обнаружено ($F(2, 18) = 0.215$, $p = .809$, $\eta_p^2 = .023$). Внутри каждого условия по сложности различения способы предъявления не различались по времени реакции; время реакции было выше при различении близких по частоте звуков ($p < .001$).

Дополнительно мы рассмотрели субъективные оценки успешности выполнения задания. Положительная корреляция обнаружена для трудноразличимых звуков, которые предъявлялись в парах ($r = .851$, $p = .007$) и в пачках ($r = .853$, $p = .007$), но не для предъявляемых одиночно ($r = .399$, $p = .328$).

Таблица 1. Поведенческие результаты и субъективная оценка десяти участников исследования

	Трудноразличимые звуки			Легкоразличимые звуки		
	1	2	5	1	2	5
Процент правильных ответов (%)	32.25 ± 31.10	40.25 ± 41.92	60.25 ± 33.18	99.75 ± 0.79	99.25 ± 1.69	99.00 ± 2.42
Время реакции (мс)	598.77 ± 139.54	571.96 ± 76.97	547.62 ± 123.03	439.17 ± 54.92	423.46 ± 54.16	405.02 ± 68.65
Субъективная эффективность выполнения (балл)	2.25 ± 0.71	3.88 ± 1.73	3.88 ± 1.36	6.50 ± 0.53	6.50 ± 0.53	6.63 ± 0.74

Примечание: 1 — парадигма необычного стимула (один звук); 2 — различение звуков по частоте (два звука); 5 — выявление локальной нерегулярности (пять звуков). Данные представлены как среднее количество воспроизведенных стимулов ± стандартное отклонение.

Обсуждение и выводы

Повышенная точность различения звуков по частоте, когда они предъявляются в пачках (интервал 100 мс), по сравнению с одиночным предъявлением (интервалы 500 и 1000 мс) может отражать динамические нейронные механизмы слуховой обработки близких частот (Watson, 1980). Данный эффект, вероятно, обусловлен временной интеграцией в слуховой коре (Sussman et al., 1998), при которой короткие интервалы способствуют группировке звуков в единый паттерн, тогда как длинные интервалы приводят к их восприятию как отдельных событий, затрудняя сравнение по частоте (для обзора см. Näätänen et al., 2007). Важно отметить, что, поскольку данная работа является пилотным исследованием, планируется увеличить выборку до 50 человек, что позволит уточнить полученные результаты и разделить участников исследования на группы в зависимости от d' .

Полученные данные о влиянии временной организации стимулов могут внести вклад в понимание иерархической обработки звуков и найти практическое применение, например, в методиках обучения языкам.

Литература

- Bekinschtein T. A., Dehaene S., Rohaut B., Tadel F., Cohen L., Naccache L. Neural signature of the conscious processing of auditory regularities // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106. No. 5. P. 1672 – 1677. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809667106>
- Chang M., Iizuka H., Naruse Y., Ando H., Maeda T. Unconscious learning of auditory discrimination using mismatch negativity (MMN) neurofeedback // *Scientific Reports*. 2014. Vol. 4. No. 1. P. 6729:1 – 5. <https://doi.org/10.1038/srep06729>
- Liukovich K., Ukraintseva Y., Martynova O. Implicit auditory perception of local and global irregularities in passive listening condition // *Neuropsychologia*. 2022. Vol. 165. P. 108129:1 – 15. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.108129>
- Näätänen R., Paavilainen P., Rinne T., Alho K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review // *Clinical Neurophysiology*. 2007. Vol. 118. No. 12. P. 2544 – 2590. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.026>
- Sams M., Paavilainen P., Alho K., Näätänen R. Auditory frequency discrimination and event-related potentials // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials Section*. 1985. Vol. 62. No. 6. P. 437 – 448. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(85\)90054-1](https://doi.org/10.1016/0168-5597(85)90054-1)
- Squires K. C., Wickens C., Squires N. K., Donchin E. The effect of stimulus sequence on the waveform of the cortical event-related potential // *Science*. 1976. Vol. 193. No. 4258. P. 1142 – 1146. <https://doi.org/10.1126/science.959831>
- Sussman E., Ritter W., Vaughan H. G. Predictability of stimulus deviance and the mismatch negativity // *NeuroReport*. 1998. Vol. 9. No. 18. P. 4167 – 4170. <https://doi.org/10.1097/00001756-199812210-00031>
- Watson C. S. Time course of auditory perceptual learning // *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 1980. Vol. 89. No. 5_suppl. P. 96 – 102. <https://doi.org/10.1177/00034894800890525>

TEMPORAL ORGANIZATION OF DIFFICULT TO DIFFERENTIATE SOUNDS INFLUENCE THEIR DISCRIMINATION EFFICIENCY

K. Liaukovich

kliukovich@ihna.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology
of the Russian Academy of Sciences

Abstract. While the mechanisms underlying frequency discrimination have been extensively studied, the role of temporal stimulus organization in perceptual accuracy remains incompletely understood. Here, we investigated whether the grouping of closely spaced frequencies into rapid sequences improves discrimination compared to isolated or paired presentations. In a pilot study ($N=10$), participants were exposed to series of tones according to three stimulus conditions: (1) *isolated tones* (1 s interstimulus interval, ISI), (2) *pairs* (500 ms ISI; standard followed by standard or a deviant), and (3) *bundles* (five-tone sequences with 100 ms ISI; four standards followed by a standard or a deviant). Stimuli spanned two frequency ranges (standard: 480–960–1440 Hz; deviant: 485–970–1455 Hz). Participants detected deviants via a button press. The results revealed significantly higher accuracy for *bundled* sequences compared to paired or isolated tones, with no difference in reaction times. These findings suggest that rapid temporal grouping facilitates frequency discrimination, likely by promoting auditory pattern integration and direct comparison within sensory memory windows. In contrast, longer ISIs may force independent encoding, impairing fine spectral resolution.

Keywords: auditory perception, efficiency, oddball, 2-tone frequency discrimination, local/global

This research is supported by RSF № 24-78-00182: “Research on the mechanisms of perceptual learning of difficult to detect sound discrimination”.

РОЛЬ МЕТАКОГНИТИВНЫХ ЧУВСТВ В РЕГУЛЯЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕШЕНИИ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Н. И. Логинов*, А. А. Агаджанян

lognikita@yandex.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Современные двухпроцессные теории подчеркивают роль метакогнитивных процессов в регуляции перехода от интуитивного к аналитическому мышлению. Целью настоящего исследования стало выявление того, какие метакогнитивные чувства и как предсказывают выбор аналитической стратегии при решении задач на отдаленное ассоциирование (CRA-задач). На предварительном этапе с помощью пилотажа были выделены три метакогнитивных чувства: пустоты, конфликта и неопределенности. В основном исследовании использовалась парадигма двойного ответа, ранее не применявшаяся к CRA-задачам, которая предполагает, что испытуемый дает два ответа на одну задачу: первый — интуитивный и быстрый, а для второго время не ограничено. Результаты выявили, что интенсивность чувства конфликта предсказывает переход к аналитической стратегии решения, связана с увеличением времени второго решения и вероятностью смены ответа. Интенсивность чувства пустоты также предсказывает аналитическое решение и увеличивает вероятность смены ответа, но не влияет на время решения. Интенсивность чувства неопределенности на уровне статистической тенденции связана только с изменением стратегии решения на аналитическую. Кроме этого, уверенность после интуитивного ответа снижалась с увеличением интенсивности чувства конфликта и неопределенности. Полученные данные показывают применимость парадигмы двойного ответа для инсайтных задач, а также расширяют существующие модели метакогнитивной регуляции новыми чувствами, которые выступают регуляторами включения аналитических процессов в решение мыслительных задач.

Ключевые слова: метакогниции, CRA-задачи, парадигма двойного ответа, двухпроцессные теории, аналитические процессы, решение мыслительных задач, инсайт

Введение

Двухпроцессные теории мышления подчеркивают различие между быстрыми, интуитивными (тип 1) и медленными, аналитическими (тип 2) когнитивными процессами (Evans, 2007; Stanovich, West, 2000; Kahneman, Frederick, 2002). В рамках более новых моделей метакогнитивной регуляции когнитивных процессов подчеркивается роль метакогнитивных чувств как внутренних сигналов, запускающих аналитическую переработку при решении задач (Ackerman, Thompson, 2017; Thompson, 2009). Метакогнитивные чувства, такие

как чувство правильности или уверенности, позволяют предсказывать вовлечение аналитической переработки в решение различных логических, вероятностных и CRT-задач (The Cognitive Reflection Test; Thompson et al., 2011). В то же время, несмотря на сходство когнитивных механизмов, лежащих в основе CRT- и CRA-задач (Salvi et al., 2023), парадигма двойного ответа не применялась к задачам на отдаленное ассоциирование, которые традиционно используются для изучения феномена инсайта, хотя эта экспериментальная парадигма позволяет проверить гипотезы о том, какие именно метакогнитивные чувства могут предсказывать типы решения, связанные с аналитической переработкой на материале CRA-задач (Spiridonov et al., 2021).

Методика

На предварительном этапе был проведен пилотаж с участием 12 испытуемых в возрасте от 18 до 21 года. Участники решали CRA-задачи, описывали переживания, возникавшие в процессе решения, и называли их. Контент-анализ протоколов позволил выделить три повторяющихся метакогнитивных чувства: чувство пустоты (отсутствие идей для начала решения), чувство конфликта (частичное соответствие ответа условиям) и чувство неопределенности (наличие нескольких конкурирующих решений) — и отобрать их для основного экспериментального исследования.

В основном исследовании приняли участие 75 человек (84 % женщин) в возрасте от 17 до 44 лет ($M = 23.3$, $SD = 7.04$), преимущественно студенты ИОН РАНХиГС.

В качестве стимульного материала были использованы 39 CRA-задач. Они представляют собой триады слов, к которым нужно подобрать четвертое слово так, чтобы оно составляло с каждым из слов задачи устойчивое словосочетание.

Эксперимент проводился на онлайн-платформе Pavlovia. Каждая задача решалась дважды. На первом этапе участникам предлагалось дать интуитивный ответ — быстро записать первое пришедшее в голову решение без размышлений, а если ответ не возникал, можно было оставить поле пустым. После этого следовал вопрос о том, действительно ли ответ был интуитивным. Далее испытуемым предлагалось определить тип решения: ответа не было (1), возник один ответ (2) или появилось несколько конкурирующих решений (3). В зависимости от результата участники по шкале от 1 до 7 оценивали одно из метакогнитивных чувств: чувство пустоты (1), чувство конфликта (2) или чувство неопределенности (3). Затем они оценивали свою уверенность в ответе по шкале от 1 до 7. На втором этапе участники решали ту же задачу уже без ограничений по времени и могли либо оставить первоначальный ответ, либо изменить его. После этого они снова оценивали уверенность в своем ответе, количество приложенных усилий и выбирали график, который лучше всего отражал их процесс решения (Spiridonov et al., 2021). Графики включали четыре варианта: высказывающее решение (pop-out), аналитическое решение без тупика, истинный инсайт, который происходит после преодоления тупика, либо «другое».

В качестве экспериментальных гипотез были выдвинуты следующие предположения:

1. Высокая интенсивность метакогнитивных чувств (пустота, конфликт, неопределенность) будет предсказывать выбор графика, который соответствует аналитическому решению.
2. Количество времени, затраченное на второе решение, будет тем больше, чем выше интенсивность метакогнитивного чувства (пустота, конфликт, неопределенность) в процессе первого интуитивного ответа.
3. Вероятность изменения ответа будет тем выше, чем выше интенсивность метакогнитивного чувства (пустота, конфликт, неопределенность) при первом решении.
4. Высокая интенсивность метакогнитивного чувства (конфликт, неопределенность) после первого, интуитивного, ответа приведет к снижению уверенности на данном этапе.

Результаты

Из полученных результатов были исключены 849 проб, которые не соответствовали условию интуитивного первого ответа, и пустые пробы (отсутствие ответа после второго этапа). В итоговый анализ вошли 2076 проб, из которых 1445 были определены как чувство конфликта, 485 — пустоты, 146 — неопределенности.

Для изучения влияния интенсивности чувства на тип решения была проведена мультиномиальная логистическая регрессия. Зависимой переменной выступал тип решения (выскакивающее в качестве базовой категории), а предиктором — интенсивность метакогнитивного чувства. Для чувства пустоты модель оказалась статистически значимой: $\chi^2(3) = 12.1$, $R^2 = .0130$, $p = .007$. На уровне отдельных сравнений был выявлен один эффект — интенсивность чувства пустоты оказалась значимым положительным предиктором аналитического решения ($\beta = 0.1708$, $p = .007$, $OR = 1.186$, 95 % CI [1.048, 1.340]). В двух других сравнениях статистически значимых эффектов обнаружено не было: истинный инсайт ($\beta = 0.0969$, $p = .124$, $OR = 1.102$, 95 % CI [0.974, 1.250]), другое решение ($\beta = -0.0505$, $p = .512$, $OR = 0.951$, 95 % CI [0.817, 1.110]). Аналогичный анализ был проведен для чувства конфликта и чувства неопределенности. Для чувства конфликта модель оказалась статистически значимой: $\chi^2(3) = 167$, $R^2 = .0674$, $p < .001$. На уровне отдельных сравнений были выявлены следующие эффекты: интенсивность чувства конфликта оказалась значимым положительным предиктором аналитического решения ($\beta = 0.465$, $p < .001$, $OR = 1.593$, 95 % CI [1.463, 1.734]), истинного инсайтного решения ($\beta = 0.347$, $p < .001$, $OR = 1.414$, 95 % CI [1.297, 1.542]) и другого типа решения ($\beta = 0.419$, $p < .001$, $OR = 1.520$, 95 % CI [1.320, 1.750]). В случае чувства неопределенности модель не показала статистической значимости: $\chi^2(3) = 4$, $p = .262$. Однако на уровне отдельных сравнений на границе статистической значимости был выявлен эффект для аналитического решения ($\beta = 0.282$, $p = .050$, $OR = 1.325$, 95 % CI [1.0006, 1.756]).

Для проверки второй гипотезы был проведен корреляционный анализ. Данные распределены ненормально, поэтому применялся непараметрический критерий Спирмена. Была обнаружена значимая положительная корреляция.

ляция между интенсивностью чувства конфликта и временем второго решения ($r_{s(1443)} = .214$, $p < .001$). Однако для чувства пустоты ($r_{s(483)} = .025$, $p = .583$) и чувства неопределенности ($r_{s(144)} = .040$, $p = .635$) — нет.

Для изучения влияния интенсивности метакогнитивного чувства на вероятность смены ответа была использована бинарная логистическая регрессия. Для интенсивности чувства пустоты модель оказалась статистически значимой: $\chi^2(1) = 11.8$, $R^2 = .072$, $p < .001$. Точность прогноза составила 94.8 %, но исключительно за счет правильного предсказания случаев смены ответа. Увеличение интенсивности чувства пустоты на единицу связано с увеличением шанса смены ответа на 39 % ($OR = 1.39$, 95 % CI [1.15, 1.67]). Для чувства конфликта модель также оказалась значимой $\chi^2(1) = 90.9$, $R^2 = .104$, $p < .001$. Точность прогноза составила 83.9 %. Увеличение интенсивности чувства конфликта на единицу связано с увеличением шанса смены ответа на 50 % ($OR = 1.5$, 95 % CI [1.37, 1.64]). Для чувства неопределенности модель оказалась незначимой: $\chi^2(1) = 0.613$, $p < .433$.

Для проверки четвертой гипотезы использовался регрессионный анализ. Он показал, что интенсивность чувства конфликта значимо предсказывает снижение уверенности после первого ответа ($F(1, 1443) = 370$, $R^2 = .204$, $p < .001$). При увеличении интенсивности чувства конфликта на единицу прогнозируемый уровень уверенности снижается примерно на 0.49 балла по шкале уверенности. Для чувства неопределенности регрессионный анализ также предсказывает снижение уверенности после первого ответа: $F(1, 144) = 12.2$, $R^2 = .078$, $p < .001$. При увеличении интенсивности чувства неопределенности на единицу прогнозируемый уровень уверенности снижается примерно на 0.3 балла по шкале уверенности.

Обсуждение и выводы

Результаты исследования свидетельствуют о том, что интенсивность метакогнитивных чувств предсказывает изменение стратегии решения CRA-задач на аналитическую. Эти данные подтверждают гипотезу о роли метакогнитивных чувств как внутренних сигналов, запускающих переработку типа 2, и расширяют предыдущие модели, фокусировавшиеся на чувстве правильности и уверенности, новыми чувствами (Thompson et al., 2011; Ackerman, Thompson, 2017). Интерес представляет чувство конфликта, которое связано сразу с несколькими показателями: увеличением времени второго решения, снижением уверенности после первого ответа и сменой ответа. Чувство пустоты также предсказывало смену ответа, тогда как чувство неопределенности продемонстрировало связь исключительно с уровнем уверенности. Результаты показывают применимость парадигмы двойного ответа к CRA-задачам, а также поднимают вопрос о дифференциальной роли различных метакогнитивных чувств в регуляции мыслительных процессов, так как такое распределение эффектов позволяет предположить, что разные метакогнитивные чувства запускают аналитическую переработку через разные механизмы. Чувство конфликта, которое отражает частичное соответствие ответа условиям задачи, является сильным сигналом для подключения аналитической пе-

реработки: при этом на второе решение тратится больше времени, что также указывает на вовлечение процессов типа 2. Кроме этого, снижение уверенности при высокой интенсивности чувства конфликта может отражать характер этого чувства как комплексного сигнала: осознание неполноты решения сопровождается неуверенностью, что приводит к активации аналитических процессов при втором решении. Напротив, чувство пустоты при отсутствии первоначального решения ведет к аналитическому решению без увеличения времени, так как решатель сразу переходит к целенаправленному поиску, не сталкиваясь с необходимостью выбора или проверкой предыдущих решений. Чувство неопределенности же оказалось связано лишь с понижением уверенности, но почти не влияло на смену стратегии решения, что может быть связано как с недостаточным количеством наблюдений, так и со спецификой чувства: в отличие от конфликта, неопределенность не воспринимается как сигнал об ошибке и требует выбора, который, видимо, не всегда требует подключения аналитических процессов, а может опираться на какие-либо эвристические сигналы. Подобная специфика влияния разных чувств подчеркивает необходимость дальнейшего теоретического и эмпирического уточнения их функций. Итак, парадигма двойного ответа применима к CRA-задачам: она позволяет не только предсказывать изменение стратегии решения на аналитическую, но и исследовать различия в роли метакогнитивных чувств в регуляции мышления, хотя их точные механизмы требуют дальнейшего уточнения.

Литература

- Ackerman R., Thompson V.A. Meta-reasoning: Monitoring and control of thinking and reasoning // Trends in Cognitive Sciences. 2017. Vol. 21. No. 8. P. 607 – 617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.004>
- Evans J. S. B. T. On the resolution of conflict in dual process theories of reasoning // Thinking & Reasoning. 2007. Vol. 13. No. 4. P. 321 – 339. <https://doi.org/10.1080/13546780601008825>
- Kahneman D., Frederick S. Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment // Heuristics and Biases / T. Gilovich, D. Griffin, D. Kahneman (Eds.). Cambridge University Press, 2002. P. 49 – 81. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511808098.004>
- Salvi C., Barr N., Dunsmoor J. E., Grafman J. Insight problem solving ability predicts reduced susceptibility to fake news, bullshit, and overclaiming // Thinking & Reasoning. 2023. Vol. 29. No. 4. P. 760 – 784. <https://doi.org/10.1080/13546783.2022.2146191>
- Spiridonov V., Loginov N., Ardislamov V. Dissociation between the subjective experience of insight and performance in the CRA paradigm // Journal of Cognitive Psychology. 2021. Vol. 33. No. 6 – 7. P. 685 – 699. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1900198>
- Stanovich K. E., West R. F. Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? // Behavioral and Brain Sciences. 2000. Vol. 23. No. 5. P. 645 – 665. <https://doi.org/10.1017/s0140525x00003435>
- Thompson V. A. Dual-process theories: A metacognitive perspective // In two minds: Dual processes and beyond / J. S. B. T. Evans, K. Frankish (Eds.). Oxford: Oxford University Press, 2009. P. 171 – 196. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230167.003.0008>
- Thompson V. A., Prowse Turner J. A., Pennycook G. Intuition, reason, and metacognition // Cognitive Psychology. 2011. Vol. 63. No. 3. P. 107 – 140. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2011.06.001>

THE ROLE OF METACOGNITIVE FEELINGS FOR ENGAGING ANALYTICAL PROCESSING IN PROBLEM SOLVING

N. I. Loginov*, A. A. Agadzhanyan

lognikita@yandex.ru

RANEPA, Moscow

Abstract. Modern dual-process theories emphasize the role of metacognitive processes in regulating a shift from intuitive to analytical thinking. We aimed to identify which metacognitive feelings predict the use of an analytical strategy when solving compound remote associate (CRA) tasks. In a pilot study, three key metacognitive feelings were identified: feeling of emptiness, feeling of conflict, and feeling of uncertainty. The main study employed the dual-response paradigm, never applied before to CRA tasks. Participants provided two responses to each item: an initial fast, intuitive answer and a second answer generated in unlimited time. High intensity feelings of conflict predicted a shift to an analytical strategy, increased second response times, and had a higher likelihood of answer revision. Feelings of emptiness also predicted the use of an analytical strategy and increased the probability of answer change, although it did not affect response time. Feeling of uncertainty was only marginally associated with a shift toward analytical thinking. Additionally, higher intensities of conflict and uncertainty led to lower confidence in initial intuitive responses. These findings support the applicability of the dual-response paradigm to insight problem solving and extend existing models of metacognitive regulation by incorporating new types of metacognitive feelings that act as internal signals for engaging analytical processing in problem solving.

Keywords: metacognition, CRA, dual-response paradigm, dual-process theories, analytical processes, problem solving, insight

РОЛЬ ОЖИДАЕМОЙ СЛОЖНОСТИ ЗАДАЧИ В ИНСАЙТНОМ РЕШЕНИИ

Е. А. Лукашкина*, В. Ф. Спиридонов

lukashkina.kate@yandex.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Исследование направлено на выявление влияния ожидаемой сложности задачи, сформированной решением предыдущих задач, на ага-реакцию и сопутствующие метакогнитивные оценки собственного решения. На основе теории метакогнитивного предсказания и ошибки ожидания предполагается, что рассогласование между ожидаемой и меньшей фактической сложностью вызывает более яркое ага-переживание. Предложен экспериментальный дизайн с варьированием сложности предварительных задач (трудный/легкий трамплин), задающих когнитивную установку перед критическим стимулом. Это позволило протестировать гипотезы о связи между установкой на сложность и феноменологией ага-реакции. Участники оценивали уверенность в ответе, необходимые усилия и характер решения задачи. Результаты показали, что неожиданное облегчение задачи значимо повышает интенсивность ага-переживания, увеличивает уверенность ответов. Исследование демонстрирует роль метакогнитивного контекста в индуцировании инсайта и предлагает метод для его экспериментального изучения.

Ключевые слова: инсайт, метакогниции, ожидания, сложность, ошибка предсказания, ага-переживание, субъективные усилия

Введение

Инсайтное решение задач остается объектом активного исследования в когнитивной науке. С одной стороны, классические подходы, такие как теория изменения репрезентации (Ohlsson, 1992), описывают инсайт как результат когнитивного переструктурирования репрезентации задачи, при котором субъект снимает ограничивающие допущения. С другой стороны, современные исследования подчеркивают важность метакогнитивных процессов, особенно предсказаний и субъективных оценок, сопровождающих мышление (Koriat, 2007; Thompson et al., 2011). Особый интерес представляет идея о том, что рассогласование между ожидаемой и фактической сложностью задачи может вызывать ошибку предсказания (prediction error), интерпретируемую как ага-реакция (Dubey et al., 2021). Так, если задача представляется трудной, но оказывается легко решаемой, возникает положительное удивление, субъективно представленное как ага-переживание. Тем не менее роль ожидаемой сложности в этом процессе остается недостаточно изученной. Целью исследования является изучение того, как предварительная установка на

сложность задачи, формируемая за счет ранее предъявленных задач (так называемый трамплин), влияет на ага-реакцию, а также на уверенность и оценку необходимых усилий в ходе решения. Рассогласование между ожидаемой и фактической сложностью задачи может быть причиной метакогнитивной ошибки предсказания — феномена, который тесно связан с возникновением инсайта (Dubey et al., 2021; Friston, 2010; Clark, 2013). Ожидание высокой сложности задачи, за которым следует легкое решение, может усиливать восприятие внезапности и значимости, то есть интенсивность ага-переживания (Savinova, Korovkin, 2022).

Важно экспериментально изучить, как ожидаемая сложность задачи, сформированная через контекст предыдущих задач, влияет на:

- 1) интенсивность ага-переживания,
- 2) субъективные оценки необходимых усилий,
- 3) уверенность в решении.

Были выдвинуты следующие *гипотезы*:

H1. Ага-переживание будет наиболее интенсивным в условиях, когда задача оказывается легче, чем ожидалось (трудный трамплин → легкая задача).

H2. В этих же условиях будет наблюдаться больше «выскакивающих» (pop-out) решений и снижение оценки необходимых усилий.

В условиях, когда задача оказывается неожиданно легкой, участники могут воспринимать решение как внезапное и готовое — особенно на фоне предыдущей когнитивной нагрузки. В рамках метакогнитивной модели это объясняется атрибуцией субъективной неожиданности не задаче, а особенностям процесса — решение интерпретируется как «выскакивающее». В случае решения задач на отдаленные ассоциации (Compound Remote Association) это связано с работой особых механизмов (стратегий) решения, которые не предполагают последовательного перебора вариантов, что требует существенных усилий, а опираются на активацию семантических сетей, «предоставляющих» практически готовый ответ. Таким образом, решатель ожидает сложного перебора, вместо которого практически сразу возникает правильный или правдоподобный ответ.

H3. В условиях согласования ожиданий и фактической сложности контрольной задачи (например, легкий трамплин → легкая задача) значимых сдвигов в интенсивности ага-реакции и частоте «выскакивающих» решений не будет.

В этом случае возникшие ожидания приведут к предсказанному срабатыванию соответствующих механизмов (стратегий) решения. Это не должно привести к значимому изменению зависимых переменных.

Методика и материалы

Выборка. В исследовании приняли участие 173 человека. В качестве стимульного материала использовались адаптированные задачи на отдаленные ассоциации, каждый респондент решал 32 задачи.

Для проверки гипотезы о влиянии ожидаемой сложности использовался метод трамплина сложности. Каждому участнику предъявлялись блоки задач,

где три задачи составляли трамплин (либо легкий, либо трудный), за которым следовала критическая задача. Эти три задачи формировали когнитивный фон (трамплин), то есть предварительное ожидание характера следующей задачи. Всего в эксперименте было реализовано четыре условия, в зависимости от сочетания сложности трамплина и целевой задачи: легкий трамплин → легкая задача; легкий трамплин → трудная задача; трудный трамплин → трудная задача; трудный трамплин → легкая задача. В группу двух сложных сценариев попало 85 человек. В группу легких — 88 человек. После каждого трамплина, то есть перед каждой критической задачей, респонденты оценивали: 1) ожидаемые усилия. После решения каждой критической задачи участники оценивали: 2) интенсивность ага-переживания (Global Aha rating) (Danek, Wiley, 2017), 3) насколько уверены они в своем ответе. Все оценочные шкалы — от 1 до 7. Затем они 4) выбирали график, наиболее соответствующий типу их решения (Spiridonov et al., 2021):

1. Всплывающее решение (выскакивающее, внезапное): мгновенное осознание ответа без промежуточных этапов предварительного размышления.
2. Аналитическое решение с резким скачком: постепенная работа над задачей с внезапным переходом к правильному ответу.
3. Плавное аналитическое решение («подъем в гору»): постепенное приближение к ответу без резких скачков.
4. Решение после тупика (инсайт через тупик): сначала ощущение блокировки или невозможности решения, затем неожиданное озарение (классический инсайт).

Также фиксировались правильность и время ответа.

Результаты

Проведен дисперсионный анализ (ANOVA) по условию сочетания сложности трамплина и критической задачи ($N = 1357$). Обнаружен общий межгрупповой эффект: $F(3, 1353) = 8.735, p < .001, \eta^2 = .019$.

Таблица 1. Описательные статистики для интенсивности ага-переживания

Условие	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Легкий трамплин — легкая задача	334	3.34	1.99
Легкий трамплин — трудная задача	334	3.97	2.04
Трудный трамплин — трудная задача	345	4.07	2.03
Трудный трамплин — легкая задача	344	3.83	2.07

Н1. Интенсивность инсайта повышается при нарушении прогноза. Интенсивность ага-переживания (табл. 1) значительно выше в условии неожиданной легкости, чем в условии ожидаемой трудности: $F(1, 666) = 16.684, p < .001, \eta_p^2 \approx .024$. Также в условии неожиданной легкости уверенность в ответе была выше: $F(1, 666) = 10.648, p = .001, \eta_p^2 = .016$, а ожидаемые усилия между условиями существенно не различались: $F = 0, p = .985, \eta_p^2 < .001$, что подтверждает валид-

ность манипуляции сложностью задачи. Таким образом, эффект неожиданного облегчения задачи усиливает интенсивность ага-переживания и уверенность, что соответствует механизму метакогнитивного рассогласования ожиданий.

Уверенность в решении статистически значимо различалась между условиями: $F(3, 1353) = 9.453$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .021$. Наибольшая уверенность наблюдалась при неожиданной легкости ($M = 3.78$), тогда как при ожидаемой трудности ($M = 3.98$) и особенно при неожиданном усложнении ($M = 3.71$) она была ниже. Значимая разность наблюдалась между неожиданной легкостью и ожидаемой трудностью: $t = -3.789$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .010$, а также между неожиданной легкостью и неожиданным усложнением: $p = .002$, $\eta_p^2 = .007$. Уверенность чувствительна к предшествующим ожиданиям: она усиливается, когда задача оказывается легче, чем ожидалось. Оценка *усилий* также продемонстрировала выраженный эффект условия: $F(3, 1353) = 59.778$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .117$. Наивысшие оценки усилий зафиксированы при неожиданном усложнении ($M = 4.84$), что отражает метакогнитивный отклик на нарушение ожидания в сторону увеличения сложности. В условиях, где задача совпадала с ожиданием (легкая или трудная), усилия воспринимались как значительно меньшие ($M = 3.79$ и 3.55).

Таблица 2. Частота высказывающих решений по условиям

Условие	N высказывающих	Всего	% высказывающих
Легкий трамплин → легкая	93	334	27.8
Легкий трамплин → трудная	131	334	39.2
Трудный трамплин → трудная	143	345	41.4
Трудный трамплин → легкая	117	344	34.0

Н2. Высказывающие решения встретятся чаще в условиях нарушения ожиданий. Мы использовали классификацию графиков, отражающих типы решения. Сравнение условий неожиданной легкости и ожидаемой сложности показало *обратный ожидаемому результат*: частота высказывающих решений во втором случае была выше (41.4 %), чем в первом (34.0 %). Различие оказалось статистически значимым: $\chi^2(1) = 9.698$, $p = .006$, Cramér's $V = .135$ (малый/средний эффект). Таким образом, гипотеза о том, что неожиданное облегчение способствует «высказывающим» решениям, *не подтверждается* (табл. 2).

Н3. При совпадении ожиданий и фактической сложности интенсивность ага-переживания будет выражена слабее, частота высказывающих решений — меньше.

Для проверки гипотезы была проведена сравнительная оценка всех четырех экспериментальных условий. В условии ожидаемой легкости частота высказывающих решений составила 27.8 %, а в условии ожидаемой трудности — 41.4 %. Данный тип решений возникал значительно чаще, несмотря на отсутствие рассогласования между ожиданием и фактом. Полный анализ распределения всех типов графиков решений (1–4) в зависимости от экспериментального условия выявил статистически значимую связь: $\chi^2(12) = 29.690$, $p = .003$, Cramér's $V \approx .085$. Это говорит о том, что когнитивный контекст (в том

числе и совпадение/рассогласование ожиданий) влияет на тип решения. Следовательно, гипотеза НЗ в своей жесткой формулировке *не подтверждается*: даже при совпадении ожиданий может наблюдаться высокий уровень высказывающих решений. Это указывает на то, что инсайт может индуцироваться не только неожиданным облегчением, но и преодолением высокой когнитивной нагрузки.

Следует отметить, что, несмотря на различие в фактической сложности задач в условиях ожидаемой и неожиданной сложности, их сравнение является корректным в рамках представленного дизайна. В исследовании реализовано *полное варьирование* (2×2) с пересечением факторов ожидаемой и фактической сложности, что позволяет изолировать эффект метакогнитивного рассогласования. Таким образом, выявленные различия отражают не только влияние объективной сложности, но и ее взаимодействие с предварительной установкой.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты показали, что при неожиданной легкости задачи после трудных трамплинов интенсивность ага-переживания и субъективная уверенность значимо возросли — это согласуется с идеей ошибки предсказания. Однако высокая частота высказывающих решений наблюдается при ожидаемой высокой сложности (трудный трамплин → трудная задача). Это говорит о том, что инсайт может возникать не только из-за контраста ожиданий и фактической сложности, но и, например, из-за ситуации преодоления высокой когнитивной нагрузки. Уверенность усиливается при неожиданном облегчении. Ага-переживание может быть результатом взаимодействия ожиданий, реальной сложности и атрибуции количеству усилий. Ошибка предсказания влияет на субъективную уверенность и тип решения. Полученное увеличение доли высказывающих решений в условиях когнитивного контраста может быть интерпретировано через механизм метакогнитивной атрибуции. Когда решение дается легче, чем ожидалось, участники склонны приписывать это не задаче, а особенностям своей когнитивной обработки — воспринимая решение как не требующее усилий.

Литература

- Clark A. Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science // Behavioral and Brain Sciences. 2013. Vol. 36. No. 3. P. 181–204. <https://doi.org/10.1017/s0140525x12000477>
- Dane A. H., Wiley J. What about false insights? Deconstructing the Aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately // Frontiers in Psychology. 2017. Vol. 7. P. 2077:1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.02077>
- Dubey R., Ho M. K., Mehta H., Griffiths T. Aha! moments correspond to metacognitive prediction errors. Center for Open Science, 2021. <https://doi.org/10.31234/osf.io/c5v42>
- Friston K. The free-energy principle: A unified brain theory? // Nature Reviews Neuroscience. 2010. Vol. 11. No. 2. P. 127–138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>
- Koriat A., Helstrup T. Metacognitive aspects of memory // Everyday memory London: Psychology Press, 2007. P. 251–274. <https://doi.org/10.4324/9780203018774>

Ohlsson S. Information-processing explanations of insight and related phenomena // *Advances in the psychology of thinking* / M. Keane, J. Gilhooly K. (Eds.). London: Harvester-Wheatsheaf, 1992. P. 1 – 44.

Savinova A., Korovkin S. Surprise! Why insightful solution is pleasurable // *Journal of Intelligence*. 2022. Vol. 10. No. 4. P. 98:1 – 18. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040098>

Spiridonov V., Loginov N., Ardislamov V. Dissociation between the subjective experience of insight and performance in the CRA paradigm // *Journal of Cognitive Psychology*. 2021. Vol. 33. No. 6 – 7. P. 685 – 699. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1900198>

Thompson V.A., Prowse Turner J.A., Pennycook G. Intuition, reason, and metacognition // *Cognitive Psychology*. 2011. Vol. 63. No. 3. P. 107 – 140. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2011.06.001>

THE ROLE OF EXPECTED TASK DIFFICULTY IN INSIGHT PROBLEM SOLVING

E. A. Lukashkina*, V. F. Spiridonov
lukashkina.kate@yandex.ru
 RANEPA, Moscow

Abstract. This study aims to investigate the impact of expected task difficulty, shaped by the context of preceding tasks, on a subjective insight experience and associated metacognitive evaluations. Based on recent theories of metacognitive prediction and prediction error, it is hypothesized that a mismatch between expected and actual difficulty will intensify the Aha experience. An experimental design is proposed involving contextual manipulation (hard/easy priming tasks). A series of tasks forming a cognitive set before the critical item varied in difficulty. This allowed for testing key hypotheses regarding the relationship between difficulty expectations and the phenomenology of insight. Participants rated their confidence, perceived effort, and the type of solution. The results showed that unexpected task simplicity significantly increased the intensity of the Aha experience and boosted confidence. The study highlights the role of metacognitive context in regulating insight and offers a method for experimentally inducing it.

Keywords: insight, metacognition, expectations, task difficulty, prediction error, Aha effect, subjective effort

ПРОИЗНОСИМОСТЬ АНАГРАММ КАК ОБМАНЧИВЫЙ МЕТАКОГНИТИВНЫЙ СИГНАЛ

А. О. Мадни*, Д. В. Захарченко
madni.anna@gmail.com
РАНХиГС, Москва

Аннотация. Исследование направлено на выявление влияния произносимости анаграмм как одного из потенциальных метакогнитивных сигналов при их решении. Согласно нашей гипотезе, произносимость повышает субъективную беглость переработки, что, в свою очередь, может ошибочно интерпретироваться как снижение сложности задачи. Это может снижать вероятность использования стратегий когнитивной разгрузки, таких как манипуляции с буквами на экране, и тем самым негативно сказываться на эффективности решения. В эксперименте приняли участие 30 человек, решавших анаграммы на планшете методом перетаскивания букв. Анализ при помощи линейных смешанных моделей показал, что произносимость значимо снижает долю времени, потраченную на перемещение букв (то есть степень разгрузки), а также вероятность успешного решения, при этом не влияя на латентность начала действий. Полученные результаты интерпретируются в рамках подхода «воплощенное познание» и теорий метакогнитивного мониторинга. В дальнейшем планируется включение субъективных шкал оценки решаемости и ощущения трудности, чтобы более точно отследить влияние произносимости на метакогнитивные оценки и поведение.

Ключевые слова: психология мышления, когнитивная разгрузка, метакогниции, решение анаграмм, беглость

Исследование проведено в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

Решение задач является одним из центральных объектов исследования в когнитивной психологии. Современные исследования демонстрируют, что успешность решения задач зависит не только от внутренних когнитивных процессов, но и от активного взаимодействия с внешней средой, то есть от внешних репрезентаций и манипуляций с объектами (Kirsh, 2008). Такой подход отражается в современных теориях воплощенного (embodied) и расширенного познания (Clark, Chalmers, 1998), в рамках которых физические действия (например, перетаскивание букв в ходе решения анаграмм на планшете, поворот головы, ведение записей) выступают неотъемлемыми элементами когнитивной деятельности.

Одной из стратегий, иллюстрирующих роль внешних средств в процессе мышления, является когнитивная разгрузка (*cognitive offloading*). Согласно этому подходу, человек переносит часть когнитивной нагрузки во внешнюю среду, уменьшая тем самым нагрузку на рабочую память (Risko, Gilbert, 2016). Классические модели объясняют выбор когнитивной разгрузки рациональным балансом между объективными затратами когнитивного ресурса и успешностью решения задач (Gray, Fu, 2004). Однако более поздние исследования показывают, что решение о применении внешних стратегий во многом определяется не только объективными характеристиками задачи, но и субъективными метакогнитивными оценками (Ackerman, Thompson, 2017). В частности, Т.Данн и Э.Риско (Dunn, Risko, 2016) показали, что именно субъективные убеждения о полезности стратегии, а не ее объективные преимущества, определяют выбор испытуемых в пользу внешних действий.

Одним из ключевых метакогнитивных сигналов, влияющих на оценку трудности задачи и выбор стратегий ее решения, является беглость переработки (*processing fluency*), то есть субъективная легкость восприятия и обработки информации (Alter, Oppenheimer, 2009). Высокая беглость может вводить решателя в заблуждение, заставляя его ошибочно полагать, что задача легче, чем она есть на самом деле (Whittlesea, Williams, 2001).

Эффект влияния произносимости на успешность решения анаграмм является давно известным феноменом, впервые описанным еще в классической работе Р. Доминовски (Dominowski, 1969). С. Тополински и коллеги (Topolinski et al., 2016) продемонстрировали, что одним из источников такой ложной беглости может как раз являться произносимость решаемых анаграмм: более легко произносимые анаграммы воспринимаются решателями как проще решаемые, хотя объективно это может быть не так. При этом предполагается, что субъективная беглость может определять предпочтение моторного или ментального режима решения задачи: если решателю субъективно сложно удерживать информацию в рабочей памяти, он склонен чаще прибегать к внешним действиям, и наоборот (Логинов и др., 2021).

Таким образом, мы предполагаем, что произносимость анаграмм, увеличивая субъективную беглость, может стать ложным метакогнитивным сигналом, который ведет к неправильной оценке сложности задачи и снижению вероятности использования стратегий когнитивной разгрузки. Это, в свою очередь, может негативно сказаться на эффективности решения.

Методика

В исследовании приняли участие 30 студентов (4 мужчины, 26 женщин) в возрасте от 19 до 24 лет (средний возраст — 21 год). Все участники имели нормальное или скорректированное до нормы зрение и были носителями русского языка.

Использовалось 36 анаграмм (32 экспериментальные, 4 тренировочные). Анаграммы были уравнены по длине (количество букв и слогов) и эмоциональной нейтральности, также контролировалось наличие единственного решения и языковая частотность слов-решений. Участники решали ана-

граммы, переставляя буквы на экране планшета Windows (HP Pro Tablet 10 EE G1). После перестановки букв участники подтверждали свое решение. На решение каждой анаграммы отводилось не более 60 секунд. Порядок предъявления анаграмм был сбалансирован и рандомизирован для каждого участника. Всего было получено 1493 пробы. Пробы, в которых участники не прикасались к экрану планшета, были удалены из обработки.

Результаты

Для анализа полученных результатов использовались линейные смешанные модели, с включением случайных эффектов по участникам.

Ключевым результатом стало снижение доли времени, затраченного на перемещения букв при решении произносимых анаграмм ($\beta = -1.42\%$, $p < .001$), что свидетельствует о снижении использования стратегий когнитивной разгрузки. Также был обнаружен дополнительный эффект частотности ($\beta = 0.49$, $p = .017$), указывающий на увеличение внешних действий при работе с более частотными словами. Индивидуальные различия в поведении по этому показателю оказались значительными (коэффициент внутриклассовой корреляции $ICC = 0.340$).

Произносимость также негативно влияла на успешность решения анаграмм: вероятность успеха снижалась при высокой произносимости ($\beta = -0.267$, $OR = 0.765$, $p = .028$), что в очередной раз воспроизводит классический эффект произносимости (Dominowski, 1969). Аналогичный эффект был выявлен и для частотности слов ($\beta = -0.343$, $OR = 0.710$, $p < .001$). Таким образом, несмотря на субъективную «легкость» воспринимаемой задачи, произносимость снижала как разгрузку, так и объективный результат решения. Межиндивидуальные различия в успешности были слабо выражены ($ICC = 0.068$).

Временная задержка до первого движения (латентность) не зависела от произносимости ($\beta = 398$, $p = .420$), а также не демонстрировала значимой связи с частотностью слов ($\beta = -166$, $p = .134$), что говорит о том, что начальные метакогнитивные оценки сложности не отражаются в латентности начала решения. Тем не менее индивидуальные различия в этом показателе были умеренно выражены ($ICC = 0.165$), что согласуется с работой Логинова и коллег, в рамках которой латентность также не продемонстрировала связи с выбором ментального или моторного режима решения задачи (Логинов и др., 2021).

Ни количество перемещений ($\beta = -1.43$, $p = .477$), ни длина траектории ($\beta = -0.85$, $p = .563$) не зависели от произносимости. Однако оба этих параметра возрастали с увеличением частотности слов ($\beta = 6.41$, $p = .008$ и $\beta = 5.37$, $p = .022$ соответственно), что может отражать более интенсивную попытку поиска решения для более знакомых стимулов. Индивидуальные различия по этим метрикам составили $ICC = 0.250$ и 0.247 соответственно.

Обсуждение и выводы

Таким образом, результаты подтверждают гипотезу о том, что произносимость, увеличивая субъективную беглость, формирует ложную метакогнитивную уверенность и снижает вероятность использования внешней разгрузки,

что, в свою очередь, ухудшает эффективность решения задачи (см. также Alter, Oppenheimer, 2009; Dunn, Risko, 2016).

Несмотря на то что произносимость не оказывала влияния на начальную латентность — время, через которое участники начинали действовать, — она значительно снижала использование стратегии когнитивной разгрузки, измеряемой через процент времени, затраченного на перемещение букв. Это согласуется с моделью Аккерман и Томпсон (Ackerman, Thompson, 2017), согласно которой субъективная легкость обработки может вызывать ложную уверенность и, как следствие, снижение компенсаторных стратегий.

Реплицированный эффект произносимости на успешность позволяет предположить, что субъективная беглость воспринимается участниками как надежный индикатор легкости, даже в ситуациях, когда она вводит в заблуждение. В этом смысле наши результаты перекликаются с более ранними работами (Topolinski et al., 2016), где произносимость повышала субъективную решаемость даже нерешаемых анаграмм. Кроме того, высокие ICC по многим показателям предполагают выраженные индивидуальные различия в метакогнитивных предпочтениях, что делает актуальным исследование личностных и когнитивных факторов, определяющих склонность полагаться на внешнюю разгрузку, что также согласуется с предыдущими исследованиями (Логинов и др., 2021).

В дальнейших исследованиях мы планируем включить субъективную шкалу оценки метакогнитивных ощущений, аналогичную той, что использовалась в работе Тополински и коллег (Topolinski et al., 2016), с целью прямого измерения субъективной решаемости и легкости обработки. Это позволит проверить, действительно ли произносимость формирует ощущение «близости к решению, и каким образом она связана с выбором стратегий.

Литература

Логинов Н. И., Спиридонов В. Ф., Курбанов К. А., Ардисламов В. В., Аммайлаинен А. В., Вязовкина В. К. Устойчивые индивидуальные различия в предпочтениях ментального vs воплощенного режимов решения мыслительных задач // Когнитивная наука в Москве: новые исследования / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. Москва: Буки Веди, ИППИП, 2021. С. 259 – 260.

Ackerman R., Thompson V. A. Meta-reasoning: Monitoring and control of thinking and reasoning // Trends in Cognitive Sciences. 2017. Vol. 21. No. 8. P. 607 – 617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.004>

Alter A. L., Oppenheimer D. M. Uniting the tribes of fluency to form a metacognitive nation // Personality and Social Psychology Review. 2009. Vol. 13. No. 3. P. 219 – 235. <https://doi.org/10.1177/1088868309341564>

Clark A., Chalmers D. The extended mind // Analysis. 1998. Vol. 58. No. 1. P. 7 – 19. <https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7>

Dominowski R. L. The effect of pronunciation practice on anagram difficulty // Psychonomic Science. 1969. Vol. 16. No. 2. P. 99 – 100. <https://doi.org/10.3758/bf03336641>

Dunn T. L., Risko E. F. Toward a metacognitive account of cognitive offloading // Cognitive Science. 2016. Vol. 40. No. 5. P. 1080 – 1127. <https://doi.org/10.1111/cogs.12273>

Gray W. D., Fu W. Soft constraints in interactive behavior: The case of ignoring perfect knowledge in-the-world for imperfect knowledge in-the-head // Cognitive Science. 2004. Vol. 28. No. 3. P. 359 – 382. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2803_3

Kirsh D. Problem solving and situated cognition // *The Cambridge Handbook of Situated Cognition* / P. Robbins, M. Aydede (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2008. P. 264 – 306. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511816826.015>

Risko E. F., Gilbert S. J. Cognitive offloading // *Trends in Cognitive Sciences*. 2016. Vol. 20. No. 9. P. 676 – 688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>

Topolinski S., Bakhtiari G., Erle T. M. Can I cut the Gordian tknok? The impact of pronounceability, actual solvability, and length on intuitive problem assessments of anagrams // *Cognition*. 2016. Vol. 146. P. 439 – 452. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.10.019>

Whittlesea B. W. A., Williams L. D. The discrepancy-attribution hypothesis: I. The heuristic basis of feelings and familiarity // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2001. Vol. 27. No. 1. P. 3 – 13. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.1.3>

PRONOUNCEABILITY OF ANAGRAMS AS A MISLEADING METACOGNITIVE CUE

A. O. Madni*, D. V. Zakharchenko
madni.anna@gmail.com
RANEPA, Moscow

Abstract. This study investigates the impact of word pronounceability as a potential metacognitive cue in anagram solving. We hypothesized that pronounceability increases subjective processing fluency, which may be mistakenly interpreted as a reduction in task difficulty. As a result, this could reduce the likelihood of engaging in cognitive offloading strategies, such as physically manipulating letters on a touchscreen, thereby negatively affecting task performance. Thirty participants solved anagrams on a tablet by dragging letters. Linear mixed-effects model analysis revealed that pronounceability significantly decreased the proportion of time spent on letter movement (i.e., the degree of offloading), as well as the probability of a successful solution, while having no effect on the latency of the first action. These findings are interpreted within the frameworks of metacognitive monitoring and embodied cognition. In future studies, we plan to include subjective rating scales for perceived solvability and difficulty in order to more precisely track how pronounceability influences metacognitive judgments and strategic behavior.

Keywords: cognitive offloading, thinking and reasoning, metacognition, anagram solving, processing fluency

This research is supported by the RANEPA state assignment research program.

ВЛИЯНИЕ ЖАНРА ТЕКСТА И УРОВНЯ ПОНИМАНИЯ ПРОЧИТАННОГО НА ЗРИТЕЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ ПРИ ЧТЕНИИ

М. О. Маркевич, А. В. Стрельцова, А. А. Берлин Хенис*

berlin-henis.aa@talantiuspeh.ru

Научно-технологический университет «Сириус», Сочи

Аннотация. В ряде предыдущих исследований было показано, что чтение описательных текстов требует больших когнитивных ресурсов по сравнению с повествовательными, а низкий уровень понимания прочитанного затрудняет выбор оптимальных стратегий чтения таких текстов. Кроме того, поэтические тексты характеризуются более медленной зрительной обработкой по сравнению с прозой. В нашем исследовании приняли участие 44 подростка в возрасте 12–17 лет. Участники читали три типа текстов: повествовательного, описательного и поэтического жанра — а параллельно проводилась регистрация движений глаз с помощью метода айтрекинга. После каждого прочтения они выполняли тест на понимание содержания. Полученные данные показали, что уровень понимания прочитанного влияет на выбор стратегий чтения в зависимости от жанра. При чтении повествовательных текстов с ростом понимания снижалось число фиксаций и сокращалось общее время чтения. В описательных текстах, напротив, при лучшем понимании участники делали больше коротких фиксаций. Интересно, что в поэтических текстах глазодвигательный паттерн оставался неизменным вне зависимости от уровня понимания и демонстрировал наиболее медленную зрительную обработку.

Ключевые слова: жанр текста, понимание прочитанного, стратегии чтения, айтрекинг, чтение у подростков

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 24-28-20411.

Введение

Понимание прочитанного — один из важнейших навыков, который дети должны освоить в школе, поскольку большая часть академических знаний передается через тексты. В академической среде подростки работают с текстами разных жанров. Возникают вопросы: влияет ли жанр текста на особенности зрительной обработки и могут ли индивидуальные различия в понимании прочитанного по-разному проявляться в зрительной обработке разных текстов?

В предыдущих исследованиях было показано, что жанровая специфика текста влияет на процесс чтения и понимание прочитанного. Значительный объем исследований выявил, что понимание повествовательных текстов дается детям и подросткам легче, чем описательных (Clinton et al., 2020), что было объяснено более простой структурой повествовательных текстов и простой организацией словарного запаса с точки зрения длины слов и частоты

использования. На психофизиологическом уровне с использованием айтрекера было выявлено (Kraal et al., 2019), что читатели с низким уровнем понимания прочитанного адаптируют стратегию чтения к повествовательным текстам, но испытывают трудности при работе с описательным текстом, в отличие от читателей с высоким уровнем понимания прочитанного. В исследовании Блема и коллег (2022), также проведенном с использованием айтрекера, было обнаружено, что участники демонстрируют разные стратегии чтения для поэтических текстов и прозы. Чтение поэзии характеризуется более медленным темпом, чем чтение прозы, что может быть связано с более детальной обработкой ритмической структуры текста, которая характеризуется определенным ритмом, рифмами и размером.

Настоящее поисковое исследование посвящено изучению того, как жанр текста (повествовательный, описательный и поэтический) влияет на процесс чтения в зависимости от уровня понимания прочитанного у русскоязычных подростков в возрасте от 12 до 17 лет.

Методика

Участники. В исследовании приняли участие 44 подростка в возрасте от 12 до 17 лет ($M = 14.68$, $SD = 1.51$); 52 % из них — девочки. Все участники имели нормальное или скорректированное зрение и не сообщали о психических расстройствах, речевых нарушениях, употреблении психоактивных веществ или неврологических заболеваниях. Двое участников отметили нарушение слуха.

Процедура. Каждому участнику по очереди предъявлялись три текста в псевдорандомизированном порядке. После прочтения каждого текста следовало задание, где было необходимо ответить на пять закрытых вопросов с возможностью вернуться к тексту. Отдельно также предъявлялся один открытый вопрос. Перед основной частью эксперимента участники проходили тренировочное задание, которое не было включено в последующий анализ. Перед чтением каждого текста проводилась калибровка оборудования. Отдельно была проведена оценка уровня рабочей вербальной памяти с помощью задачи Word-Span: участники повторяли услышанные списки слов в любом порядке и получали суммарный балл.

Стимулы. В рамках исследования были разработаны три текста, представляющие разные жанры: описательный (165 слов), повествовательный (160 слов) и поэтический (63 слова). К каждому тексту прилагались пять закрытых и один открытый вопрос, направленные на оценку уровня понимания прочитанного.

Аппаратура и запись. Эксперимент проводился в специально подготовленной, звукоизолированной кабинке. Участники сидели на расстоянии приблизительно 75 см от экрана, при этом для ограничения движений головы использовалась специальная фиксирующая подставка. Тексты отображались черным шрифтом Arial (размер 22 pt) на светло-сером фоне с помощью программного обеспечения Experiment Builder (SR Research Ltd., Оттава, Канада). Регистрация движений глаз проводилась с использованием айтрекера EyeLink 1000+ (SR Research) с частотой 1000 Гц; отслеживался правый глаз.

Анализ данных. Анализ полученных данных был осуществлен при помощи языка программирования R, в пространстве R Studio (версия 1.12.2024). При анализе поведенческих данных в качестве зависимой переменной был выбран уровень понимания прочитанного текста, который представлял собой общее количество правильных ответов на закрытые и открытые вопросы, оцененные одним экспертом. В качестве фиксированных факторов был выбран жанр текста и уровень рабочей вербальной памяти. В качестве случайного был использован фактор участника. Параметр сдвига отражал среднее значение по всем условиям. Для попарных сравнений была использована коррекция по Бонферрони. При анализе глазодвигательных показателей во время чтения текстов в качестве зависимых переменных были выбраны следующие параметры движения глаз: длительность и количество фиксаций, количество регрессий, общее время фиксаций. В качестве фиксированных факторов был выбран жанр текста во взаимодействии с уровнем понимания прочитанного текста при контроле уровня рабочей вербальной памяти. В качестве случайных были использованы факторы участника и текста. Для кодирования контрастов применена функция `sum.contrast`, таким образом параметр сдвига отражал среднее значение по всем условиям. Для каждого глазодвигательного параметра была построена отдельная модель. Для попарных сравнений была использована коррекция по Бонферрони.

Результаты

Мы обнаружили, что точность ответа снижалась при условии описательного текста ($\beta = -0.403$, $t = -5.158$, $p < .0001$). Точность ответа увеличивалась при условии поэтического текста ($\beta = 0.273$, $t = 2.061$, $p = .042$). Результаты попарных сравнений показали, что точность ответа увеличивалась при условии повествовательного текста в сравнении с описательным ($\beta = 0.477$, $z = 3.484$, $p = .002$). А также точность ответа снижалась в условии описательного ($\beta = -0.731$, $z = -5.343$, $p < .0001$) текста по сравнению с поэтическим текстом. С увеличением уровня вербальной рабочей памяти уровень понимания прочитанного увеличивался ($\beta = 0.396$, $t = 3.795$, $p < .001$).

Мы обнаружили, что жанр текста влиял на все основные глазодвигательные параметры. По сравнению с поэтическим текстом описательный приводил к более коротким фиксациям ($\beta = -2.967$, $t = -4.074$, $p < .0001$), меньшему количеству фиксаций ($\beta = -1.267$, $t = -2.238$, $p = .026$) и снижению числа регрессий ($\beta = -1.763$, $t = -2.040$, $p = .042$), тогда как поэтический текст, напротив, удлинял фиксации ($\beta = 5.275$, $t = 256.572$, $p < .0001$), увеличивал их число ($\beta = 2.359$, $t = 27.059$, $p < .0001$) и приводил к большему числу регрессий ($\beta = 0.139$, $t = 16.795$, $p < .0001$). Попарные сравнения показали, что и в повествовательном, и в описательном условиях все три параметра были ниже, чем в поэтическом: длительность фиксаций (повествовательный: $\beta = -0.043$, $z = -3.019$, $p = .008$; описательный: $\beta = -0.065$, $z = -4.449$, $p < .0001$), число фиксаций (повествовательный: $\beta = -0.289$, $z = -2.522$, $p = .035$; описательный: $\beta = -0.338$, $z = -2.949$, $p = .010$), количество регрессий (повествовательный: $\beta = -0.177$, $z = -3.064$, $p = .007$; описательный: $\beta = -0.179$, $z = -3.109$, $p = .006$).

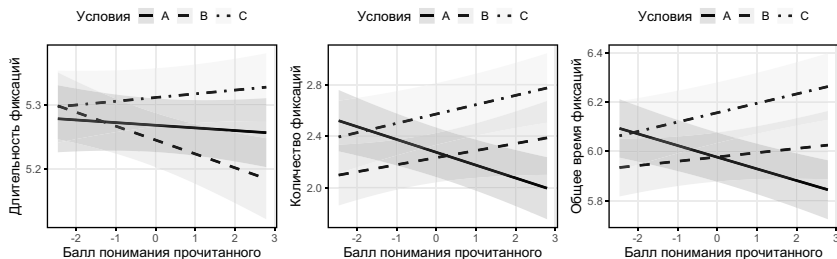


Рисунок 1. Влияние уровня понимания прочитанного на глазодвигательные параметры: длительность фиксации, количество фиксации и общее время фиксации. А — повествовательный текст, В — описательный текст, С — поэтический текст

То же справедливо для общего времени фиксации: оно сокращалось для повествовательных ($\beta = -0.177$, $z = -3.064$, $p = .007$) и описательных ($\beta = -0.179$, $z = -3.109$, $p = .006$) текстов относительно поэтических. Ни в одной из моделей уровень вербальной рабочей памяти не достиг статистической значимости.

Взаимодействие между уровнем понимания прочитанного и жанром показало, что с увеличением понимания прочитанного длительность фиксации в описательном тексте сокращается ($\beta = -1.494$, $t = -3.541$, $p < .001$; рис. 1А), а количество фиксации различается внутри жанров: при повествовательном тексте сокращается ($\beta = -1.091$, $t = -6.558$, $p < .0001$), но при описательном увеличивается ($\beta = 4.586$, $t = 2.386$, $p = .017$; рис. 1В). Наконец, общее время фиксации при повествовательном условии также снижалось с увеличением понимания прочитанного ($\beta = -5.009$, $t = -6.677$, $p < .0001$; рис. 1С). Взаимодействие для количества регрессий не достигло статистической значимости.

Обсуждение и выводы

В настоящем исследовании мы обнаружили, что задача на понимание для повествовательного текста выполняется точнее, чем для описательного текста. Этот результат соответствует многим предыдущим исследованиям (Clinton et al., 2020) и объясняется тем, что повествовательный текст структурирован вокруг целей персонажа и хронологической последовательности, что помогает читателю ожидать логической взаимосвязи идей, в то время как описательные тексты обладают более разнообразной структурой, затрудняющей их обработку.

На психофизиологическом уровне мы обнаружили, что обработка поэтического текста была медленнее в сравнении с повествовательным и описательным текстами. Эти результаты согласуются с результатами, полученными Блемом и коллегами (2022), и объясняются особенностями обработки ритмической структуры, требующей внимания к ритму, рифме и размеру поэтического текста. Новым результатом является вклад уровня понимания прочитанного в обработку текстов разных жанров. Мы обнаружили, что по мере увеличения уровня понимания прочитанного в условии повествовательного текста читатели совершали меньше фиксации и читали текст быстрее, а в ус-

ловию описательного текста читатели совершали больше коротких фиксаций. При этом мы не обнаружили никакой связи уровня понимания прочитанного с глазодвигательными переменными в условии поэтического текста, что требует дальнейшего изучения.

Таким образом, в текущем исследовании мы показали специфику зрительной обработки текстов разных жанров у русскоязычных подростков 12–17 лет, в том числе смогли проследить изменения глазодвигательных паттернов в зависимости от уровня понимания прочитанного.

Литература

Blohm S., Versace S., Methner S., Wagner V., Schlesewsky M., Menninghaus W. Reading poetry and prose: Eye movements and acoustic evidence // *Discourse Processes*. 2022. Vol. 59. No. 3. P. 159–183. <https://doi.org/10.1080/0163853x.2021.2015188>

Clinton V., Taylor T., Bajpayee S., Davison M.L., Carlson S.E., Seipel B. Inferential comprehension differences between narrative and expository texts: A systematic review and meta-analysis // *Reading and Writing*. 2020. Vol. 33. No. 9. P. 2223–2248. <https://doi.org/10.1007/s11145-020-10044-2>

Kraal A., van den Broek P.W., Koornneef A.W., Ganushchak L.Y., Saab N. Differences in text processing by low- and high-comprehending beginning readers of expository and narrative texts: Evidence from eye movements // *Learning and Individual Differences*. 2019. Vol. 74. P. 101752:1–14. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101752>

INFLUENCE OF TEXT GENRE AND COMPREHENSION LEVEL ON VISUAL PROCESSING DURING READING

M. O. Markevich, A. V. Streltsova, A. A. Berlin Khenis*

berlin-henis.aa@talantiuspeh.ru

Sirius University of Science and Technology, Sochi

Abstract. Previous studies have shown that reading expository texts requires greater cognitive resources than reading narrative texts, and that low comprehension levels hinder the adoption of optimal reading strategies for such materials. Moreover, poetic texts are characterized by slower visual processing compared with prose. In the present study, 44 adolescents aged 12–17 read three types of texts—narrative, expository, and poetic—while their eye movements were recorded via eye tracking. After each reading, they completed a comprehension test. The data revealed that comprehension level modulates reading strategy selection in a genre-dependent manner: for narrative texts, higher comprehension was associated with fewer fixations and a shorter overall reading time; for expository texts, better comprehension led to an increase in brief fixations; interestingly, poetic texts exhibited stable oculomotor patterns regardless of comprehension level and showed the slowest visual processing.

Keywords: text genre, reading comprehension, reading strategies, eye tracking, reading in adolescence

This research is supported by Russian Science Foundation grant No. 24-28-20411.

ВЛИЯНИЕ ЗАДАЧИ НА СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СЛОВ

Е. Н. Мартынова* (1), Д. В. Люсин (1, 2)

enmartynova@outlook.com

1 – ВШЭ, Москва;

2 – ИП РАН, Москва

Аннотация. Целью данного исследования была оценка влияния задачи на связь между валентностью эмоциональной окраски слов и скоростью их обработки. Согласно существующим теориям, отрицательные стимулы обычно обрабатываются медленнее из-за их способности захватывать внимание, однако это не всегда так. В частности, гипотеза релевантности ответа предполагает, что в задачах, где эмоциональная валентность слова является релевантным параметром для ответа (например, надо назвать валентность слова), отрицательные стимулы могут обрабатываться быстрее. Для проверки этой гипотезы был проведен эксперимент, который включал задачи на лексическое решение, эмоциональную категоризацию, свободное припоминание и узнавание с использованием отрицательных, положительных и нейтральных слов. Результаты исследования подтверждают гипотезу релевантности ответа: обработка отрицательных слов ускорялась в задаче на эмоциональную категоризацию по сравнению с лексическим решением. В то же время отрицательные и положительные слова обрабатывались быстрее, чем нейтральные, при выполнении задачи на эмоциональную категоризацию.

Ключевые слова: эмоциональная категоризация, лексическое решение, обработка слов, эмоциональные слова, эмоциональная валентность, эмоции и познание

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Эмоциональные и нейтральные стимулы обрабатываются по-разному – это проявляется в первую очередь в скорости их обработки. Отрицательные стимулы обычно обрабатываются медленнее из-за того, что они удерживают внимание (Pratto, John, 1991). Положительные стимулы больше похожи друг на друга, чем отрицательные, поэтому они легче воспринимаются и быстрее обрабатываются (Unkelbach et al., 2008). Однако отрицательные стимулы не всегда обрабатываются медленнее. Согласно гипотезе релевантности ответа, захват внимания отрицательными стимулами ведет к более медленному ответу только в тех случаях, когда валентность не является релевантным параметром (например, в задаче на лексическое решение). В задачах же, где валентность слова релевантна ответу (например, в задаче эмоциональной категоризации, где испытуемому нужно назвать валентность слова), нет необхо-

димости переключать внимание с валентности, поэтому время ответа должно ускориться (Estes, Verges, 2008).

Целью данного исследования была оценка влияния характера задачи на связь между валентностью и скоростью обработки слов. Во-первых, мы предполагаем, что в лексическом решении связь времени реакции (ВР) с валентностью будет линейной: положительные стимулы будут обрабатываться быстрее, чем нейтральные, а нейтральные — быстрее, чем отрицательные. Во-вторых, для эмоциональной категоризации ВР будет демонстрировать η -образную связь: положительные и отрицательные стимулы будут обрабатываться быстрее, чем нейтральные. Также данное исследование направлено на проверку гипотезы релевантности ответа: для ее косвенной проверки мы использовали задачи на память. С одной стороны, согласно теории уровней обработки информации (Craik, Lockhart, 1972), стимул с большей вероятностью запомнится, если на него направлено больше внимания. Соответственно, отрицательные слова после эмоциональной категоризации должны запоминаться хуже, чем после лексического решения, потому что их обработка ускоряется. С другой стороны, удержание внимания на отрицательных словах должно привести к тому, что они будут запоминаться так же, как и после задачи на лексическое решение, несмотря на ускорение обработки.

Метод

В эксперименте приняли участие 70 человек от 18 до 25 лет ($M=19.31$, $SD=1.65$), 60 женщин. Эксперимент включал 40 нейтральных, 40 отрицательных (по 20 с высоким и низким возбуждением) и 40 положительных (по 20 с высоким и низким возбуждением) слов из базы ENRuN (Люсин, Сысоева, 2016), а также 60 псевдослов.

В первой части эксперимента испытуемый выполнял задачу на лексическое решение (отвечал, имеет ли слово смысл) либо на эмоциональную категоризацию (нужно определить валентность слова — положительная, отрицательная или нейтральная). В этой части использовалась первая половина списка слов (20 нейтральных, 20 отрицательных и 20 положительных). После этого испытуемый выполнял две задачи на память: свободное припоминание (в течение пяти минут вспоминал и записывал слова, которые использовались в предыдущей задаче) и узнавание (испытуемому предъявлялись все 120 слов, и нужно было определить, использовались они в предыдущей части эксперимента или нет). Во второй части эксперимента испытуемому давалась задача на эмоциональную категоризацию либо на лексическое решение с использованием второй половины списка слов. Таким образом, половина испытуемых сначала выполняла задачу на лексическое решение, а затем на эмоциональную категоризацию, а вторая половина — в обратном порядке.

Результаты

Пробы с ошибками удалялись из анализа (3.71 % для лексического решения и 15.52 % для эмоциональной категоризации). Также были удалены пробы

с ВР меньше чем 300 мс или больше чем 2500 мс для лексического решения (1.02 %) и 3000 мс для эмоциональной категоризации (3.08 %).

Было подсчитано среднее ВР для нейтральных, отрицательных (с высоким возбуждением) и положительных (с высоким возбуждением) слов. Для результатов узнавания были рассчитаны показатели d' для каждого испытуемого отдельно для трех типов слов. Описательные статистики приведены в табл. 1.

Таблица 1. Описательные статистики (средние и стандартные отклонения) для лексического решения, эмоциональной категоризации, узнавания и свободного припоминания

Слова	Лексическое решение	Эмоциональная категоризация	Узнавание		Свободное припоминание	
	ВР в мс	ВР в мс	d' после ЛР $N = 19$	d' после ЭК $N = 24$	после ЛР $N = 34$	после ЭК $N = 35$
Нейтральные	700 (271)	1067 (496)	1.01 (0.69)	1.60 (0.80)	1.73 (1.54)	1.76 (0.94)
Отрицательные	687 (237)	954 (384)	1.17 (0.68)	1.76 (0.94)	1.84 (1.40)	1.60 (0.80)
Положительные	670 (239)	975 (448)	0.80 (0.73)	1.44 (0.83)	2.29 (1.64)	1.44 (0.83)

Примечание. Для свободного припоминания приведено количество воспроизведенных слов. Из анализа узнавания были удалены результаты 27 испытуемых, потому что у них были отрицательные d' . Из результатов свободного припоминания были удалены результаты одного испытуемого, потому что он не назвал ни одного слова.

Для проверки основных гипотез использовались линейные модели со смешанными эффектами. Фиксированными эффектами были *задача* (лексическое решение, эмоциональная категоризация) и *валентность слов* (положительная, отрицательная). Случайными эффектами были *слова* и *испытуемые*. Зависимой переменной выступали ВР, трансформированные в z-оценки. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты статистического анализа для модели со смешанными эффектами

Предикторы	df	F-value	p
Валентность	2, 74	10.14	< .001
Задача	1, 4944	0.43	.51
Валентность × Задача	2, 4977	5.68	.01

Примечание. Формула: $z\text{-score} \sim \text{task} * \text{valence} (1|\text{word}) (1|\text{participant})$

Для попарных сравнений использовался метод наименьших квадратов. Были выявлены значимые различия между z-оценками для эмоциональной категоризации и лексическим решением. Z-оценки для нейтральных слов были ниже во время лексического решения ($t(5001) = 2.34$, $p_{\text{Tukey}} = .02$), а для отрицательных — во время эмоциональной категоризации ($t(4982) = -2.43$, $p_{\text{Tukey}} = .02$). Также во время эмоциональной категоризации положительные ($t(181) = 3.78$, $p_{\text{Tukey}} < .001$) и отрицательные ($t(177) = 4.88$, $p_{\text{Tukey}} < .001$) слова обрабатывались

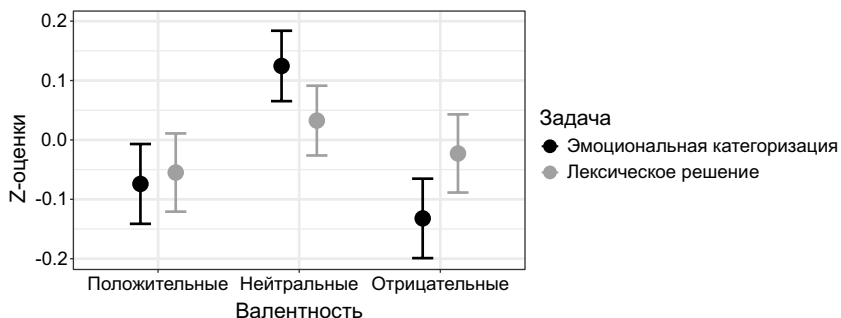


Рисунок 1. Средние z-оценки для положительных, нейтральных и отрицательных слов во время эмоциональной категоризации и лексического решения

быстрее нейтральных. Для лексического решения значимых различий получено не было.

Для косвенной проверки гипотезы релевантности ответа с помощью задач на память использовалась линейная регрессия. В качестве предикторов использовались *задача* (эмоциональная категоризация, лексическое решение) и *ВР*. Зависимыми переменными были d' для узнавания и количество названных слов для свободного припоминания. Анализ проводился только для отрицательных слов. Результаты приведены в табл. 3.

Обсуждение результатов

Гипотеза о связи валентности и скорости обработки при выполнении задачи на лексическое решение не подтвердилась: положительные, отрицательные и нейтральные слова обрабатывались с одинаковой скоростью. Гипотеза о связи валентности и скорости обработки при выполнении задачи на эмоциональную категоризацию подтвердилась: положительные и отрицательные слова обрабатывались быстрее, чем нейтральные. Гипотеза релевантности

Таблица 3. Результаты линейной регрессии для анализа результатов задач на память для отрицательных слов

Коэффициенты	<i>t</i>	<i>p</i>
Узнавание		
Свободный член	2.18	.03
Задача	-1.45	.15
ВР	0.34	.73
Свободное припоминание		
Свободный член	3.07	.01
Задача	-1.78	.08
ВР	-0.66	.52

ответа также подтвердилась. Во-первых, z-оценки для отрицательных слов в эмоциональной категоризации были меньше, чем в лексическом решении. Во-вторых, результаты задач на память для отрицательных слов после эмоциональной категоризации и лексического решения не различаются.

Если обобщить полученные результаты, то можно заметить, что валентность не ускоряет и не замедляет скорость обработки по умолчанию. Специфика обработки эмоциональных слов зависит в первую очередь от взаимодействия контекста (задачи), в которой они обрабатываются, с их валентностью. Так, обработка эмоциональных слов при выполнении задачи эмоциональной категоризации ускоряется, потому что валентность становится приоритетным параметром, а валентность у эмоциональных слов более очевидна, чем у нейтральных. В лексическом решении различия в скорости отсутствуют, потому что ключевой параметр для решения задачи может определяться раньше, чем валентность (например, по внешним признакам слова).

Литература

Сысоева Т.А., Люсин Д.В. ENRuN: база данных с нормативными оценками эмоциональной окраски существительных русского языка // Процедуры и методы экспериментально-психологический исследований / Под ред. В.А. Барабанщикова. М.: ИП РАН, 2017. С. 126 – 131.

Craik F. I. M., Lockhart R. S. Levels of processing: A framework for memory research // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1972. Vol. 11. No. 6. P. 671 – 684. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(72\)80001-x](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(72)80001-x)

Estes Z., Verges M. Freeze or flee? Negative stimuli elicit selective responding // Cognition. 2008. Vol. 108. No. 2. P. 557 – 565. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.03.003>

Pratto F., John O. P. Automatic vigilance: The attention-grabbing power of negative social information // Journal of Personality and Social Psychology. 1991. Vol. 61. No. 3. P. 380 – 391. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.3.380>

Unkelbach C., Fiedler K., Bayer M., Steg Müller M., Danner D. Why positive information is processed faster: The density hypothesis // Journal of Personality and Social Psychology. 2008. Vol. 95. No. 1. P. 36 – 49. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.95.1.36>

THE INFLUENCE OF TASK ON PROCESSING SPEED OF EMOTIONAL WORDS

E. N. Martynova* (1), D. Lyusin (1, 2)

enmartynova@outlook.com

1 — HSE University, Moscow;

2 — IP RAS, Moscow

Abstract. The present study assessed the effect of task on the relationship between a word's emotional valence and processing speed. According to existing theories, negative stimuli are generally processed more slowly due to their attention-grabbing power; however, this is not always the case. In particular, the response relevance hypothesis suggests that in tasks where emotional valence is a relevant parameter (e.g., when participants are asked to categorize the valence of a word), negative stimuli may be processed faster. The experiment included lexical decision, valence judgments, free recall, and old/new recognition tasks using negative, positive, and neutral words. The results support the response relevance hypothesis: the processing of negative words was faster in the emotional categorization task compared to lexical decision. At the same time, both negative and positive words were processed faster than neutral words in the valence judgments task.

Keywords: valence judgments, lexical decision, word processing, emotional word, emotional valence, emotion and cognition

This work is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at HSE University.

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ TETRIS НА ЗАПОМИНАНИЕ СЛОВ

Д. С. Михеева*, Т. В. Прякина

dariamihaevas@yandex.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. В недавних исследованиях было выявлено, что игры с высокими зрительно-пространственными требованиями, такие как Tetris, способны сокращать количество негативных воспоминаний и влиять на эмоциональное состояние, в том числе нейтрализовать воздействие негативного аффекта на запоминание негативно окрашенных слов. Ранее подобный эффект был продемонстрирован только на выборке людей с ПТСР. В данном исследовании проверяется наличие такого же эффекта у здоровой выборки. У двух групп испытуемых ($n = 54$) был индуцирован негативный аффект посредством демонстрации видеоролика, успешность воздействия была оценена с помощью теста ЭмоС-15. Далее их просили запомнить набор из 10 эмоционально окрашенных слов, однако перед выполнением этого задания одной группе нужно было сделать 10-минутный перерыв на игру Tetris. Были обнаружены значимые различия в запоминании слов, причем группа, игравшая в компьютерную игру, показала лучшие результаты. При этом размер эффекта оказался малым ($r = .157$), что указывает на слабую выраженность воздействия игры Tetris на результаты.

Ключевые слова: индукция эмоций, эмоциональная регуляция, задача на запоминание слов, эмоциональный аффект, эффект интерференции

Введение

В недавних исследованиях было выявлено, что игры с высокими зрительно-пространственными требованиями, такие как Tetris, способны избирательно нарушать сенсорные аспекты памяти за счет конкуренции за ограниченные когнитивные ресурсы (Baddeley, 2000; Kavanagh, 2001). *Цель* нашего исследования — изучить способность задач такого типа нейтрализовать воздействие негативного аффекта на запоминание эмоционально окрашенных слов (Bower, 1981; Rinck et al., 1992; Forgas, 1990; Fiedler, Forgas, 1988). Ранее данный эффект был рассмотрен только на испытуемых с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР; Iyadurai et al., 2018). *Проблема* исследования заключается в определении возможности использования компьютерной игры Tetris для снижения влияния негативного аффекта у здоровой выборки.

Гипотеза: кратковременное вмешательство с использованием компьютерной игры Tetris будет приводить к различиям в успешности запоминания негативно эмоционально окрашенных слов для испытуемых с негативным аффектом.

Обоснование: предполагается, что индуцирование негативного аффекта создаст конгруэнтное состояние при запоминании эмоционально негативно окрашенных слов, что позволит увидеть эффект их лучшего запоминания (Bower, 1981; Rinck et al., 1992; Balch et al., 1999) по сравнению с группой испытуемых, негативный аффект которых будет «разрушен» посредством кратковременного воздействия с помощью компьютерной игры «Tetris». Предполагается, что игра позволяет воздействовать на лабильную в этот момент память за счет избирательного нарушения ее сенсорных аспектов при конкуренции за ограниченные когнитивные ресурсы (Baddeley, 2000; Kavanagh et al., 2001).

Методика

Нашу *выборку* составили 80 человек — студенты различных специальностей за исключением психологов, в возрасте от 18 до 25 лет ($M = 20.3$, $SD = 1.94$). После первичной обработки данных (определение успешности индуцирования негативного аффекта) в итоговую выборку вошли 54 человека (28 женщин и 24 мужчины), которые были распределены в равном количестве в две экспериментальные группы (по 27 человек в каждую).

Процедура включала следующие этапы и методики. (1) Эмоциональное состояние испытуемых до и после индуцирования оценивалось с помощью самоотчетной методики ЭмоС-15 (Люсин, 2019) — проверялось, повышается ли показатель отрицательного аффекта. (2) Воздействие было оказано посредством демонстрации отрывка из фильма «Чемпион» (Панкратова, Люсин, 2018). (3) Для одной из групп был введен дополнительный этап — необходимо было прерваться на компьютерную игру Tetris, ссылка на которую предоставлялась посредством Telegram-бота. Вторая группа в это же время переходила к следующему этапу эксперимента. (4) Обеим группам предоставлялся список из 10 слов, которые необходимо было запомнить за минимальное необходимое для этого время: беда, бессилие, неудача, болезнь, разочарование, беспомощность, разлука, авария, одиночество. Затем ответ (воспроизведение слов) предоставлялся в письменной форме.

В ходе прохождения эксперимента испытуемые работали с Telegram-ботом и электронными формами, отдельно созданными для каждой из групп испытуемых. Сценарий, заложенный в Telegram-боте: запуск бота с помощью соответствующей команды, заранее обозначенной экспериментатором, прохождение теста ЭмоС-15 с помощью электронной формы по ссылке в сообщении бота, возвращение в чат и просмотр видео, повторное прохождение теста ЭмоС-15 с помощью электронной формы по ссылке в сообщении бота, для одной из групп возвращение в чат и переход к игре в Tetris в онлайн-формате в течение 10 минут, переход к электронной форме и получение списка из 10 слов для запоминания и последующего воспроизведения на заключительной «странице» формы.

Результаты

Описательные статистики по запоминанию слов приведены в табл. 1. Распределение данных проиллюстрировано на рис. 1, оно отличалось от нормального (критерий Шапиро — Уилка).

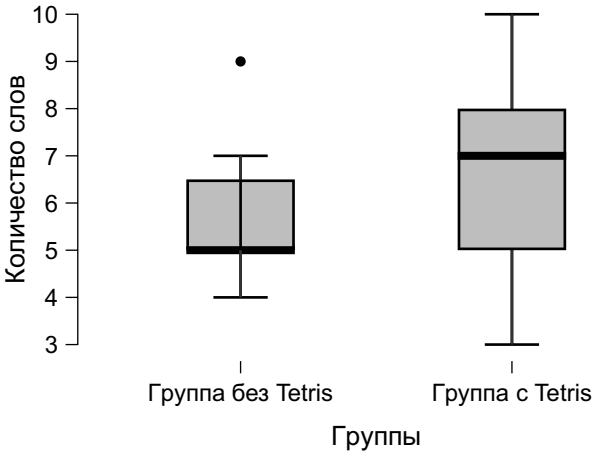


Рисунок 1. Диаграмма размаха для количества воспроизведенных слов в двух группах

Таблица 1. Описательные статистики и характеристика распределения

	Слов запомнили	
	Группа без воздействия Tetris, N = 27	Группа с воздействием Tetris, N = 27
Mean	5.63	6.80
Std. Deviation	1.40	2.04
Shapiro – Wilk	0.80	0.92
P-value of Shapiro – Wilk	.004	.040
Minimum	4	3
Maximum	9	10

Тест Манна – Уитни показал статистически значимые различия в успешности запоминания слов между группами ($U = 234$, $p = .011$). Размер эффекта оказался малым ($r = .157$), что указывает на слабую выраженность воздействия игры Tetris на полученные результаты.

Обсуждение результатов и вывод

Наша гипотеза подтвердилась: мы могли наблюдать различия в успешности запоминания слов между двумя экспериментальными группами. Небольшой размер эффекта мог быть обусловлен онлайн-форматом нашего исследования. Выбор онлайн-формата позволил нам максимально расширить выборку, а также упростить взаимодействие с испытуемыми с помощью Telegram-бота, который обеспечивал возможность сократить переходы между различными электронными страницами и оперативно получать инструкцию для выполне-

ния заданий. В следующем исследовании предполагается ввести более строгий контроль за процессом прохождения эксперимента, а также включить дополнительные условия воздействия на эмоциональное состояние для определения, может ли иная интерферирующая деятельность обладать эффектом, схожим с игрой в Tetris.

Литература

- Люсин Д. В. ЭмоС-15: самоотчетная методика для измерения ядерного аффекта // Психологический журнал. 2019. Т. 5. С. 97 – 106.
- Панкратова А. А., Люсин Д. В. Видеоролики для индукции эмоций в лабораторных условиях: нормативные данные и кросс-культурный анализ // Экспериментальная психология. 2018. Т. 11. № 2. С. 5 – 15. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2018110201>
- Baddeley A. The episodic buffer: A new component of working memory? // Trends in Cognitive Sciences. 2000. Vol. 4. No. 11. P. 417 – 423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Balch W. R., Myers D. M., Papotto C. Dimensions of mood in mood-dependent memory // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1999. Vol. 25. No. 1. P. 70 – 83. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.1.70>
- Bower G. H. Mood and memory // American Psychologist. 1981. Vol. 36. No. 2. P. 129 – 148. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.36.2.129>
- Fiedler K., Forgas J. P. Affect, cognition, and social behavior. Toronto: Hogrefe, 1988.
- Forgas J. P., Bower G. H., Moylan S. J. Praise or blame? Affective influences on attributions for achievement // Journal of Personality and Social Psychology. 1990. Vol. 59. No. 4. P. 809 – 819. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.59.4.809>
- Iyadurai L., Blackwell S. E., Meiser-Stedman R., Watson P. C., Bonsall M. B., Geddes J. R., Nobre A. C., Holmes E. A. Preventing intrusive memories after trauma via a brief intervention involving Tetris computer game play in the emergency department: A proof-of-concept randomized controlled trial // Molecular Psychiatry. 2018. Vol. 23. No. 3. P. 674 – 682. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.23>
- Kavanagh D. J., Freese S., Andrade J., May J. Effects of visuospatial tasks on desensitization to emotive memories // British Journal of Clinical Psychology. 2001. Vol. 40. No. 3. P. 267 – 280. <https://doi.org/10.1348/014466501163689>
- Rinck M., Glowalla U., Schneider K. Mood-congruent and mood-incongruent learning // Memory & Cognition. 1992. Vol. 20. No. 1. P. 29 – 39. <https://doi.org/10.3758/bf03208251>

THE INFLUENCE OF THE TETRIS COMPUTER GAME ON WORD MEMORIZATION

D. S. Mihaeva*, T. V. Pryakhina

dariamihaevas@yandex.ru

RANEPA, Moscow

Abstract. Recent studies have shown that games with high visuospatial demands, such as *Tetris*, can reduce the number of negative memories and influence emotional states, including mitigating the impact of negative affect on the recall of negatively valenced words. Previously, this effect was demonstrated only in samples of individuals with PTSD. The present study investigates whether a similar effect can be observed in a healthy sample. In two groups of participants ($n = 54$), negative affect was induced through the presentation of a video clip. The effectiveness of affect induction was assessed using the Emos-15 test. Participants were then asked to memorize a set of 10 emotionally valenced words. However, prior to this task, one group was instructed to take a 10-minute break and play *Tetris*. Statistically significant differences in word recall were found, with the group that played the video game demonstrating better performance. Nevertheless, the effect size was small ($r = .157$), indicating a weak impact of the *Tetris* intervention on memory outcomes.

Keywords: emotion induction, emotion regulation, word recall task, emotional affect, interference effect

МОГУТ ЛИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ, ХРАНЯЩИЕСЯ В АКТИВИРОВАННОЙ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ, ЗАМЕДЛЯТЬ ВЕРИФИКАЦИЮ ЦЕЛИ ПРИ ЗРИТЕЛЬНОМ ПОИСКЕ?

М. И. Морозов* (1), Д. А. Филиппова (2), М. А. Бодрова (2)

morozovmaksimmm@gmail.com

1 — РАНХиГС, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Могут. Но для этого необходимо два условия: перцептивный формат кодирования и высокий уровень активации. Мы предполагаем, что именно такими характеристиками обладает шаблон цели — репрезентация целевого объекта, которая хранится в активированной долговременной памяти (АДП) и используется в процессе верификации цели (Wolfe, 2021). При выполнении этих условий репрезентации, хранящиеся в АДП, будут интерферировать с шаблоном цели, что будет приводить к увеличению времени, необходимого для верификации целевого объекта. В нашем эксперименте испытуемые выполняли задачу зрительного поиска, одновременно удерживая в памяти дополнительный объект. Мы варьировали связь удерживаемого в памяти объекта с шаблоном цели, основываясь на модели памяти К. Оберауэра, согласно которой связанные репрезентации в АДП обладают сходным уровнем активации благодаря способности связей распространять активацию (Oberauer, 2009). Мы измеряли время верификации целевых объектов при помощи айтрекера и обнаружили, что при запоминании объекта, связанного с шаблоном цели, время верификации было дольше, чем при запоминании не связанного. Полученные данные позволяют заключить, что перцептивные репрезентации, хранящиеся в АДП и связанные с шаблоном цели, приводят к возникновению интерференции и замедлению процесса верификации цели.

Ключевые слова: зрительный поиск, шаблон цели, активированная долговременная память, интерференция, верификация цели, айтрекинг

Данная статья подготовлена в рамках государственного задания РАНХиГС.

Введение

Согласно современным представлениям, зрительный поиск состоит из двух процессов — гайденса и верификации. Процесс гайденса представляет собой отбор объектов, обладающих одним или несколькими зрительными признаками целевого объекта. Этот процесс управляется с помощью «шаблона гайденса» — репрезентации нескольких зрительных признаков целевого объекта, хранящегося в рабочей памяти (РП). Все отобранные на этапе гайденса объекты-кандидаты проходят процесс верификации, в ходе которого определяет-

ся, является ли данный кандидат целью поиска или нет. Процесс верификации цели управляется с помощью «шаблона цели» — репрезентации целевого объекта, которая хранится в активированной долговременной памяти (АДП; Wolfe, 2021). Например, когда мы ищем апельсин, в процессе гайденса будут отобраны все круглые и оранжевые объекты. А в ходе верификации цели будет определяться, является ли данный круглый оранжевый объект-кандидат апельсином (целью поиска) или же не является (как, например, хурма) и нужно продолжать поиск дальше.

В процессе осуществления зрительного поиска в РП и АДП могут храниться не только шаблон гайденса и шаблон цели, но и другие репрезентации. Вопрос о том, каким образом эти репрезентации могут влиять на процесс поиска, активно изучается в данной области. В ряде исследований было показано, что объект, удерживаемый в РП в процессе осуществления поиска, может заменять собой шаблон гайденса. Это приводит к привлечению внимания к объектам, обладающим зрительными признаками запомненного объекта, а не изначальной цели поиска (Carlisle, Woodman, 2019). Однако на материале АДП памяти таких исследований проведено не было.

Данная работа посвящена изучению того, каким образом репрезентации, хранящиеся в АДП в процессе осуществления поиска, влияют на процесс верификации целевого объекта. Согласно теории управляемого поиска, шаблон цели является перцептивной репрезентацией, а верификация цели представляет собой процесс накопления перцептивной информации в пользу одной из альтернатив (Wolfe, 2021). Мы предполагаем, что процесс верификации в качестве шаблона цели использует ту репрезентацию, которая обладает наибольшим уровнем активации среди всего содержимого АДП. Следовательно, наличие в АДП репрезентации, обладающей двумя этими характеристиками (высоким уровнем активации и перцептивным форматом кодирования), может приводить к интерференции между этой репрезентацией и шаблоном цели. Под интерференцией здесь понимается явление, при котором удержание или обработка информации нарушается из-за вмешательства другой информации. В данном случае удержание в АДП репрезентаций, обладающих высоким уровнем активации и перцептивным форматом кодирования, будет мешать процессу верификации цели, что будет выражаться в увеличении времени, необходимого для верификации целевого объекта.

В пользу предположения о перцептивном формате репрезентации, как необходимом условии для возникновения интерференции с шаблоном цели, свидетельствуют наши предыдущие исследования, в которых было показано, что удержание в АДП слов не влияет на процесс верификации цели даже при наличии у них семантической связи с категорией целевого объекта (Калошина, Морозов, 2024).

Высокий уровень активации шаблона цели по сравнению с другими репрезентациями, хранящимися в АДП, обусловлен его важностью для осуществления поиска. Однако в модели памяти, предложенной К. Оберауэром, постулируется, что при кодировании в АДП между репрезентациями могут сохраняться их связи из долговременной памяти. По этим связям активация от одной репрезентации может переходить на другую (Oberauer, 2009). Таким об-

разом, перцептивные репрезентации, связанные с шаблоном цели, могут получить достаточный уровень активации, чтобы между ними и шаблоном цели возникла интерференция.

Для проверки наших предположений мы использовали задачу зрительно-поиска повседневных объектов, в которой просили испытуемых удерживать в памяти помимо цели поиска еще один объект. Мы варьировали связь запомненного объекта с шаблоном цели. В одном условии испытуемые запоминали такой же объект, как целевой, но в другом состоянии (открытый ноутбук, закрытый ноутбук). Мы предполагали, что в этом условии у целевого и запомненного объекта будет сильная связь и, следовательно, сходный уровень активации. В этом условии мы предполагали возникновение интерференции между шаблоном цели и запомненным объектом, что должно замедлять процесс верификации цели. В другом условии испытуемые запоминали объект из другой категории, не связанной с шаблоном цели. В этом условии мы предполагали отсутствие связи между запомненным объектом и шаблоном цели, и не ожидали возникновения интерференции из-за разного уровня их активации.

Гипотеза: время верификации целевого объекта будет дольше в условии удержания в АДП такого же объекта, как целевой, но в другом состоянии, по сравнению с условием удержания в АДП объекта из другой категории.

Методика

Для проверки выдвинутых гипотез мы использовали двухфакторный внутрисубъектный план. Независимыми переменными выступили Тип запоминаемого объекта (целевой объект в другом состоянии, «тот же» / объект из другой категории, «другой»), а также Тип пробы (на экране присутствовали целевой и запомненный объекты / на экране присутствовал только целевой объект). Зависимыми переменными были время и точность верификации целевого объекта, а также время и точность верификации объекта, удерживаемого в АДП. Время верификации было операционализировано через общее время фиксации взгляда испытуемого на объекте, измеренное с помощью айтрекера.

В качестве стимульного материала мы использовали изображения повседневных предметов, взятые из открытых источников (всего 2778 изображений).

Процедура. В начале каждой пробы испытуемым на 2 секунды предъявлялось одновременно два объекта. Один из них являлся целью поиска, а второй необходимо было запомнить. Задание для каждого из этих двух объектов также предъявлялось вместе с ними: «найти» — для целевого объекта, «запомнить» — для того, который необходимо было удерживать в памяти. Испытуемые выполняли задачу зрительного поиска целевого объекта среди шести объектов, расположенных по кругу в центре экрана, и при обнаружении целевого объекта должны были кликнуть по нему курсором мыши. Если на экране поиска не было целевого объекта, испытуемые должны были кликнуть курсором мыши на белый квадрат, располагавшийся в нижней части экрана. Под этим квадратом было написано пояснение «Нажмите сюда, если на экране поиска нет целевого объекта». Количество объектов на экране поиска не варьировалось. После этого испытуемым предъявлялось три объекта, среди которых

нужно было выбрать тот, который их просили запомнить в начале пробы. Ответ также давался при помощи мыши. Всего в нашем эксперименте было 192 пробы, в 25 % из которых на экране поиска были и целевой, и запомненный объекты, в 25 % — только целевой, в 25 % — только запомненный, и в оставшихся 25 % проб на экране поиска не было ни целевого, ни запомненного объектов. Регистрировались время фиксации взгляда на объектах, а также правильность ответа в задаче поиска и в тесте на запоминание. Так как время фиксации взгляда на объекте может быть измерено только в условии, когда этот объект присутствует на экране, мы не использовали тип пробы как полноценный фактор для анализа, приведенного в данной работе.

Выборка составила 19 человек (2 муж.), в возрасте от 18 до 26 лет (ср. возраст = 20 лет). Все участники были добровольцами, студентами РАНХиГС, получившими за участие баллы по учебным дисциплинам.

Аппаратура. Показатели движений глаз фиксировались с помощью айтрекера Eyelink Portable Duo (1000 Hz).

Результаты

Анализ точности ответов. Мы проанализировали успешность выполнения задачи поиска и задачи на запоминание второго объекта. Доля неверных ответов в задаче зрительного поиска составляла 20.5 %. При этом испытуемые чаще совершали такие ошибки в условии, когда нужно было запомнить «тот же» объект, по сравнению с условием запоминания «другого» объекта $\chi^2(1) = 8.3$, $p = .003$ (10.9 % и 9.6 % соответственно). В задаче запоминания второго объекта доля неверных ответов была значительно меньше и составляла 2.5 %. При этом, в отличие от задачи поиска, испытуемые чаще совершали такие ошибки в условии, когда нужно было запомнить «другой» объект, по сравнению с условием, когда нужно было запомнить «тот же» объект $\chi^2(1) = 13.7$, $p < .001$ (1.5 и 0.5 % соответственно).

Анализ времени верификации. Для проведения этого анализа мы удалили неверные ответы, которые испытуемые давали в задаче зрительного поиска и в тесте на запоминание второго объекта. Дисперсионный анализ с повторными измерениями показал, что время верификации целевого объекта было значимо дольше в условии запоминания «такого же» объекта, чем в условии запоминания «другого» объекта ($F(1, 18) = 7.37$, $p = .014$, $\eta^2 = .053$), тогда как Тип пробы (на экране поиска присутствовали как целевой объект, так и запомненный объект / на экране был только целевой объект) оказалось незначимым ($F(1, 18) = 3.38$, $p = .08$). Время верификации запомненного объекта было также значимо дольше в условии запоминания «такого же» объекта, чем в условии запоминания «другого» объекта ($F(1, 17) = 10.151$, $p = .005$, $\eta^2 = .097$), однако фактор условия также оказался значимым ($F(1, 17) = 39.6$, $p < .001$, $\eta^2 = .33$). Время верификации запомненного объекта было дольше, когда на экране поиска отсутствовал целевой объект. Время верификации целевых объектов при удержании в АДП «такого же» и «другого» объектов представлено на рис. 1.

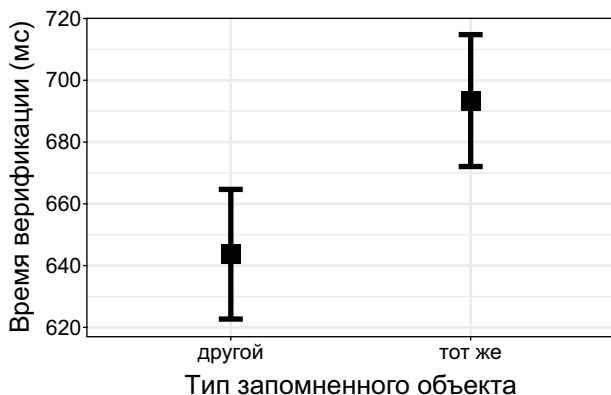


Рисунок 1. Время верификации целевых объектов при удержании в АДП целевого объекта в другом состоянии «тот же» и объекта из другой категории «другой»

Обсуждение и выводы

Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют в пользу выдвинутой нами гипотезы. Удержание в АДП целевого объекта в другом состоянии приводит к интерференции между ним и шаблоном цели, что увеличивает время, необходимое для процесса верификации целевого объекта. Также мы обнаружили, что время верификации запомненного объекта было дольше в условии удержания в АДП целевого объекта в другом состоянии. Это также свидетельствует в пользу наличия интерференции между шаблоном цели и запомненным объектом. Причем количество ошибочных ответов свидетельствует о том, что испытуемые хорошо помнят, какой объект им нужно было запомнить, однако совершают довольно много ошибок в задаче поиска, большая часть из которых происходит при запоминании целевого объекта в другом состоянии. Это свидетельствует о том, что запоминание целевого объекта в другом состоянии мешает именно процессу верификации целевого объекта и не влияет на способность испытуемых отличить объект, который нужно найти, от объекта, который необходимо было запомнить. Полученные нами результаты свидетельствуют в пользу нашего предположения о том, что необходимыми условиями для возникновения интерференции между репрезентациями, хранящимися в АДП, и шаблоном цели являются перцептивный формат кодирования и высокий уровень активации репрезентаций, обусловленный наличием связи с шаблоном цели.

Литература

Калошина В. В., Морозов М. И. Влияние удержания вербальной информации, связанной с шаблоном цели, на процесс верификации в зрительном поиске // Психологические исследования. 2024. Т. 17. № 96. С. 1 – 11. <https://doi.org/10.54359/ps.v17i96.1623>

Carlisle N. B., Woodman G. F. Quantifying the attentional impact of working memory matching targets and distractors // *Visual Cognition*. 2019. Vol. 27. No. 5–8. P. 452–466. <https://doi.org/10.1080/13506285.2019.1634172>

Oberauer K. Design for a working memory // *The Psychology of Learning and Motivation*. 2009. Vol. 51. P. 45–100. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(09\)51002-x](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(09)51002-x)

Wolfe J. M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2021. Vol. 28. No. 4. P. 1060–1092. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01859-9>

COULD REPRESENTATIONS STORED IN ACTIVATED LONG-TERM MEMORY INCREASE TARGET VERIFICATION TIMES IN VISUAL SEARCH?

М. И. Морозов* (1), Д. А. Филиппова (2), М. А. Бодрова (2)
morozovmaksimmm@gmail.com

1 – The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow;

2 – National Research University Higher School of Economics, Moscow

Abstract. Yes, they could. But the representation should meet two conditions: it should be perceptual and it should have a high level of activation. We suppose these are the very characteristics of the target template, which is also stored in activated long-term memory (aLTM) and used in the target verification process (Wolfe, 2021). If a representation in aLTM meets those two conditions, this would cause interference with the target template and consequently increase the duration of the target verification process. Participants performed a visual search task while retaining an additional object in aLTM. We varied the connection between that object and the target template. According to the theory of working memory (WM) proposed by Oberauer, connected representations stored in aLTM have similar levels of activation because of the ability to spread the activation (Oberauer, 2009). We used an eye tracker to measure target verification times and found that they were longer when participants retained in aLTM an object connected with the target template. We conclude that perceptual representations in aLTM that are connected with the target template cause interference and increase the target verification time.

Keywords: visual search, target template, activated long-term memory, interference, target verification, eye tracking

The article was written on the basis of the RANEPА state assignment research programme.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В ТЕСТЕ РОРШАХА В НОРМЕ И ПРИ ШИЗОФРЕНИИ

Е. Ю. Никонова* (1), Г. Е. Рупчев (1, 2), М. А. Морозова (2)

eniconova@mail.ru

1 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — Научный центр психического здоровья, Москва

Аннотация. Настоящее исследование посвящено сравнительному анализу характеристик глазодвигательной активности и структуры интерпретаций у здоровых людей и пациентов с шизофренией при выполнении теста Роршаха. В эксперименте использовались четыре карты теста Роршаха (I, III, VII, X), отобранные с учетом их визуальной структуры и когнитивной сложности. Глазодвигательная активность регистрировалась с помощью айтрекера, а ответы обрабатывались по интегративной системе Дж. Экснера. Результаты показали, что у пациентов с шизофренией наблюдаются снижение количества ответов, уменьшение длины саккад, увеличение длительности фиксаций и различия в стратегиях визуального сканирования карт. Эти данные указывают на ослабление связи между перцептивной и когнитивной переработкой, а также подтверждают диагностическую значимость интеграции айтрекинг-метрик в анализ выполнения теста Роршаха. Исследование подчеркивает важность отбора специфических стимулов для точного дифференцирования групп.

Ключевые слова: тест Роршаха, шизофрения, айтрекинг, зрительное восприятие, движения глаз

Введение

Герман Роршах создал тест чернильных пятен в 1921 году, и за 100 лет использования его методика стала самым популярным психодиагностическим инструментом в мире. Уникальность теста заключается в способности вызывать сложные перцептивные и когнитивные реакции на неоднозначные визуальные стимулы — симметричные чернильные пятна (Exner, 2003). Современные исследования показывают, что, помимо вербальных интерпретаций, значительную информацию можно получить через анализ глазодвигательной активности. Регистрация движений глаз позволяет выявить зрительные стратегии восприятия стимулов, которые предшествуют или сопровождают формирование ответа и влияют на возникновение феноменов быстрой и неосознанной обработки информации, включая внимание, узнавание, парейдолию и т.д. (Dauphin et al., 2024; Dauphin, Greene, 2012; Schott, 2014). Исследования на клинических выборах, в том числе при шизофрении, демонстрируют, что пат-

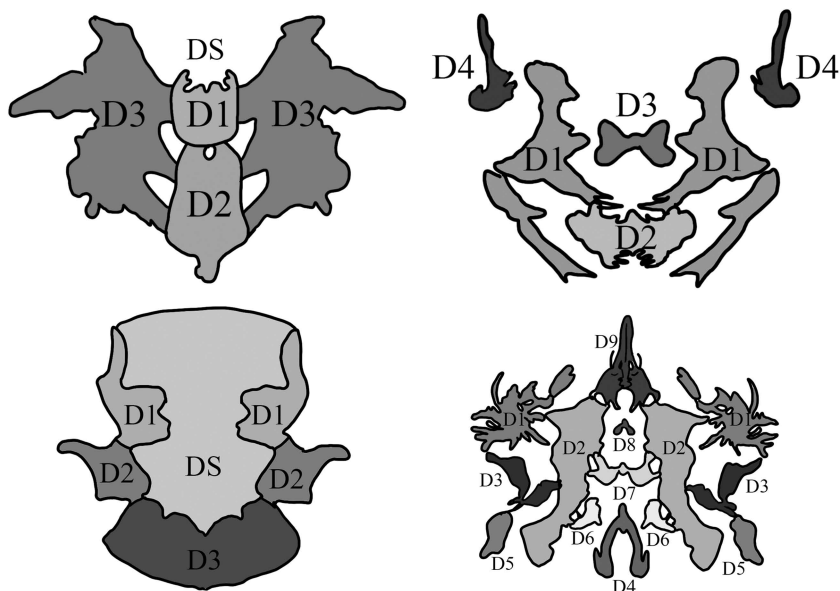


Рисунок 1. Схема картирования карт теста Роршаха для последующей локализации глазодвигательной активности

терны движения глаз у пациентов имеют ряд отличий. Это делает айтрекинг ценным методом для усиления объективности и валидности интерпретации теста Роршаха (Roy et al., 2019; Kasur et al., 2019).

Настоящее исследование было направлено на сопоставление характеристик глазодвигательной активности и интерпретационных ответов у психически здоровых участников и пациентов с шизофренией. Кроме того, в рамках работы проводился отбор стимульных карт, наиболее подходящих для айтрекинг-анализа, с учетом их визуальной структуры, когнитивной сложности и цветовой насыщенности.

Методика

В исследовании приняли участие две группы испытуемых: группа 1 – 28 психически здоровых участников (13 мужчин, 15 женщин) в возрасте от 35 до 56 лет ($M=44.15$), группа 2 – 15 участников, больных параноидной шизофренией (10 мужчин, 5 женщин) в стабильной лекарственной ремиссии, в возрасте от 34 до 69 лет ($M=45.8$), продолжительность заболевания от 6 до 52 лет ($M=24.83$).

Исследование проводилось с использованием айтрекера Gazepoint GP3 (60 Гц) и программного обеспечения Gazepoint Analysis. Для демонстрации стимулов использовался ноутбук Huawei MateBook D 16 HVY-WAP9.

Испытуемому предлагалось в течение 15 секунд рассмотреть карту теста Роршаха и дать несколько интерпретаций увиденных образов. После исчезновения карты с экрана на ответ отводилось 20 секунд. В качестве стимулов были выбраны две ахроматические (I, VII) и две хроматические карты (III, X). Карты различались по уровню когнитивной сложности и плотности изображения. Кроме того, две из них содержали пятна, напоминающие фигуры человека (популярные ответы на картах III и VII).

Затем проводился опрос испытуемого, а его ответы фиксировались на карте локализаций. Полученные ответы обрабатывались в рамках интегративного подхода (CS) Дж. Экснера (Exner, 2003).

Для анализа глазодвигательной активности стимульные карты были разбиты на фрагменты, основанные на картах локализаций интегративной системы. Для каждого стимула рассчитывались следующие параметры: общее количество фиксаций, средняя длительность фиксаций, длина переходов между ними, а также распределение фиксаций по зонам пятна (см. рис. 1). Проводился анализ особенностей восприятия каждой карты в отдельных группах, а также общих закономерностей восприятия между группами.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 24. Для сравнения групп использовался непараметрический *U*-критерий Манна–Уитни. Корреляционный анализ выполнялся на основе коэффициента Спирмена.

Результаты

Общее количество ответов (*n*) на карту оказалось статистически значимо ниже в группе с шизофренией ($M = 31.50$) по сравнению с контрольной группой ($M = 42.00$); $U = 16$, $p = .029$.

Анализ ответов с человеческой фигурой показал разнонаправленные различия между группами. На карте I образы человека чаще наблюдались в группе с шизофренией ($M = 5.00$) по сравнению с контрольной группой ($M = 2.00$), тогда как на картах III, VII и X их количество было выше в контрольной группе. В среднем по всем картам количество таких ответов было выше в контрольной группе ($M = 9.00$) по сравнению с группой с шизофренией ($M = 6.50$).

При анализе ответов была выявлена парадоксальная тенденция: количество анатомических образов оказалось ниже в группе с шизофренией ($M = 1.25$) по сравнению с контрольной группой ($M = 4.00$); $U = 15$, $p = .053$. Это может указывать на более выраженную соматическую озабоченность и тревожность в контрольной группе. Однако у пациентов с шизофренией наблюдалось большее количество образов с морбидным содержанием, что, в свою очередь, может свидетельствовать о более выраженной депрессивной симптоматике. Кроме того, в группе с шизофренией наблюдалось большее количество сексуализированных ответов ($M = 2.25$) по сравнению с контрольной группой ($M = 0.25$); $U = 1$, $p = .049$.

Сравнение групп по основным показателям глазодвигательной активности показало, что у участников с шизофренией средняя и суммарная длина саккад были статистически значимо ниже, чем в контрольной группе ($p = .006$ и $p = .011$).

В группе с шизофренией также оказалась выше средняя длительность фиксации ($p = .013$), что может свидетельствовать о более пассивной стратегии сканирования изображения. Различия по количеству фиксаций и общему времени взгляда не достигли уровня статистической значимости.

При сравнении параметров по отдельным картам наблюдались статистически значимые различия в длине саккад и длительности фиксаций на картах I, III и X. На карте VII статистически значимых различий выявлено не было. Однако при усреднении показателей по всем картам наблюдаются различия в длине саккад и длительности фиксаций (см. табл. 1).

Анализ по зонам интереса не выявил статистически значимых различий. Однако в группе с шизофренией наблюдается тенденция к менее выраженному сканированию площади пятна и более продолжительным фиксациям в его периферических областях.

Таблица 1. Средние значения глазодвигательных параметров по группам и картам теста Роршаха

Показатель	I (n)	I (sch)	III (n)	III (sch)	VII (n)	VII (sch)	X (n)	X (sch)	Среднее (n)	Среднее (sch)	p (U)
Средняя длина саккад	190.0	116.9	270.9	146.7	163.9	135.7	193.5	128.7	208.7	155.0	.006
Суммарная длина саккад	5985.0	3732.0	8737.0	5602.0	5740.0	4520.0	7656.0	5012.0	7039.0	5529.0	.011
Средняя длительность фиксации	3.46	3.02	2.69	2.19	3.3	3.26	3.56	2.44	2.82	2.34	.013
Количество фиксаций	12.8	13.7	13.6	15.2	13.9	14.1	16.7	13.2	11.8	13.0	.114

Примечание: *n* – контрольная группа; *sch* – группа с шизофренией; *p* – уровень значимости (*U*-критерий Манна – Уитни)

Сравнение по айтрекинг-показателям выявило, что в группе с шизофренией средняя длина саккад была статистически значимо меньше ($U = 60.969$, $p = .009$), а средняя длительность фиксаций – выше ($U = 61.079$, $p = .008$). Эти различия сохранились и при усреднении показателей по всем стимульным картам ($p = .006$ и $p = .013$ соответственно). Таким образом, в группе с шизофренией наблюдаются менее активная визуальная стратегия, снижение продуктивности и качества ответов, а также ослабление связи между движением взгляда и формированием образа. Это может указывать на характерные для данного заболевания нарушения восприятия.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты согласуются с рядом исследований, в которых подчеркивается диагностическая ценность анализа глазодвигательной ак-

тивности при выполнении теста Роршаха. Данные о снижении длины саккад и увеличении времени фиксации у пациентов с шизофренией подтверждают более ограниченную и замедленную стратегию восприятия, описанную в работах Roy et al. (2019) и Kasur et al. (2019). Эти особенности могут отражать как снижение распределения внимания, так и нарушение целостного восприятия стимульного поля. Наряду с этим обнаруженные различия в содержании ответов (*Ап, Н, Hd*) указывают на изменения в механизмах проекции и символизации.

Выявленное увеличение количества фиксаций в зонах на краях пятен в группе с шизофренией может свидетельствовать о компенсаторной попытке «удержаться» на визуально значимом элементе, что согласуется с концепцией центральной симметрии в качестве перцептивного якоря (Dauphin, Greene, 2012).

Таким образом, сочетание айтрекинг-метрик и интерпретационных данных позволяет выявлять объективные физиологические маркеры, связанные с визуальной стратегией восприятия стимулов. Это расширяет аналитические возможности теста Роршаха и способствует более точному описанию перцептивных особенностей пациентов с шизофренией.

Мы исходили из гипотезы, что выбранные карты теста Роршаха (I, III, VII, X) позволяют выявить различия между участниками с шизофренией и здоровыми испытуемыми как в интерпретациях, так и в глазодвигательных метриках. Полученные данные действительно продемонстрировали различия по этим четырём картам, что позволяет говорить о тенденции, требующей дальнейшего уточнения на расширенном наборе стимулов.

Литература

Dauphin B., Greene H. H. Here's looking at you: Eye movement exploration of Rorschach images // *Rorschachiana*. 2012. Vol. 33. No. 1. P. 3 – 22. <https://doi.org/10.1027/1192-5604/a000025>

Dauphin B., Greene H. H., Juve M., Boyle M., Day E., Bemis E. Expanding the interpretive potential of eye tracking for the Rorschach: replication and extension of the findings of Ales et al. (2020) // *Journal of Personality Assessment*. 2024. Vol. 106. No. 4. P. 429 – 435. <https://doi.org/10.1080/00223891.2024.2303433>

Exner J. E. The Rorschach: A comprehensive system (4th ed.). N.Y.: Wiley, 2003.

Kasur J., Polec J., Csoka F. Eye tracking and KNN based detection of schizophrenia // 2019 International Symposium ELMAR. Zadar, Croatia: IEEE, 2019. P. 123 – 126. <https://doi.org/10.1109/elmar.2019.8918840>

Roy A. K., Nasreen S., Majumder D., Mahadevappa M., Guha R., Mukhopadhyay J. Development of objective evidence in Rorschach ink blot test: An eye tracking study // 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). Berlin: IEEE, 2019. P. 1391 – 1394. <https://doi.org/10.1109/embc.2019.8856527>

Schott G. D. Revisiting the Rorschach ink-blot: From iconography and psychology to neuroscience // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2014. Vol. 85. No. 6. P. 699 – 706. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2013-305672>

DIFFERENTIATING SCHIZOPHRENIA AND HEALTHY CONTROLS THROUGH EYE MOVEMENT ANALYSIS IN THE RORSCHACH TEST

Е. Yu. Nikonova* (1), G. E. Rupchev (2), M. A. Morozova (2)
eniconova@mail.ru

1 — Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 — Scientific Center for Mental Health, Moscow

Abstract. The present study is devoted to a comparative analysis of oculomotor activity and interpretative patterns in individuals without psychiatric or neurological disorders and in patients with schizophrenia during the performance of the Rorschach test. Four Rorschach test cards (I, III, VII, X) were selected for the experiment, based on their visual structure and cognitive complexity. Oculomotor activity was recorded using an eye tracker, and responses were processed using Exner's comprehensive system. The results showed that patients with schizophrenia exhibited fewer responses, shorter saccades, longer fixation durations, and distinct visual scanning strategies compared to healthy participants. These findings suggest a disruption in the connection between perceptual and cognitive processing and support the diagnostic relevance of incorporating eye tracking metrics into Rorschach test analysis. The study highlights the importance of selecting specific stimuli for accurate differentiation of groups.

Keywords: Rorschach test, schizophrenia, eye tracking, visual perception, eye movements

СТРАТЕГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ БУКВ ПРИ ЧТЕНИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ: ДАЛЬНЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Я. Е. Никонова* (1, 2), С. В. Алексеева (1, 2)

nikonova0312@gmail.com

1 — НИУ ВШЭ, Санкт-Петербург;

2 — СПбГУ, Санкт-Петербург

Аннотация. На ранних этапах распознавания букв в слове используются две стратегии обработки: последовательная и параллельная. Было выдвинуто предположение, что на вид используемой стратегии влияет тип орфографии языка (Ktori, Pitchford, 2008). Для языков с прозрачной орфографией характерна последовательная обработка, в то время как для языков с непрозрачной орфографией наблюдаются оба типа сканирования — последовательное и параллельное. Авторы подтвердили это результатами исследований на материале греческого и английского (Ktori, Pitchford, 2008). Для русского языка с относительно прозрачной орфографией гипотеза не подтвердилась: наблюдались признаки как последовательной, так и параллельной обработки (Alexeeva, Dobrego, 2021). Целью настоящего исследования было выявить стратегию распознавания букв при чтении на русском языке с использованием более чувствительной методики (Tudgat, Grainger, 2009). В исследовании приняли участие 102 взрослых носителя русского языка. Участникам на 200 мс предъявлялась последовательность из 5 букв, после чего она заменялась маской из знаков «#», место целевой буквы было выделено подчеркиванием, а ниже показывалось 2 буквы. Участник должен был определить, какая из этих букв присутствовала в последовательности. Мы обнаружили, что начало слова обрабатывается быстрее конца, при этом буква на 5-й позиции распознавалась быстрее, чем на 4-й. Мы можем говорить о наличии признаков как последовательной, так и параллельной обработки. Это соотносится с предположением об универсальности стратегии параллельной обработки (Tudgat, Grainger, 2009).

Ключевые слова: последовательная обработка, параллельная обработка, визуальное распознавание слов, русский язык, распознавание букв

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований Национально-го исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Существует два альтернативных подхода к тому, как происходит идентификация слов на ранних этапах распознавания. Согласно некоторым моделям, например SERIOL (Whitney, Cornelissen, 2008), буквы распознаются последовательно. В то же время, согласно гипотезе измененного рецептивного поля (MRF

hypothesis, Tydgate, Grainger, 2009), буквы воспринимаются одновременно, то есть происходит параллельная обработка. Это также подтверждается результатами исследований (Tydgate, Grainger, 2009; Grainger et al., 2016).

Было выдвинуто предположение, что тип обработки зависит от орфографии языка (Ktori, Pitchford, 2008). Для языков с прозрачной орфографией, у которых наблюдаются относительно регулярные соответствия между графемами и фонемами, характерна преимущественно последовательная обработка. Для языков с непрозрачной орфографией наблюдаются признаки как последовательной, так и параллельной обработки. Данные в поддержку этой гипотезы были получены на материале греческого и английского языков (Ktori, Pitchford, 2008).

В то же время И. Тидгат и Дж. Грейнджер (2009) считают, что параллельное распознавание букв в слове — это универсальная стратегия. Наличие же признаков последовательного сканирования в экспериментальных задачах может быть сведено к параллельной стратегии, если учесть эффект скученности (crowding effect) и эффект формы рецептивного поля букв, вытянутого в направлении чтения. В результате этого буквы в начале, в центре и в конце последовательности обрабатываются точнее и быстрее.

В случае с русским языком, орфография которого считается относительно прозрачной, гипотеза о связи стратегии сканирования с типом орфографии не подтвердилась. В исследовании были зафиксированы признаки как последовательной, так и параллельной обработки (Alexeeva, Dobrego, 2021). Полученные результаты в большей степени согласуются с концепцией Грейнджера (Tydgate, Grainger, 2009). Следует отметить, что различия в полученных результатах могут быть обусловлены используемыми методиками. В одном случае (Ktori, Pitchford, 2008; Alexeeva, Dobrego, 2021) применялась методика зрительного поиска: на короткое время предъявлялась одиночная буква, за которой следовала последовательность букв. Участнику необходимо было определить, присутствовала ли показанная ранее буква в данной последовательности. Последовательность оставалась на экране до ответа испытуемого, что могло приводить к вовлечению высокоуровневых процессов лингвистической обработки. В альтернативной методике (Tydgate, Grainger, 2009) сначала предъявлялась последовательность букв на 100–200 мс, после чего участнику предлагался выбор из двух букв, одна из которых присутствовала в последовательности. Считается, что краткое предъявление стимула позволяет оценить обработку на ранних этапах распознавания слов без вовлечения высокоуровневых лингвистических процессов (Tydgate, Grainger, 2009).

Целью настоящего исследования являлось выявление типа сканирования, используемого при чтении на русском языке, с применением более чувствительной методики (Tydgate, Grainger, 2009). Необходимо понимать, является процесс идентификации букв универсальным или лингвоспецифичным. Мы ожидаем выявить признаки как последовательной, так и параллельной обработки, что будет соответствовать результатам предыдущего исследования на материале русского языка (Alexeeva, Dobrego, 2021), а также данным по французскому языку (Tydgate, Grainger, 2009). Если же верно предположение (Ktori, Pitchford, 2008), то мы получим признаки только последовательной обработки.

Методика

Участники. В исследовании приняли участие 102 взрослых носителя русского языка (56 женщин) в возрасте от 18 до 53 лет ($M=23.83$, $SD=7.17$). Участники не имели диагностированных психоневрологических нарушений, проблем с чтением, а также обладали нормальным или скорректированным до нормального зрением.

Материалы и дизайн. В качестве стимульного материала в нашем исследовании использовались псевдослучайные пятибуквенные последовательности, как в исследованиях (Tydgat, Grainger, 2009; Grainger et al., 2016). Для их составления были выбраны 10 букв русского алфавита, на основе которых было создано 100 цепочек. Каждая из выбранных букв появлялась в каждой из пяти позиций по два раза. Цепочки предъявлялись участникам в рандомизированном порядке.

В исследовании в качестве независимой переменной рассматривалась позиция буквы в цепочке (от 1 до 5). Зависимой переменной выступало время реакции. Эксперимент был реализован с использованием программного обеспечения Experiment Builder (SR research) в рамках масштабного исследования с применением методики регистрации движения глаз, результаты которого еще не полностью обработаны.

Процедура. В данном эксперименте в начале каждой пробы в течение 500 мс предъявляется фиксационный крест. Затем участнику на 200 мс демонстрируется последовательность из пяти букв, которая после этого маскируется решетками. Место, на котором находилась целевая буква, подчеркнуто. Чуть ниже, справа и слева от замаскированной цепочки, отображаются две буквы. Задача участника — определить, какая из этих двух букв присутствовала в ранее показанной последовательности на выделенной позиции. Ответ фиксируется нажатием соответствующей клавиши на джойстике.

Предобработка и анализ данных. Анализ и предобработка данных осуществлялись в среде RStudio. Перед проведением статистического анализа мы должны были удостовериться, что каждый из участников правильно понял инструкцию. Для этого мы использовали биномиальный тест, позволяющий определить участников, которые выполняли задание на уровне случайного угадывания. В итоговую выборку вошли данные 98 участников (52 женщины, $M=23.7$, $SD=7.14$). В связи с тем что участник мог отвлечься в процессе прохождения эксперимента, мы сначала удалили сверхдолгие (длиннее 8000 мс) и сверхкороткие (короче 300 мс) реакции, основываясь на визуальном анализе графиков boxplot. Затем для каждого человека были рассчитаны среднее и стандартное отклонение, и с учетом агрегации по участнику были также удалены пробы, в которых время реакции выходило за пределы ± 2.5 стандартного отклонения.

Статистический анализ выполнялся методом смешанных линейных моделей. Мы провели два отдельных анализа. В первом анализе позиция буквы была введена в качестве полиномиального предиктора, что позволило изучить нелинейные зависимости. В финальную модель вошли логарифм времени реакции в качестве зависимой переменной, полиномиальный предиктор четвертой

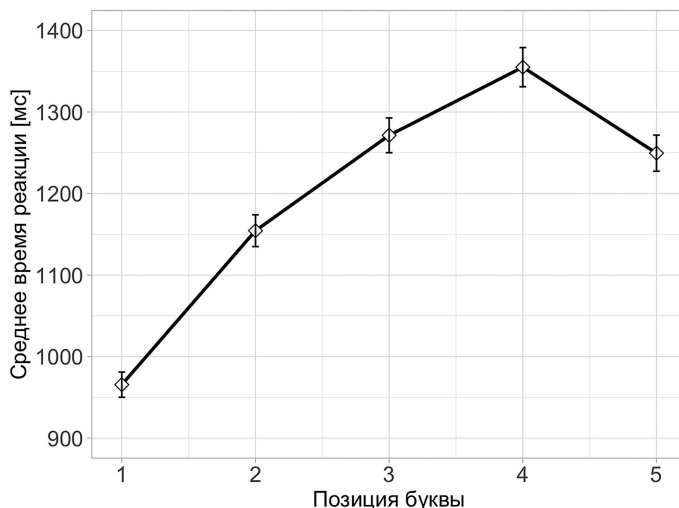


Рисунок 1. Частичные эффекты зависимости времени реакции от позиции буквы

степени для позиции буквы, фактор буквы в качестве фиксированных эффектов, а также интерсепт по участнику и стимулу в качестве случайных эффектов.

Результаты

В результате мы обнаружили значимые тренды 1-й ($b = 8.62$, $SE = 0.71$, $t = 141.88$, $p < .001$) и 2-й степени ($b = -5.68$, $SE = 0.63$, $t = 148.00$, $p < .001$). Это свидетельствует, во-первых, о наличии линейного компонента (с увеличением номера позиции время реакции возрастает), а также о присутствии квадратичного тренда (перевернутая U-образная кривая, подчеркивающая преимущество крайних букв) (подробнее см. рис. 1).

Второй анализ предполагал введение предиктора позиции буквы в виде фактора. Это позволило нам провести сравнение времен реакции для соседних позиций. Мы обнаружили, что время реакции в первой позиции значимо меньше, чем во второй ($b = 0.17$, $SE = 0.02$, $t = 148.84$, $p < .001$), во второй позиции меньше, чем в третьей ($b = 0.10$, $SE = 0.02$, $t = 143.75$, $p < .001$), в третьей — меньше, чем в четвертой ($b = 0.06$, $SE = 0.02$, $t = 144.80$, $p < .001$). Важно, что время реакции в пятой позиции было значимо меньше, чем в четвертой ($b = -0.08$, $SE = 0.02$, $t = 151.15$, $p < .001$). Последняя буква обрабатывалась значимо быстрее, чем предпоследняя, что также говорит о наличии параллельного компонента при обработке.

Обсуждение и выводы

В результате проведенного исследования мы обнаружили признаки как последовательной, так и параллельной обработки при распознавании букв. Об этом

свидетельствуют значимые линейный и квадратичный тренды, а также тот факт, что с 1-й по 4-ю позицию время реакции увеличивается, но буквы на 5-й позиции распознаются значимо быстрее, чем на 4-й. Это соотносится с результатами предыдущего исследования на материале русского языка (Alexeeva, Dobrego, 2021), а также с предположением Грейнджера о том, что буквы на концах цепочки распознаются быстрее (Tydgate, Grainger, 2009). Мы не нашли подтверждения гипотезы о связи типа орфографии со стратегией сканирования. Наши выводы в большей степени соотносятся с концепцией Грейнджера о том, что параллельная обработка является универсальной стратегией, используемой на ранних этапах распознавания слов в языках с алфавитной системой письменности. Наличие значимого линейного тренда может быть также объяснено с позиции Тидгата и Грейнджера (2009), что перцептивное поле смещено влево, соответственно и буквы, расположенные слева, обрабатываются быстрее, и на них меньше воздействует эффект скученности. Что касается исследования на греческом, на основе которого была выдвинута гипотеза о связи стратегии сканирования и типа орфографии, то стоит заметить, что отсутствие значимых признаков параллельной обработки могло быть связано с возрастными изменениями у участников. Дело в том, что такой результат был получен на пожилых греках, в то время как молодые взрослые — носители греческого языка — показали результат, схожий с английским.

Литература

- Alexeeva S., Dobrego A. Letter processing in Russian: Does orthography matter? // *Acta Psychologica*. 2021. Vol. 218. P. 103355:1 – 13. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103355>
- Grainger J., Bertrand D., Lété B., Beyersmann E., Ziegler J. C. A developmental investigation of the first-letter advantage // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2016. Vol. 152. P. 161 – 172. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.07.016>
- Ktori M., Pitchford N.J. Effect of orthographic transparency on letter position encoding: A comparison of Greek and English monoscriptal and biscriptal readers // *Language and Cognitive Processes*. 2008. Vol. 23. No. 2. P. 258 – 281. <https://doi.org/10.1080/01690960701536797>
- Tydgat I., Grainger J. Serial position effects in the identification of letters, digits, and symbols // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2009. Vol. 35. No. 2. P. 480 – 498. <https://doi.org/10.1037/a0013027>
- Whitney C., Cornelissen P. SERIOL Reading // *Language and Cognitive Processes*. 2008. Vol. 23. No. 1. P. 143 – 164. <https://doi.org/10.1080/01690960701579771>

LETTER COMPUTATION IN RUSSIAN: FURTHER EXPLORATION

Ya. E. Nikonova* (1, 2), S. V. Alexeeva (1, 2)

nikonova0312@gmail.com

1 — HSE University, St. Petersburg;

2 — Saint Petersburg State University, St. Petersburg

Abstract. Two strategies are involved in the early stages of letter recognition within a word: sequential and parallel. According to Ktori and Pitchford (2008), the type of orthography influences the strategy used. In languages with transparent orthography, sequential processing is common. In languages with deep orthography, both strategies are observed. Evidence was found through studies on Greek and English (Ktori, Pitchford, 2008). For Russian, which has relatively transparent orthography, the hypothesis is not confirmed: signs of both strategies have been observed (Alexeeva, Dobrego, 2021). We aimed to investigate letter recognition strategies in Russian using a more sensitive method (Tydgate, Grainger, 2009). A total of 102 adult native Russian speakers participated. They were shown a five-letter sequence for 200 ms, followed by a mask of “#” symbols. The position of the target letter was underlined, with two letter options presented underneath. The participant had to identify which of these letters was present in the sequence. We found that initial positions were processed faster, with the letter at the fifth position being recognized faster than the one at the fourth position. Thus, we can speak of evidence for both sequential and parallel processing, supporting the idea of a universal parallel strategy (Tydgate, Grainger, 2009).

Keywords: sequential processing, parallel processing, visual word recognition, Russian, letter recognition

This research is supported by the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ У РУССКОГОВОРЯЩИХ ПОДРОСТКОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В 8 – 11 КЛАССАХ

Я. Е. Никонова* (1), Т. А. Еремичева (1, 2), С. В. Алексеева (1)
nikonova0312@gmail.com

1 – НИУ ВШЭ, Санкт-Петербург; 2 – НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Считается, что навыки фонологической обработки играют ключевую роль в процессе освоения навыка чтения. Большинство работ в данной области сосредоточено на исследовании фонологической обработки у детей дошкольного и младшего школьного возраста. Подростки же остаются недостаточно изученной группой. Целью настоящего исследования было оценить навыки фонологической обработки у русскоговорящих подростков, а также выяснить, влияют ли они на скорость чтения текста. В исследовании приняли участие 163 типично развивающихся русскоговорящих подростка. Участники выполняли фонологический тест «Замена звука в псевдослове» из батареи тестов ЗАРЯ (Dorofeeva et al., 2020; 2022), а также читали вслух отобранный нами текст «Заботливый цветок». В результате проведенного исследования была проведена стандартизация теста «Замена звука в псевдослове» для популяции подростков, а также произведен расчет порогов, которые могут указывать на наличие трудностей с фонологической обработкой. Мы также выявили, что навыки фонологической обработки являются значимыми предикторами скорости чтения текста.

Ключевые слова: фонологическая обработка, скорость чтения, стандартизация теста, подростки, русский язык

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Во многих исследованиях было показано, что навыки фонологической обработки являются ключевыми при овладении навыком чтения (Torgesen et al., 1994). При чтении мы соотносим графическую информацию с ее звуковым представлением — фонемами. Соответственно, если у ребенка наблюдаются трудности с перекодированием графем в фонемы, то он с большой вероятностью будет испытывать затруднения при обучении чтению (Clemens et al., 2012). Большинство работ, посвященных исследованию навыков фонологической обработки, сосредоточены на дошкольниках и младших школьниках (Clemens et al., 2012). Интерес к данным возрастным группам обусловлен необходимостью как можно раньше выявить возможные трудности и начать коррекционную работу, чтобы предотвратить дальнейшие проблемы с освоением чтения. В то же время подростки остаются мало исследованной популяцией, несмотря на то что у них также встречаются нарушения чтения.

В нескольких исследованиях проверялась связь фонологии и чтения у участников более старшего возраста. Существует предположение, что

с возрастом влияние навыков фонологической обработки на скорость чтения снижается (Catts et al., 2006). Однако есть ряд других работ, которые показывают, что в подростковом возрасте эти навыки все еще являются значимыми предикторами показателей чтения (Barth et al., 2009).

В настоящем исследовании целью было оценить навыки фонологической обработки, а также стандартизировать тест «Замена звука в псевдослове» из батареи ЗАРЯ (Dorofeeva et al., 2020; 2022) на выборке типично развивающихся русскоговорящих подростков, обучающихся в 8–11-м классах. Также мы поставили задачу проверить, предсказывают ли навыки фонологической обработки скорость чтения текста.

Методика

Участники. В исследовании принял участие 181 типично развивающийся русскоговорящий подросток. Все участники обучались в 8–11-м классах общеобразовательных школ, гимназий и лицеев, не имели диагностированных психоневрологических нарушений, нарушений слуха и зрения, а также не испытывали трудностей в обучении. Родители или законные представители, а также сами участники исследования подписали информированное согласие, одобренное этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (протокол № 115-02-7).

Одним из критериев включения в исследование было соответствие уровня развития невербального интеллекта возрастным нормам (Davydov, Chmykhova, 2016). Оценив этот показатель с помощью Стандартных прогрессивных матриц Равена, мы исключили из анализа результаты 16 участников. Также 2 человека неверно поняли инструкцию к тесту на чтение, что привело к их исключению. Таким образом, в выборку для анализа вошли 163 человека (см. в табл. 1).

Таблица 1. Информация об участниках

Класс	8-й	9-й	10-й	11-й	Всего
<i>N</i> (м/ж)	42 (21/21)	55 (22/33)	35(16/19)	31 (16/15)	165(77/88)
<i>M</i> ± <i>SD</i> (разброс)	14.4±0.58 (14 – 16)	15.4±0.74 (14 – 17)	16.3±0.62 (15 – 18)	17.2±0.60 (16 – 18)	15.7±1.18 (14 – 18)

Примечание: *N* – количество участников; *M* – средний возраст; *SD* – стандартное отклонение.

Материалы и дизайн. Для оценки навыков фонологической обработки мы использовали фонологический тест «Замена звука в псевдослове» из стандартизированной батареи фонологических тестов ЗАРЯ (Dorofeeva et al., 2020; 2022). Предыдущие исследования показали, что это задание является одним из наиболее чувствительных в составе батареи, а также оно было признано наиболее сложным для детей младшего школьного возраста (Dorofeeva et al., 2020; 2022).

Для оценки навыков чтения использовался текст «Заботливый цветок», описанный и стандартизированный в (Alexeeva et al., in press). Текст состоит из пяти абзацев и включает 181 слово. К нему составлено восемь вопросов для

оценки понимания прочитанного: часть из них требуют ответа «да» или «нет», а часть представляют собой открытые вопросы.

Процедура. Все участники проходили тестирование индивидуально в тихом и хорошо освещенном помещении. В первую очередь каждому участнику предлагалось выполнить задание на оценку уровня развития невербального интеллекта с использованием стандартных прогрессивных матриц Равена с временным ограничением в 20 минут. Тест был реализован в программе PsychoPy (Peirce et al., 2019) и запускался на компьютере экспериментатора. В среднем выполнение данного этапа занимало 15 – 20 минут.

Затем участник переходил к тесту на чтение. Его задачей было прочитать текст максимально быстро, стараясь при этом не допускать ошибок. С согласия участника мы производили аудиозапись чтения в течение одной минуты двадцати секунд. После этого участник отвечал на вопросы по содержанию прочитанного. С учетом времени на ответы прохождение теста занимало около 3 – 5 минут.

Далее следовал фонологический тест «Замена звука в псевдослове». В аудиозаписи диктор сначала произносил два звука: один звук, который необходимо было заменить другим звуком (например, «замени звук /а/ на /о/»), после чего озвучивались слог или псевдослово, в которых требовалось сделать замену. Участник должен был вслух произнести результат замены. Данный тест состоит из 24 проб. Выполнение этого задания занимало в среднем 5 – 7 минут.

Результаты

Нашей задачей в рамках данной работы было стандартизировать тест «Замена звука в псевдослове», а также определить пороги, которые могут свидетельствовать о наличии трудностей с фонологической обработкой. В связи с тем, что показатели по тесту не были распределены нормально, так как большинство участников выполняло тест с точностью выше 95 %, мы решили использовать пороги на основе перцентилей. Среднее и стандартное отклонение также были рассчитаны и представлены в табл. 2.

Мы также ставили цель проверить, связаны ли навыки фонологической обработки со скоростью чтения текста. Для этого мы провели регрессионный анализ с использованием линейных моделей. Так как показатели по фонологическому тесту не имели нормального распределения, мы применили логарифмическую трансформацию. В качестве зависимой переменной выступало количество правильно прочитанных слов за первую минуту чтения текста. Независимыми переменными были логарифм показателя по фонологическому тесту, класс обучения в виде числовой переменной, а также пол участника в виде фактора.

В результате линейная регрессионная модель оказалась значима ($F(3, 159) = 3.329, p = .021, \text{adj. } R^2 = .041$). Мы обнаружили, что показатели участников в тесте на фонологическую обработку значимо предсказывают скорость чтения текста ($p = .047$), а именно более высокие баллы в тесте на замену звука в псевдослове увеличивают скорость чтения. При сравнении моделей без фонологического теста как предиктора было выявлено, что он объясняет около 2 % дисперсии. Значимого влияния фактора класса на скорость чтения текста обнаружено не было ($p = .2$).

Таблица 2. Показатели навыков фонологической обработки и пороги на основе перцентилей, свидетельствующие о возможных трудностях с фонологической обработкой

Класс	N	M	SD	5 %	7 %	10 % (риск)	15 %	25 %	50 %	75 %	85 %	90 %	93 %	95 %
8	42	0.92	0.07	0.79	0.83	0.83	0.84	0.88	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00
9	57	0.95	0.07	0.83	0.83	0.86	0.88	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	35	0.94	0.07	0.81	0.85	0.88	0.88	0.92	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	31	0.93	0.09	0.73	0.76	0.83	0.88	0.88	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Всего	165	0.94	0.07	0.79	0.83	0.83	0.88	0.92	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Примечание: N – количество участников; M – средний балл в тесте на замену звука в псевдослове; SD – стандартное отклонение.

Обсуждение и выводы

В результате проведенного исследования мы рассчитали показатели навыков фонологической обработки у типично развивающихся русскоговорящих подростков, обучающихся в 8–11-м классах. В качестве методики оценки навыков фонологической обработки мы использовали тест «Замена звука в псевдослове». Мы обнаружили, что большинство участников выполняло тест с точностью выше 95 %. Это может свидетельствовать о необходимости разработки более сложного фонологического теста для подростков / учеников старших классов. Тем не менее полученные результаты подтверждают связь навыков фонологической обработки и чтения даже в более старшем возрасте. В исследованиях (Torgesen et al., 2001; Barth et al., 2009) было показано, что навыки фонологического декодирования объясняют 2–10 % дисперсии скорости чтения у младших школьников. В нашем исследовании мы получили 2 % объясненной дисперсии. Это может быть связано как с более старшим возрастом участников, так и с тем, что орфография русского языка считается более прозрачной, чем орфография английского.

Литература

- Alexeeva S., Burdyna A., Lezina A., Nikonova Ya., Koltuntseva V., Cherevik A. Reading pseudowords, words and texts by Russian-speaking adolescents in grades 8–11 // The Russian Journal of Cognitive Science. in press.
- Barth A. E., Catts H. W., Anthony J. L. The component skills underlying reading fluency in adolescent readers: A latent variable analysis // Reading and Writing. 2009. Vol. 22. No. 5. P. 567–590. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9125-y>
- Catts H. W., Adlof S. M., Weismer S. E. Language deficits in poor comprehenders: A case for the simple view of reading // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2006. Vol. 49. No. 2. P. 278–293. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006\)023](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006)023)
- Clemens N. H., Hilt-Panahon A., Shapiro E. S., Yoon M. Tracing student responsiveness to intervention with early literacy skills indicators: Do they reflect growth toward text reading outcomes? // Reading Psychology. 2012. Vol. 33. No. 1–2. P. 47–77. <https://doi.org/10.1080/002702711.2011.630608>

Davydov D. G., Chmykhova E. V. Administered of the Raven's Standard Progressive Matrices with a time limit // *Voprosy Psikhologii*. 2016. No. 4. P. 129–139.

Dorofeeva S. V., Iskra E., Goranskaya D., Gordeyeva E., Serebryakova M., Zyryanov A., Akhutina T. V., Dragoy O. Cognitive requirements of the phonological tests affect their ability to discriminate children with and without developmental dyslexia // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2022. Vol. 65. No. 10. P. 3809–3826. https://doi.org/10.1044/2022_jslhr-21-00687

Dorofeeva S. V., Laurinavichyute A., Reshetnikova V., Akhutina T. V., Tops W., Dragoy O. Complex phonological tasks predict reading in 7 to 11 years of age typically developing Russian children // *Journal of Research in Reading*. 2020. Vol. 43. No. 4. P. 516–535. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12327>

Peirce J., Gray J. R., Simpson S., MacAskill M., Höchenberger R., Sogo H., Kastman E., Lindeløv J. K. PsychoPy2: Experiments in behavior made easy // *Behavior Research Methods*. 2019. Vol. 51. No. 1. P. 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>

Torgesen J. K., Rashotte C. A., Alexander A. Principles of fluency instruction in reading: Relationships with established empirical outcomes // *Dyslexia, Fluency, and the Brain* / M. Wolf (Ed.). Parkton, MD: York Press, 2001. P. 333–357.

Torgesen J. K., Wagner R. K., Rashotte C. A. Longitudinal studies of phonological processing and reading // *Journal of Learning Disabilities*. 1994. Vol. 27. No. 5. P. 276–286. <https://doi.org/10.1177/002221949402700503>

EXPLORING PHONOLOGICAL PROCESSING IN RUSSIAN-SPEAKING ADOLESCENTS IN GRADES 8–11

Ya. E. Nikonova* (1), T. A. Eremicheva (1, 2), S. V. Alexeeva (1)
nikonova0312@gmail.com

1 – HSE University, St. Petersburg;

2 – HSE University, Moscow

Abstract. Phonological processing skills are believed to play a key role in the process of learning to read. Most research in this area has focused on phonological processing in preschool and elementary school children. Adolescents, on the other hand, remain an understudied group. The purpose of the present study was to assess phonological processing skills in Russian-speaking adolescents and to find out whether they related to reading fluency. A total of 163 typically developing Russian-speaking adolescents participated in the study. Participants performed the “Changing Sound in a Pseudoword” phonological test from the Russian Test of Phonological Processing (RuToPP; Dorofeeva et al., 2020; 2022) and read aloud the “Caring Flower” text. As a result of the study, the “Changing Sound in a Pseudoword” test was standardized for the adolescent population, and thresholds were calculated that may indicate difficulties with phonological processing. We also found that phonological processing skills significantly predict text reading fluency.

Keywords: phonological processing, reading fluency, test standardization, adolescents, Russian

This research is supported by the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

ЧЁТКИЕ РЕБЯТА? ФОНЕТИЧЕСКАЯ РЕДУКЦИЯ В РЕЧИ ШКОЛЬНЫХ УЧИТЕЛЕЙ

О. А. Павлова*, Е. И. Риехакайнен
st106080@student.spbu.ru
СПбГУ, Санкт-Петербург

Аннотация. Речь — основной инструмент педагога, необходимый элемент системы взаимодействия между учителем и учениками. Согласно данным опроса школьников, одной из важных характеристик речи учителя является ее четкость. Мы проанализировали степень редукции словоформ в речи учителей как возможный коррелят четкости речи. Для анализа были выбраны слова, которые часто подвергаются редукции в спонтанной речи (*будет, говорит, если, очень, сегодня, сейчас, тебя, тысяча, человек*) и слова с интервокальными консонантными кластерами /l'k/ и /gd/, в которых часто выпадает первый согласный (*всегда, иногда, когда, насколько, настолько, несколько, никогда, сколько, столько, тогда, только*). В результате статистического анализа была обнаружена связь зависимости наличия редукции в слове и следующих экстралингвистических факторов: степени результативности педагога, предмета и класса — но значимость этих факторов может быть обусловлена индивидуальными особенностями конкретных педагогов, речь которых мы анализировали. Среди лингвистических факторов мы обнаружили значимое влияние только фактора положения в межаузальном интервале: в середине межаузального интервала возникновение редукции более вероятно, чем в других позициях.

Ключевые слова: педагогический дискурс, спонтанная речь, фонетическая редукция, частотность, фонетика

Исследование поддержано СПбГУ, шифр проекта 103965557.

Введение

Основным инструментом педагога, в том числе школьного учителя, является его речь. В методической литературе часто содержатся рекомендации относительно того, какой должна быть речь учителя, чтобы обучающиеся лучше усваивали информацию. Эти рекомендации по большей части основываются на субъективном мнении исследователей и не подкрепляются анализом реальных преподавательских практик, см. обзор в Риехакайнен и др. (2024). В последние годы ситуация начала меняться: появились работы в этой области, которые базируются на анализе аудио- и видеозаписей различных видов учебных занятий, что позволяет понять, как на самом деле осуществляется взаимодействие между преподавателем и учениками и что может способствовать успешности этого взаимодействия (Sharpe, 2008; Lee, 2020; Ishino, 2024).

Мы реализуем такой подход в рамках проекта «Роль лингвистических характеристик речи в результативных учительских практиках: корпусные

и психолингвистические данные», цель которого — выявить лингвистические характеристики результативных учительских практик, которые реализуются в школах Российской Федерации. Оценка результативности учителей проводилась предварительно нашими партнерами из ООО «СберОбразование» по специально разработанной методике (Сергоманов и др., 2023). Результативными считаются учителя, чьи ученики не менее трех лет получают баллы на государственной итоговой аттестации выше средних значений по региону и стабильно показывают высокие показатели текущей успеваемости. Важно, что такие учителя работают в школах, где нет селективного отбора кадров и учеников и классы которых характеризуются неоднородным социальным составом учащихся. Записи уроков также проводятся нашими партнерами — таким образом, мы работаем с аудиоматериалом, относительно которого нам заранее известно, является ли учитель, который проводил урок, результативным. Благодаря этому возможно сравнение речи результативных учителей и тех, которые не попали в эту категорию.

Для формирования предварительного перечня лингвистических характеристик учительской речи, которые могут влиять на успешность взаимодействия между учителем и учениками, мы провели опрос (подробное описание его методики см. в Риехакайнен и др., 2024), который показал, что школьники считают четкость речи важной составляющей речи учителя.

Одним из лингвистических коррелятов четкости речи является полнота ее сегментного состава. Абсолютно полный тип произнесения, когда говорящий отчетливо артикулирует все звуки во всех словах, по всей видимости, невозможен в естественной коммуникации (Щерба, 1957). Считается, что степень сохранности фонетического облика слов зависит от степени спонтанности речи: чем более неподготовленной по форме является речь, тем больше в ней участков неполного произнесения, то есть редуцированных слов, в которых отсутствуют отдельные звуки или их комплексы.

Цель нашего исследования — проверить, насколько часто возникает фонетическая редукция слов в речи школьных учителей и от каких факторов она зависит. Для достижения этой цели в полной мере необходимо осуществление сплошной фонетической расшифровки всей речи учителя во время урока, что требует очень больших временных ресурсов. Поэтому мы решили начать с выборочного анализа тех слов, в которых — на основе предыдущих исследований — можно ожидать возникновение редукции в речи учителей, потому что они часто подвергаются редукции в спонтанной речи в целом.

Методика

Мы рассмотрели две группы слов. Первая из них — это слова, которые часто редуцируются в силу их высокой частотности в устной речи: *будет, говорит, если, очень, сегодня, сейчас, тебя, тысяча, человек* (Раева, 2012; Стойка, 2017). Вторая — слова, содержащие интервокальные консонантные кластеры /l'k/ и /gd/, в которых наблюдается тенденция к выпадению первого согласного: *всегда, иногда, когда, насколько, настолько, несколько, никогда, сколько, столько, тогда, только* (Риехакайнен, 2020, с. 674).

Материалом для исследования послужили 16 записей школьных уроков биологии, истории и литературы в 5–8 классах (общая продолжительность аудиозаписей – 480 минут). Среди них 8 уроков были проведены результативными учителями и 8 – теми, кто не попал в эту категорию.

Путем сплошного прослушивания из записей были выбраны все реализации перечисленных выше слов, каждая из них была затранскрибирована (для этого применялся слуховой и инструментальный анализ в программе Praat, <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>). На этом этапе несколько реализаций пришлось исключить из анализа, поскольку качество записи не позволяло надежно осуществить транскрибирование. Данные по всем реализациям были занесены в таблицу. Учитывались следующие параметры:

- экстралингвистические: результативность учителя, предмет, класс, конкретный учитель, часть урока (например, введение нового материала, повторение материала и т. п.);
- лингвистические: степень подготовленности речи (говорение, чтение, чтение наизусть), вхождение реализации в состав фонетического слова, позиция в предложении, позиция в части сложного предложения, позиция в межаузальном интервале, наличие редукции, количество редуцированных элементов.

Результаты

Всего мы проанализировали 853 реализации выбранных слов. Все слова из первой группы (высокочастотные) встретились в аудиозаписях. Статистически значимо не различается количество полных и редуцированных реализаций для трех слов: *будет* (56 % и 44 %), *сейчас* (51 % и 49 %) и *тысяча* (52 % и 48 %), для всех остальных преобладает полный вариант произнесения. В этой группе наблюдается значительная вариативность способов редукции: максимальное количество возможных вариантов зафиксировано для слова *тысяча* – 10.

Среди реализаций слов с консонантными кластерами /gd/ и /l'k/ также преобладают нередуцированные. Одинаковое количество редуцированных и нередуцированных вариантов зафиксировано только для слова *иногда*, но это, скорее всего, связано с относительно небольшим количеством примеров употребления этого слова в корпусе (всего 6). Ожидается чаще других в материале встретились слова *когда* и *только*, при этом для первого было обнаружено только 13 редуцированных реализаций (14 %), а для второго – всего одна (2 %). Ни разу в рассмотренном материале не встретилось слово *настолько*.

Статистический анализ с использованием критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой на непрерывность показал влияние фактора результативности на количество редуцированных реализаций выбранных единиц ($\chi^2 = 17.569$, $p < .001$): хотя в обеих группах нередуцированные реализации встречаются чаще, чем редуцированные, доля редуцированных единиц у результативных учителей выше, чему у второй группы (30 % и 17 % соответственно).

Выбор фактора класса для анализа связан с предположением, что с учениками более старшего возраста учителя меньше контролируют фонетическую сторону своей речи и, следовательно, чаще используют редуцированные реализации словоформ. Согласно статистическим данным, учителя, ведущие уроки у 8 класса, статистически значимо чаще остальных склонны пропускать звуки в выбранных для анализа словах (31 % всех реализаций подвергся редукции, в то время как в других классах этот показатель не превышал 18 %, при этом в пятом классе он выше, чем в шестом и седьмом). Обнаружилась и зависимость от предмета ($\chi^2 = 51.681$, $p < .001$: наибольшее количество редуцированных словоформ было у учителей истории (34 %)).

Однако, по всей видимости, подобные результаты обусловлены также влиянием фактора конкретного учителя. И внутри группы результативных учителей, и во второй группе есть значимые различия между учителями по соотношению редуцированных и нередуцированных реализаций. В обеих группах есть по одному учителю, который редуцирует значимо чаще остальных. Оба являются учителями истории, один работает в 5 классе, другой — в 8 классе. Таким образом, значимое преобладание редуцированных реализаций среди учителей истории и учителей, ведущих уроки в 8 и 5 классах, можно объяснить влиянием индивидуальных особенностей речи конкретных педагогов.

Кроме того, наши данные позволяют говорить о том, что редуцированные реализации выбранных для анализа слов в середине межпаузного интервала встречаются значимо чаще, чем в других позициях (73 % всех редуцированных реализаций встретились в этой позиции, $\chi^2 = 8.904$, $p < .031$). Остальные лингвистические факторы значимого влияния на возникновение редуцированных реализаций не оказали.

Обсуждение и выводы

Полученные нами предварительные данные о редукции в речи учителей свидетельствуют о том, что учителя в целом достаточно редко редуцируют высокочастотные слова и слова с частотными консонантными кластерами. Это касается в том числе слова *сейчас* (которое, по имеющимся в литературе данным, часто выступает в редуцированном виде даже в подготовленной речи) и слова *только*, которое в речи носителей русского языка имеет типичную редуцированную реализацию /tókə/. Чаще всего редуцированные реализации возникают в наиболее слабой позиции в высказывании — в его середине, что соотносится с результатами предыдущих исследований (Раева, 2012).

Несмотря на в целом небольшое количество редуцированных реализаций в речи учителей, мы обнаружили различия между более результативными и менее результативными учителями по общему количеству зафиксированных редуцированных реализаций. При этом более результативные учителя редуцируют рассмотренные нами слова чаще, чем вторая группа, что может свидетельствовать о меньшей подготовленности их речи по форме и, соответственно, о более свободной коммуникации на уроке. Таким образом, наличие редукции высокочастотных слов и звукосочетаний может потенциально рассматриваться как лингвистический коррелят результативности учительской

практики. Однако для подтверждения этого наблюдения необходимо расширение выборки: внутри обеих рассмотренных групп учителей наблюдается статистически значимое варьирование количества редуцированных реализаций у разных учителей, поэтому, возможно, фактор конкретного учителя является более важным, чем результативность. Для проверки вывода о влиянии класса, в котором проводится урок, на количество редуцированных реализаций необходимо сопоставление речи одного учителя на уроках в разных классах. Это является ближайшей перспективой нашей работы.

Литература

Раева О. В. Высокочастотные словоформы в ментальном лексиконе (на материале русской спонтанной речи). ВКР магистра лингвистики: Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2012.

Риехакайнен Е. И. Реализации интервокальных консонантных кластеров в частотных словах русского языка // Вестник Санкт-Петербургского университета. Язык и литература. 2020. Т. 17. № 4. С. 672 – 690. <https://doi.org/10.21638/spbu09.2020.411>

Риехакайнен Е. И., Браташ В. С., Зубов В. И., Сергоманов П. А. Методика аннотирования корпуса устной речи учителей // Вопросы образования. 2024. № 2. С. 251 – 285. <https://doi.org/10.17323/vo-2024-17878>

Сергоманов П. А., Мальцев М. А., Бысик Н. В., Бекетов В. Ю., Байбурин Р. Ф. Социология урока: дискурсивная организация результативных учительских практик // Вопросы образования. 2023. № 1. С. 191 – 218. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2023-1-191-218>

Стойка Д. А. Редуцированные формы русской речи: лингвистический и экстралингвистический аспекты: дисс. канд. филол. наук: Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2017.

Щерба Л. В. К вопросу о русской орфоэпии // Избранные работы по русскому языку / Под ред. М. И. Матусевич. Москва: Учпедгиз, 1957. С. 141 – 143.

Ishino M. Inclusive third-turn repeats: managing or constraining students' epistemic status? // Classroom Discourse. 2024. Vol. 15. No. 1. P. 24 – 51. <https://doi.org/10.1080/19463014.2023.2190033>

Lee J. J. Spoken classroom discourse // The Routledge Handbook of Corpus Approaches to Discourse Analysis / E. Friginal, J. A. Hardy (Eds.). Abingdon: Routledge, 2020. P. 82 – 97. <https://doi.org/10.4324/9780429259982-6>

Sharpe T. How can teacher talk support learning? // Linguistics and Education. 2008. Vol. 19. No. 2. P. 132 – 148. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2008.05.001>

PHONETIC REDUCTION IN THE SPEECH OF SCHOOL TEACHERS

O. A. Pavlova*, E. I. Riekhakaynen
st106080@student.spbu.ru
Saint Petersburg University, St. Petersburg

Abstract. Speech is the main tool of a teacher, a key element of interactions between a teacher and students. According to the data of a survey of schoolchildren, one of the important characteristics of a teacher's speech is its clarity. We analyzed the degree of reduction of word forms in teachers' speech as a possible correlate of speech clarity. For the analysis, we selected words that are often reduced in Russian spontaneous speech (*budet, govorit, esli, ochen', segodnya, sejchas, tebya, tysyacha, chelovek*) and words with intervocalic consonant clusters /l'k/ and /gd/, in which the first consonant is often dropped (*vsegda, inogda, kogda, naskol'ko, nastol'ko, neskol'ko, nikogda, skol'ko, stol'ko, togda, tol'ko*). Statistical analysis has shown a significant influence of the following extralinguistic factors on the presence of reduction in a word: whether the teacher is effective, the subject he/she teaches, and grade. However, the significance of these factors can be due to individual characteristics of the specific teachers whose speech we analyzed. Among the linguistic factors, we found a significant influence only of the factor of position in the interpausal interval: the occurrence of reduction is more likely in the middle of the interpausal interval than in other positions.

Keywords: pedagogical discourse, spontaneous speech, phonetic reduction, frequency, phonetics

The authors acknowledge Saint Petersburg State University for the Research Project 103965557.

РОЛЬ АФФЕКТИВНОГО И КОГНИТИВНОГО КОМПОНЕНТОВ ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УЗНАВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ИСКУССТВА И ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ

А. Е. Петрова*, Т. В. Шумилов, А. В. Чистопольская
b4nnikova.an@yandex.ru
ЯрГУ, Ярославль

Аннотация. Традиционно считается, что ага-переживание способствует лучшему запоминанию (Владимиров, Макаров, 2020; Danek et al., 2013). Однако сейчас существуют исследования, в которых не было показано мнемического улучшения при наличии ага-переживания (Korovkin et al., 2021). Мы предположили, что концептуальные произведения искусства и инсайтные задачи будут запоминаться лучше, чем неконцептуальные произведения и неинсайтные задачи. Это связано с тем, что поиск идей произведений концептуального искусства и решение инсайтных задач сопровождаются изменением репрезентации. Результаты свидетельствуют о том, что инсайтные задачи и концептуальные произведения узнаются спустя полгода лучше, чем неинсайтные задачи и неконцептуальные произведения, но степень уверенности в правильности ответа при узнавании концептуальных произведений ниже, чем степень уверенности при узнавании инсайтных задач. Это может быть связано со спецификой предметов исследования: при узнавании инсайтных задач испытуемый может опираться не только на визуальный аспект, но и припоминать решение, и это решение будет подходить только для одной инсайтной задачи, при узнавании произведений искусства невозможно опираться на идею, поскольку нельзя проверить, подходит ли эта идея к произведению.

Ключевые слова: изменение репрезентации, ага-переживание, инсайтная задача, концептуальное искусство, узнавание

Введение

За долгое время изучения инсайтного решения было выявлено множество особенностей и механизмов, сопровождающих данный процесс. Например, считается, что инсайтное решение лучше запоминается, а впоследствии лучше узнается и воспроизводится (Владимиров, Макаров, 2020; Danek et al., 2013). Существует множество работ, в которых это объясняется тем, что инсайтное решение сопровождается ага-переживанием. Ага-переживание — это аффективный компонент инсайтного решения, который является комплексом переживаний, сопровождающих решения задач, он включает в себя субъективную внезапность решения, очевидность решения, уверенность в правильности решения, удивление от неожиданного для решателя ответа, положительные эмоции (Danek et al., 2013).

И. Ю. Владимировым и И. Н. Макаровым были выделены три функции аффективного компонента: мотивационная, сигнальная и мнемическая. Мнемическая функция способствует лучшему сохранению информации о стимулах в памяти (Владимиров, Макаров, 2020). Мнемическую функцию аффективного компонента иллюстрировали многие исследователи. Например, А. Данек и коллегами было продемонстрировано, что разгадки фокусов, которые сопровождались ага-переживанием, вспоминались лучше. Исследователи делают вывод, что ага-переживание действительно способствует лучшему запоминанию информации. В основе лежит следующий механизм: эмоциональное состояние (ага-переживание), которое запоминается с большей яркостью и точностью, связывается с информацией о решении (Danek et al., 2013).

Однако в исследовании С. Ю. Коровкина и Ю. А. Падалка не было выявлено значимого вклада шкал ага-переживания в вариативность показателей воспроизведения решения задачи. Результаты свидетельствуют о том, что лучше запоминалось схематичное решение. Получается, запоминание и закрепление решения в памяти может быть результатом простоты схемы, что позволяет компактно упаковать решения в памяти, а не результатом субъективного эмоционального подкрепления (Korovkin et al., 2021).

Таким образом, ага-переживание может не являться тем компонентом инсайтного решения, который способствует лучшему запоминанию информации. Вероятно, учитывая, что схематичность играет существенную роль в сохранении информации, на запоминание может влиять изменение репрезентации — когнитивный компонент инсайтного решения задач. Это обусловлено тем, что для создания схемы необходимо взглянуть на задачу по-новому. Однако нет исследований, в которых было бы показано, что изменение репрезентации способствует лучшему запоминанию.

Изменение репрезентации является ключевым моментом не только при решении задач, но и в других творческих сферах — например, при поиске идей произведений концептуального искусства. Этому есть ряд теоретических обоснований. М. Кубовый указывал, что творческие процессы могут быть сопоставимы и исследоваться в единой парадигме, ведь они вызывают «удовольствие ума» — постперцептивные эмоциональные реакции, возникающие вследствие нарушения первоначальных ожиданий и нахождения новой интерпретации (Kubovy, 1999). Г. Минисейлом были также выявлены источники удовольствия восприятия концептуального искусства. Одним из них может являться концептуальная сложность (conceptual complexity), под которой подразумевается, что зритель в момент восприятия посмотрит на произведение по-новому, пересмотрит привычное новым взглядом, что, в свою очередь, схоже с процессом изменения репрезентации при решении инсайтных задач (Minissale, 2012).

Еще одним аргументом являются результаты проведенного ранее исследования, целью которого было показать, что решение инсайтных задач и поиск идеи концептуального искусства могут обладать схожей феноменологией (Банникова, Шумилов, 2024). Было выявлено, что процесс поиска идеи концептуальных произведений, так же как и процесс поиска решения инсайтных задач, сопровождается аффективными переживаниями. Также было показано, что из-

менение репрезентации является феноменом, наличие которого объединяет между собой инсайтные задачи и концептуальное искусство (при этом отделяя их от неконцептуального искусства и неинсайтных задач).

Таким образом, можно говорить, что процесс решения инсайтных задач и процесс поиска идей концептуального искусства могут быть схожи. При помощи авторского постэкспериментального опросника оценки инсайтности (Shumilov et al., 2023) в предшествующем исследовании (Банникова, Шумилов, 2024) было показано, что оценки по шкале «Изменение репрезентации (результат)» значимо не различались ($U = 2086.5$, $p = .658$) для инсайтных задач ($M = 65.7$, $SD = 41.7$) и концептуальных произведений ($M = 69.9$, $SD = 38.5$), как и оценки по шкале «Изменение репрезентации (процесс)» ($U = 2481.5$, $p = .161$): для инсайтных задач $M = 59.6$, $SD = 38.5$, для концептуальных произведений $M = 50.1$, $SD = 39.7$. При этом оценки по шкале «Ага-переживание» ($U = 2232.5$, $p = .401$) также значимо не различались.

Продолжая исследование, мы соотнесли процессы поиска решения инсайтных задач и поиска идеи концептуальных произведений искусства в контексте схожих закономерностей при их узнавании. Мы предположили, что концептуальные произведения искусства и инсайтные задачи будут запоминаться лучше, чем неконцептуальные и неинсайтные, ввиду того что поиск идей/решений первых сопровождается изменением репрезентации. В частности, мы предполагаем, что испытуемые спустя полгода после того, как им необходимо было найти идеи произведения и решения инсайтных задач, будут лучше узнавать концептуальные произведения по сравнению с неконцептуальными (аналогично для узнавания условий инсайтных задач и воспроизведения их решения по сравнению с неинсайтными). В этом случае можно будет сделать предположение о том, что инсайтный механизм изменения репрезентации не специфичен только для решения задач.

Методика

В исследование привлекались те испытуемые, которые участвовали в первой серии исследования (Банникова, Шумилов, 2024). Выборка — 32 человека (из них 13 мужчин) возрастом от 19 до 62 лет ($M = 27.3$, $SD = 12.4$). Исследование проводилось при помощи программы PsychoPy-2023.2.3. Испытуемым предлагалась следующая инструкция: «Вам будут предъявляться 8 стимулов на экране с задачами/произведениями. Ваша задача — узнать тот стимул, который вам предъявлялся полгода назад, и оценить свою степень уверенности (от 1 до 7) в том, что вы выбрали именно тот стимул. Таких этапов будет 8». То есть испытуемым необходимо было узнать один целевой стимул, который им предъявлялся полгода назад, среди семи стимулов-филлеров (инсайтных/неинсайтных задач, концептуальных/неконцептуальных произведений). Всего было 8 серий, 4 из них — с произведениями искусства, другие 4 — с задачами. При этом филлеры были схожи с целевыми стимулами по перцептивным признакам. После того как испытуемые выделяли стимулы, которые по их мнению являются целевыми, им необходимо было оценить степень уверенности в своем выборе (степень уверенности оценивалась от 1 до 7 по шкале Лайкерта).

Таким образом, независимой переменной выступал тип стимула (концептуальное/неконцептуальное произведение, инсайтная/неинсайтная задача), зависимыми переменными — точность узнавания (соотношение верно узнанных целевых стимулов и ошибочно узнанных стимулов-филлеров) и степень уверенности в правильности узнавания (где 1 — совсем не уверен, 7 — полностью уверен).

Результаты

При обработке результатов использовались непараметрические критерии χ^2 и U-критерий Манна–Уитни, так как распределение данных отличалось от нормального. Точность узнавания инсайтных задач (70.3 %) была статистически значимо выше ($\chi^2 = 21.13$, $p < .001$), чем неинсайтных (28.1 %). Степень уверенности в правильности узнавания стимула при узнавании инсайтных задач ($M = 4.91$, $SD = 2.11$) оказалась значимо выше ($U = 2802.0$, $p < .001$), чем неинсайтных ($M = 3.64$, $SD = 1.75$).

Точность узнавания концептуальных произведений (87.5 %) была статистически значимо выше ($\chi^2 = 5.53$, $p = .019$), чем неконцептуальных (68.75 %). Однако при этом нет статистически значимых различий по показателю степени уверенности в правильности ответа ($U = 2260.5$, $p = .151$) при узнавании концептуальных произведений ($M = 5.17$, $SD = 1.82$) по сравнению с неконцептуальными ($M = 4.86$, $SD = 1.86$).

Обсуждение и выводы

Проведенное исследование показало, что инсайтные задачи узнаются спустя полгода лучше, чем неинсайтные. Испытуемые также более уверены в том, что выбранные ими инсайтные задачи демонстрировались им ранее, тогда как в выборе неинсайтных задач они уверены меньше. Также было выявлено, что концептуальные произведения узнаются лучше, чем неконцептуальные произведения.

Вероятно, это связано со спецификой объектов узнавания: при узнавании инсайтных задач испытуемый может не только опираться на зрительный аспект, но и припоминать решение, и это решение будет подходить только для одной инсайтной задачи. При узнавании произведения невозможно опираться на идею, ведь, во-первых, нельзя проверить, подходит ли эта идея к произведению (она могла подходить ко всем предъявленным стимулам), а во-вторых, все стимулы были визуально похожи и различались незначительными деталями.

Полученные результаты могут свидетельствовать в пользу того, что на запоминание может влиять не только аффективный компонент инсайтного решения, но и изменение репрезентации — его когнитивный компонент, поскольку для создания схемы необходимо взглянуть на задачу по-новому. То есть инсайтный механизм изменения репрезентации может не быть специфичен для решения задач и может сопровождать восприятие концептуального искусства.

Таким образом, мы можем предполагать, что изменение репрезентации способствует лучшему запоминанию инсайтных задач и произведений

концептуального искусства. То есть инсайтный механизм изменения репрезентации не специфичен только для решения задач, а может присутствовать в других творческих сферах. Перспективой исследования является изучение того, как связаны ранее решенные задачи и выявленные идеи произведения, и непосредственное изучение влияния изменения репрезентации на лучшее запоминание.

Ограничения исследования. В данном исследовании мы фиксировали изменение репрезентации при помощи субъективных самоотчетов испытуемых (оценки по шкалам «Изменение репрезентации (результат)» и «Изменение репрезентации (процесс)»). В дальнейшем кажется целесообразным ввести дополнительную объективную метрику оценки изменения репрезентации — например, использовать метод задачи-зонда и фиксировать изменения в оценках важности для нахождения ответа различных стимулов, как это было сделано в работе А. Данек и коллег (Danek et al., 2018).

Литература

Банникова А. Е., Шумилов Т. В. Сравнение феноменологии процесса поиска идеи концептуальных произведений искусства и решения инсайтных задач // Сборник тезисов участников XXVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 10-12 апреля 2024 г. / Под ред. А. В. Шаболтас. СПб.: Скифия-принт, 2024. С. 98 – 100.

Владимиров И. Ю., Макаров И. Н. От “Хммм...” до “Ага!”: эмоциональный мониторинг изменения репрезентации // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2020. Т. 17. № 4. С. 658 – 681. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2020-4-658-681>

Danek A. H., Fraps T., von Müller A., Grothe B., Öllinger M. Aha! experiences leave a mark: Facilitated recall of insight solutions // Psychological Research. 2013. Vol. 77. No. 5. P. 659 – 669. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0454-8>

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. Vol. 84. No. 1. P. 111 – 119. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-0977-8>

Korovkin S., Savinova A., Padalka J., Zhelezova A. Beautiful mind: Grouping of actions into mental schemes leads to a full insight Aha! experience // Journal of Cognitive Psychology. 2021. Vol. 33. No. 6 – 7. P. 620 – 630. <https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1847124>

Kubovy M. On the pleasures of the mind // Well-being: The foundations of hedonic psychology / D. Kahneman, E. Diener, N. Schwarz (Eds.). New York, NY: Russell Sage Foundation, 1999. P. 134 – 154.

Minissale G. Conceptual art: A blind spot for neuroaesthetics? // Leonardo. 2012. Vol. 45. No. 1. P. 43 – 48. https://doi.org/10.1162/leon_a_00324

Shumilov T. V., Chistopolskaya A. V., Vladimirov I. Y. The path to insight: Developing methods to increase the effectiveness of insightful solution detection // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. 2023. Vol. 20. No. 3. P. 473 – 489. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-3-473-489>

THE ROLE OF AFFECTIVE AND COGNITIVE COMPONENTS OF INSIGHTFUL SOLUTIONS IN CONCEPTUAL ART AND INSIGHT PROBLEM RECOGNITION

A. E. Petrova*, T. V. Shumilov, A. V. Chistopolskaya

b4nnikova.an@yandex.ru

Yaroslavl State University, Yaroslavl

Abstract. Traditionally, the Aha! Experience is thought to promote better memorization (Vladimirov, Makarov, 2020; Danek et al., 2013). However, there are studies that have not shown mnemonic improvement in the presence of an Aha! experience (Korovkin et al., 2021). We hypothesized that conceptual artworks and insight problems would be remembered better than non-conceptual artworks and non-insight problems. This is due to the fact that retrieval of ideas of conceptual artworks and insight problems is accompanied by representational change. The results indicate that, six months later, insight problems and conceptual artworks are indeed recognized better than non-insight problems and non-conceptual artworks, but the degree of confidence in the correct answer is lower when recognizing conceptual artworks. This may be due to the specifics of the subjects of the study: when recognizing insight problems, the participant can rely not only on the visual aspect, but also recall the solution that will be suitable for only one insight problem. It is impossible to rely on the idea of artwork, because there is no possible way to check whether this idea is suitable for the work.

Keywords: representational change, Aha! Experience, insight problem, conceptual art, recognition

МОЗГОВЫЕ КОРРЕЛЯТЫ УДЕРЖАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА В РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ: ФМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ ЗДОРОВОГО СТАРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Е. В. Печенкова* (1), О. А. Королькова** (1, 2), Я. Р. Паникратова (1),
М. Е. Пчелинцева (1), А. В. Смирнова (1), С. М. Менинг (1), Л. А. Маковская (1, 3),
В. Е. Сеницын (1, 3)

* — evp@virtualcoglab.org,

** — olga.kurakova@gmail.com

1 — МЦНМО, Москва;

2 — МГППУ, Москва;

3 — МНОИ МГУ, Москва

Аннотация. Состояние рабочей памяти (РП) — системы кратковременного хранения и обработки ограниченного объема информации, необходимой для текущей умственной активности — во многом определяет когнитивные возможности человека на протяжении всей его жизни. Показано, что возможности РП снижаются в пожилом возрасте, и это в большей степени касается процесса обновления материала, чем его удержания, а также более характерно для невербального материала по сравнению с вербальным. В то же время о мозговых механизмах этих наблюдаемых изменений известно сравнительно мало, что связано в том числе со сложностями соотнесения психологических и нейрофизиологических моделей РП. Мы представляем данные фМРТ, полученные с участием 16 человек из группы здорового старения (60–75 лет) и 16 молодых здоровых добровольцев (18–35 лет). Использовались разработанные нами ранее эквивалентные вербальные и невербальные варианты задач Стернберга (оценка удержания материала) и «N шагов назад» (оценка обновления материала в РП). Паттерн поведенческих результатов (точность и время ответа) в целом соответствовал данным литературы. Данные фМРТ продемонстрировали различия между вербальными и невербальными задачами преимущественно для процесса удержания, но не обновления материала в обеих возрастных группах. Возрастные различия в активации головного мозга были выявлены для обоих процессов.

Ключевые слова: рабочая память, вербальная рабочая память, невербальная рабочая память, здоровое старение, фМРТ

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 23-78-00008, <https://rscf.ru/project/23-78-00008/> «Уточнение мозговых механизмов рабочей памяти во взрослом возрасте и в процессе старения за счет совместного использования данных фМРТ и МЭГ».

Введение

Рабочая память (РП) — это система кратковременного хранения и обработки ограниченного объема информации, необходимой для текущей умственной активности. РП ухудшается в пожилом возрасте (Naveh-Benjamin, Cowan, 2023), и это ухудшение предсказывает будущее когнитивное снижение (Camino-Pontes et al., 2023). Обзор метаанализов поведенческих исследо-

ваний, посвященных изменениям РП при старении, показывает, что хранение информации само по себе страдает незначительно, но заметно ухудшается при параллельной обработке информации; снижение возможностей обновления материала в РП наблюдается при выполнении задачи «N шагов назад» уже при $n \times 2$; ухудшение более выражено для зрительно-пространственной памяти, чем для вербальной (Naveh-Benjamin, Cowan, 2023). Однако подробное описание мозговых механизмов, стоящих за перечисленными особенностями возрастного снижения РП, все еще отсутствует. Это, в частности, связано с тем обстоятельством, что описанные изменения не укладываются в рамки какой-либо одной из существующих моделей РП, а модели, построенные преимущественно на основе поведенческих данных, не находят достаточного отражения в нейрокогнитивных моделях.

В данной статье мы приводим часть результатов, полученных в рамках большого проекта, нацеленного на уточнение мозговых механизмов возрастных изменений РП с помощью сочетания двух нейрофизиологических методов — магнитоэнцефалографии (МЭГ) и функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). Приводится сопоставление фМРТ-данных об активации мозга при выполнении задач на РП в группе здорового старения (60–75 лет) и молодой здоровой группе контроля (18–35 лет). Мы использовали две методики, которые позволяют независимо оценить состояние двух процессов РП — удержания и обновления материала. Каждая методика была реализована в двух разработанных нами эквивалентных вариантах — вербальном и невербальном (Королькова и др., 2024).

Методика

Участники. Участие в исследовании приняли пожилые ($n = 21$) и молодые ($n = 17$) праворукие добровольцы из академического сообщества г. Москвы с нормальной или компенсированной остротой зрения и нормальным слухом, родным русским языком. Критериями исключения для всех участников являлись противопоказания к МРТ, диагностированные заболевания ЦНС (в том числе нейродегенеративные) или психические заболевания, а для пожилой группы — также инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения или аутоиммунные системные заболевания в анамнезе. Для пожилой группы дополнительно проводилась оценка состояния когнитивных функций по «Монреальской когнитивной шкале» (MoCA, Nasreddine et al., 2005) и структурных МРТ-изображений по шкале Fazekas.

Данные одного молодого и двух пожилых участников были исключены, поскольку они не прошли все этапы исследования. Данные одного человека из пожилой группы были исключены из-за низкого балла по шкале MoCA (< 23) и еще двоих — по результатам описания структурных изображений (2 балла по шкале Fazekas). В итоговую выборку вошли 16 пожилых (средний возраст 66 ± 4 года, 13 женщин и 3 мужчин) и 16 молодых (средний возраст 23 ± 5 лет, 13 женщин и 3 мужчин) участников.

Аппаратура и параметры сканирования. Сканирование проводилось на томографе Siemens Vida 3T, расположенном в МНОИ МГУ им. М. В. Ломоносова,

с использованием стандартной 64-канальной головной катушки. Функциональные T2*-взвешенные изображения получены с помощью мультидиапазонной эхопланарной последовательности со следующими параметрами: MB = 4, двойное ускорение в рамках среза, TR/TE/FA = 1500 мс / 30 мс / 68 °, изотропический воксел со стороной 2.5 мм, 60 срезов. Для каждого подхода в задачах Стернберга регистрировалось по 390, а в задачах «N шагов назад» — по 150 функциональных объемов. Дополнительно регистрировались структурные изображения и пары изображений с противоположными направлениями фазового кодирования по протоколу спин-эхо, которые затем использовались для расчета карт неоднородности магнитного поля и коррекции функциональных изображений.

Процедура. В задаче Стернберга участникам на 2 с предъявляли для запоминания ряд стимулов, затем следовала пауза в 6 с и предъявление единичного тестового стимула на 3 с. Участников просили определить, содержался тестовый стимул в исходном ряду или нет, и как можно быстрее нажать соответствующую кнопку на пульте. Каждые 12 проб участникам давалась обратная связь. Использовались три уровня загрузки РП. В вербальной задаче стимулами выступали 4, 6 или 8 заглавных согласных букв русского алфавита; в невербальной — 2, 4 или 6 символов шрифта Brussels Artificial Characters Sets (BACS2sans; Vidal et al., 2017; <https://osf.io/dj8qm/>), специально разработанного для исследований в области когнитивной психологии и нейронаук. Ряды стимулов, содержащие менее 8 символов, по бокам дополнялись символами решетки (#) до 8 позиций. В контрольном условии (отсутствие загрузки РП) предлагался ряд из 8 решеток и единичная решетка в качестве тестового стимула. В каждом из двух подходов сканирования предъявлялось по девять проб для каждого уровня загрузки РП, включая нулевой (контрольное условие).

В задаче «N шагов назад» использовалось два уровня загрузки РП — 0 и 2 шага назад, предъявлявшихся блоками по девять проб (по 2.1 с каждая). В блоке «0 шагов назад» участники должны были сравнивать стимул из каждой пробы с одним и тем же образцом, показанным в начале ряда. В блоке «2 шага назад» каждый стимул, начиная с третьего, нужно было сравнивать с позапрошлым. Ответ просили давать как можно быстрее путем нажатия на одну из двух кнопок (совпадает / не совпадает). В вербальном варианте использовались те же заглавные согласные буквы, а в невербальном — те же символы шрифта BACS, что и в задачах Стернберга.

Все задачи реализованы в PsychoPy v. 2022.2.5 и доступны в репозитории: <https://osf.io/54c6m/>. Порядок задач в ходе экспериментальной сессии позиционно уравнивался.

Анализ данных. Поведенческие данные (точность и время ответа) анализировались с помощью смешанных линейных моделей в среде статистической обработки R 4.4.0. Для точности ответа функцией связи в модели был логит, для времени ответа — функция идентичности (нормальное распределение). В обеих задачах фиксированными факторами являлись *возрастная группа* участников (молодые/пожилые), *тип материала* (вербальный/невербальный) и *сложность задачи* (в задаче «N шагов назад» — 0/2 шага назад; в задаче Стернберга — контрольное условие, короткая, средняя либо длинная строка).

Случайным фактором был *номер участника*. Рассчитывались апостериорные контрасты с поправкой FDR.

Данные фМРТ анализировались с помощью пакетов SPM12 и FSL 6.0 (вычисление карт неоднородности магнитного поля). Функциональные данные проходили стандартные этапы предобработки, включая пространственную нормализацию к атласу MNI. Для данных каждого участника отдельно по задачам Стернберга и «N шагов назад» строилась повоксельная общая линейная модель, включавшая условия, различавшиеся загрузкой РП (два для задачи «N шагов назад» и четыре для задачи Стернберга). Для вербального и невербального условий по отдельности оценивались параметрические t -контрасты условий возрастающей сложности (для задачи «N шагов назад»: 1 0 ; для задачи Стернберга: -1.5 -0.5 0.5 1.5). Таким образом определялись области активации, специфически возрастающей при росте загрузки РП. Затем для этих контрастов были построены групповые карты активации и оценены эффекты возрастной группы, материала и взаимодействие этих факторов. Групповые карты активации оценивались на уровне значимости $p < .005$ без поправки на множественные сравнения на уровне вокселя и $p < .05$ с поправкой FDR на уровне кластера.

Результаты

Поведенческие данные. Для задачи Стернберга точность в обеих возрастных группах не различалась ($z = 1.04$, $p = .298$), тогда как время ответа в пожилой группе было больше ($z = 3.66$, $p < .001$). В задаче «N шагов назад» в пожилой группе точность была ниже ($z = 4.16$, $p < .001$), а время ответа больше ($z = 4.76$, $p < .001$). Невербальная задача Стернберга в обеих группах выполнялась менее точно, чем вербальная (пожилые: $z = 3.81$, $p < .001$; молодые: $z = 2.64$, $p = .016$), но только у пожилых участников время ответа в невербальной задаче было выше, чем в вербальной ($z = 2.40$, $p = .032$). Невербальная задача «N шагов назад» выполнялась с большим количеством ошибок и медленнее, чем вербальная, в обеих возрастных группах (пожилые: точность $z = 2.53$, $p = .022$; время ответа $z = 5.13$, $p < .001$; молодые: точность $z = 3.45$, $p = .001$; время ответа $z = 5.68$, $p < .001$). Взаимодействие возрастной группы и материала было незначимым в обеих задачах.

Данные фМРТ: эффект группы. В задаче Стернберга у пожилых людей по сравнению с молодыми наблюдалась более выраженная активация в затылочной коре билатерально (затылочный полюс, латеральный затылочный комплекс), а также в предклинье и в нижней теменной дольке слева и в веретеновидной извилине слева. В задаче «N шагов назад» в пожилой группе была более выражена активация в левой оперкулярной коре, а в молодой группе — в верхней теменной дольке билатерально.

Данные фМРТ: эффект материала. В задаче Стернберга для невербального материала по сравнению с вербальным активация, связанная с увеличением загрузки РП, для обеих возрастных групп охватывала обширные участки нижней теменной коры и затылочной коры билатерально, а также область угловой извилины справа. Для вербального материала по сравнению с невербальным активация, связанная с увеличением загрузки РП, обнаружи-

лась в дополнительной моторной коре, в прецентральной извилине и нижней лобной извилине, оперкулярной коре и задней части верхней височной извилины и борозды слева, а также в затылочной коре билатерально и в обоих полушариях мозжечка (более выражено справа). В задаче «N шагов назад» для вербального материала по сравнению с невербальным при увеличении загрузки РП возрастала активация мозжечка, преимущественно справа.

Данные фМРТ: эффект взаимодействия (группа и материал). Активация головного мозга в обеих задачах не обнаружила значимого взаимодействия между возрастной группой и вербальным/невербальным характером материала.

Обсуждение и выводы

Тщательный отбор участников в группу здорового старения позволяет рассматривать полученные результаты как свидетельство того, как могут выглядеть изменения РП и ее мозговых механизмов, связанные только с процессами старения, но не с возраст-ассоциированными заболеваниями, оказывающими существенное негативное влияние на ЦНС. Согласно полученным результатам, хотя в группе здорового старения выполнение всех задач на РП осуществляется медленнее, чем у молодых участников, точность выполнения снижается только для задачи «2 шага назад», что согласуется с данными литературы (Naveh-Benjamin, Cowan, 2023). В то же время изменения в активации головного мозга, связанные с загрузкой РП, наблюдаются как для задач, адресованных процессу обновления материала в РП, так и для задач, адресованных процессу удержания, что, предположительно, свидетельствует о возможном мозговом субстрате успешно протекающих компенсаторных процессов.

Литература

- Королькова О., Паникратова Я., Смирнова А., Менинг С., Пчелинцева М., Сеницын В., Печенкова Е. Разработка сопоставимых по сложности задач для изучения вербальной и невербальной рабочей памяти в фМРТ- и МЭГ-исследованиях // Десятая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Пятигорск, 26 – 30 июня 2024 г. В двух частях. Часть II. Пятигорск: Киреев, М. В., 2024. С. 216 – 217.
- Camino-Pontes B., Gonzalez-Lopez F., Santamaría-Gomez G., Sutil-Jimenez A.J., Sastre-Barrios C., de Pierola I.F., Cortes J.M. One-year prediction of cognitive decline following cognitive-stimulation from real-world data // Journal of Neuropsychology. 2023. Vol. 17. No. 2. P. 302 – 318. <https://doi.org/10.1111/jnp.12307>
- Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V., Charbonneau S., Whitehead V., Collin I., Cummings J.L., Chertkow H. The Montreal cognitive assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment // Journal of the American Geriatrics Society. 2005. Vol. 53. No. 4. P. 695 – 699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Naveh-Benjamin M., Cowan N. The roles of attention, executive function and knowledge in cognitive ageing of working memory // Nature Reviews Psychology. 2023. Vol. 2. No. 3. P. 151 – 165. <https://doi.org/10.1038/s44159-023-00149-0>
- Vidal C., Content A., Chetail F. BACS: The Brussels Artificial Character Sets for studies in cognitive psychology and neuroscience // Behavior Research Methods. 2017. Vol. 49. No. 6. P. 2093 – 2112. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0844-8>

BRAIN CORRELATES OF WORKING MEMORY MAINTENANCE AND UPDATING: AN FMRI STUDY OF HEALTHY AGING USING EQUIVALENT VERBAL AND NON-VERBAL TASKS

E. V. Pechenkova* (1), O. A. Korolkova** (1, 2), Ya. R. Panikratova (1),
M. E. Pchelintseva (1), A. V. Smirnova (1), S. M. Mening (1), L. A. Makovskaya (1, 3),
V. E. Sinitsyn (1, 3)

* – evp@virtualcoglab.org;

** – olga.kurakova@gmail.com

1 – Moscow Center for Continuous Mathematical Education, Moscow;

2 – Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

3 – University Clinic, Lomonosov Moscow State University, Moscow

Abstract. Working memory (WM) is a system for the short-term storage and processing of a limited amount of information required for a current cognitive activity. WM largely determines a person's cognitive abilities throughout life and has been shown to decline with aging. This decline affects WM updating to a greater degree than maintenance and is more pronounced for non-verbal versus verbal material. At present, relatively little is known about the brain mechanisms underlying these age-related changes, partly due to the difficulties in relating psychological and neurophysiological models of WM. We present fMRI data obtained from sixteen individuals from a healthy aging group (ages 60–75) and 16 healthy young volunteers (ages 18–35) who performed equivalent verbal and non-verbal versions of the Sternberg task (assessing maintenance) and the N-back task (assessing WM updating) previously developed by our group. The pattern of behavioral results (accuracy and response time) was generally consistent with the existing literature. The fMRI data demonstrated differences between verbal and non-verbal tasks mainly for maintenance but not for updating, in both age groups. Age-related differences in brain activation were revealed for both processes.

Keywords: working memory, verbal working memory, non-verbal working memory, healthy aging, fMRI

The reported study was funded by the Russian Science Foundation, project number 23-78-00008, <https://rscf.ru/project/23-78-00008/>: "Refined understanding of neural underpinnings of working memory in adult and aging populations through the combined use of fMRI and MEG data".

КАК ПОНИМАНИЕ СЛОЖНЫХ СИНТАКСИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ СВЯЗАНО С ОБЪЕМОМ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ И НАВЫКАМИ ЧТЕНИЯ

П. А. Пилипец*, В. Н. Староверова

ppilipets@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Аннотация. Навык понимания предложений развивается с возрастом и зависит от объема рабочей памяти. В нашем исследовании мы впервые изучили у русскоязычных младших школьников взаимосвязь между рабочей памятью и навыками чтения с одной стороны и навыком понимания сложных синтаксических конструкций — с другой. Шестьдесят два школьника 1–4-го классов слушали предложения шести типов (с ранним и поздним закрытием; с субъектными и объектными относительными клаузами; с временными клаузами; пространственные конструкции) и отвечали на вопросы по их содержанию. Школьники также выполняли субтест для оценки рабочей памяти теста Векслера и тест LexiMetr для оценки навыка чтения. Мы обнаружили, что самой сложной конструкцией для всех участников оказались предложения с поздним закрытием. Самой легкой конструкцией в 1–3-м классах стали субъектные относительные клаузы, а в 4-м классе — предложения с временными клаузами. Мы выявили связь между объемом рабочей памяти и пониманием конструкций: для второклассников наблюдалась прямая корреляция с успешностью понимания предложений с ранним закрытием, а в 4-м классе — обратная корреляция с пониманием предложений с поздним закрытием. Также выяснилось, что второклассники с лучшим навыком понимания текста лучше понимали синтаксические конструкции, чем их сверстники с худшим навыком понимания текста. Мы не нашли связи между пониманием конструкций и скоростью чтения.

Ключевые слова: понимание предложений, синтаксическая обработка, рабочая память, понимание текста, младшие школьники

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Введение

Понимание предложений, а именно правильная интерпретация отношений между участниками ситуации, — один из важнейших навыков в усвоении языка. Ключевыми факторами, которые влияют на успешность понимания предложений в детском возрасте, являются порядок слов, число придаточных предложений, их расположение в главном предложении (Boyle et al., 2013),

Таблица 1. Примеры стимульных предложений

	Описание	Пример
Позднее закрытие	Конструкции, в которых причастный оборот зависит от последнего из двух существительных, стоящих перед ним	Мальчик не любил подругу сестры, дразнившей его. Кто дразнил мальчика?
Раннее закрытие	Конструкции, в которых причастный оборот зависит от первого из двух существительных, стоящих перед ним	Рита встретила сестру подруги, гулявшую по парку. Кто гулял по парку?
Пространственные конструкции	Обратимые конструкции с предлогами <i>под, над, за</i> и др.	На высокой полке за папками стояли новые книги. Что стоит ближе?
Объектные относительные клаузы	Сложные предложения с относительной клаузой, в которой определяемое слово является объектом	Девочка, которую обняла мама, была в красном платье. Кого обняла?
Временные конструкции	Сложные предложения с союзами <i>перед тем как</i> и <i>после того как</i>	Перед тем как бабушка покормит внука, мама помоеет пол. Что произойдет раньше?
Субъектные относительные клаузы	Сложные предложения с относительной клаузой, в которой определяемое слово является субъектом	Охотник, который позвал лесника, шел по тропинке. Кого позвали?

а также морфосинтаксические показатели — например, падежные окончания (Rakhlin et al., 2016). Известно, что объем рабочей памяти и навык чтения связаны с пониманием синтаксических конструкций. Так, успешность понимания предложений у англоязычных детей коррелирует с объемом вербальной рабочей памяти (Delage, Frauenfelder, 2019) и навыком понимания письменного текста (Brimo et al., 2015). Скорость чтения, напротив, не связана с пониманием предложений у англоязычных детей (Klauda, Guthrie, 2008).

Целью нашей работы было впервые для русского языка сравнить понимание нескольких различных типов конструкций у одной группы школьников, а также изучить его взаимосвязь с объемом рабочей памяти и навыками чтения. Мы ожидали, что больший объем рабочей памяти и более развитые навыки понимания текста, но не беглость чтения, будут коррелировать с лучшим пониманием синтаксических конструкций.

Методика

Участниками исследования стали 15 первоклассников (средний возраст 7.34 года, $SD=0.49$; из них 13 девочек), 16 второклассников (средний возраст 8.19 года, $SD=0.4$; из них 10 девочек), 16 третьеклассников (средний возраст 9.06 года, $SD=0.25$; из них 10 девочек) и 15 четвероклассников (средний возраст 10.34 года, $SD=0.49$; из них 10 девочек). Согласно родительским анкетам, все участники имели нормальные или скорректированные до нормальных зрение и слух и не имели речевых и неврологических нарушений. В качестве материалов мы выбрали грамматически сложные предложения шести типов, которые использовались в тесте синтаксических компетенций у русскоязычных

взрослых (Chernova et al., 2023), а именно: предложения с ранним и поздним закрытием, сложные предложения с субъектными и объектными относительными клаузами, сложные предложения с временными клаузами и пространственные конструкции. Каждая конструкция была представлена 14 стимульными предложениями. В табл. 1 представлены примеры стимульных предложений и вопросов к ним.

В исследовании участники слушали, как профессиональный диктор читает вслух предложение и вопрос по его содержанию с открытым ответом, а затем устно отвечали на вопрос. Ответы участников автоматически записывались на встроенный диктофон компьютера. Все предложения предъявлялись в случайном порядке, после воспроизведения половины из них участник мог отдохнуть примерно три минуты.

Для оценки рабочей памяти мы использовали субтест на повторение цифр из детского варианта теста Векслера для измерения интеллектуального развития (Филимоненко, Тимофеев, 2007). Для оценки скорости чтения и уровня понимания прочитанного мы выбрали тест LexiMetr (Здорова и др., 2025).

Чтобы сравнить правильность ответов в зависимости от типа конструкции, мы в среде R (R Core Team, 2025) построили отдельно для каждого класса смешанные модели логистической регрессии с помощью пакета glmer (Bates et al., 2015). Зависимой бинарной переменной являлась правильность ответов на вопросы на понимание предложений, а независимыми переменными — тип конструкции, объем рабочей памяти и их взаимодействие, скорость чтения и уровень понимания прочитанного текста в тесте LexiMetr. Также в модели были включены случайные эффекты участника и предложения. Взаимодействие типа конструкции и показателей чтения не было включено в модель, так как в этом случае модель оказывалась избыточно сложной, а результаты не изменялись.

Результаты

Средняя точность ответов по каждому типу конструкций в каждом классе приведена в табл. 2.

Во всех классах дети понимали конструкции с поздним закрытием значительно хуже, чем другие типы конструкций (1-й класс: $OR = 0.25$, $SE = 0.07$, $t = -4.79$, $p < .001$; 2-й класс: $OR = 0.29$, $SE = 0.08$, $t = -4.34$, $p < .001$; 3-й класс: $OR = 0.37$, $SE = 0.09$, $t = -4.29$, $p < .001$; 4-й класс: $OR = 0.25$, $SE = 0.06$, $t = -5.40$, $p < .001$). Ученики 1–3-го классов лучше всего понимали субъектные относительные клаузы (1-й класс: $OR = 3.28$, $SE = 1.03$, $t = 3.80$, $p = .002$; 2-й класс: $OR = 3.89$, $SE = 1.26$, $t = 4.19$, $p < .001$; 3-й класс: $OR = 2.45$, $SE = 0.64$, $t = 3.39$, $p = .008$). Четвероклассники лучше всего понимали временные конструкции ($OR = 2.42$, $SE = 0.4$, $t = 3.18$, $p = .017$). Других значимых различий между конструкциями внутри классов мы не обнаружили.

Мы обнаружили значимое взаимодействие типа конструкции и объема рабочей памяти во 2-м и 4-м классах. Второклассники с большим объемом рабочей памяти лучше понимали конструкции с ранним закрытием, чем второклассники с меньшим объемом рабочей памяти ($OR = 1.38$, $SE = 0.16$, $t = 2.84$, $p = .046$).

Таблица 2. Средняя точность ответов по каждой конструкции по классам (в процентах)

	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс
Позднее закрытие	33.3	36.6	45.5	38.1
Раннее закрытие	49.5	54.5	55.4	61.0
Пространственные конструкции	59.0	62.5	65.2	66.7
Объектные относительные клаузы	64.8	61.6	75.0	69.5
Временные конструкции	72.4	67.0	72.3	81.0
Субъектные относительные клаузы	81.0	83.9	82.1	75.2

Мы также выявили, что чем лучше была рабочая память у четвероклассников, тем хуже они справлялись с конструкциями с поздним закрытием ($OR=0.68$, $SE=0.08$, $t=-3.18$, $p=.017$). В 1-м и 3-м классах объем рабочей памяти не был связан с пониманием предложений.

Как и ожидалось, мы не обнаружили связи между беглостью чтения и обработкой синтаксических конструкций ни в одном из классов. Напротив, мы выявили эффект понимания текста: второклассники с лучшими навыками понимания прочитанного лучше справлялись с синтаксической обработкой, чем второклассники с худшими навыками понимания прочитанного ($OR=1.47$, $SE=0.18$, $t=3.21$, $p=.015$).

Обсуждение и выводы

Мы увидели, что распределение конструкций по успешности понимания в рамках каждого класса похоже для учеников всех классов. В каждом классе самыми сложными оказались конструкции с поздним закрытием. Это может быть связано с необходимостью анализировать причастный оборот и трудный для интерпретации падежный показатель (Чернова, 2015). Самыми легкими конструкциями для 1–3-го классов стали субъектные относительные клаузы, а для 4-го класса — сложные предложения с временными клаузами.

Несмотря на то что в большинстве случаев объем рабочей памяти не коррелировал с синтаксической обработкой, второклассники с большим объемом рабочей памяти более успешно справлялись с пониманием конструкций с ранним закрытием. Интерпретация этих конструкций требует быстрой обработки двух референтов, расположенных в предложении непосредственно друг за другом, и, соответственно, является когнитивно затратной. При этом четвероклассники с большим объемом рабочей памяти хуже понимали конструкции с поздним закрытием. Возможно, в связи с низкой частотностью конструкций с поздним закрытием в русском языке (Чернова, 2015) четвероклассни-

ки интерпретировали такие конструкции как раннее закрытие. В таком случае больший объем рабочей памяти у четвероклассников, как и у второклассников, помогал им лучше запомнить первого из двух референтов.

Гипотеза о том, что скорость чтения не будет коррелировать с успешностью синтаксической обработки, как и у англоязычных детей (Klauda, Guthrie, 2008), подтвердилась. Мы предполагаем, что скорость чтения связана с успешностью обработки зрительных стимулов, и поэтому в нашем исследовании, где участники должны были воспринимать предложения на слух, этот фактор не коррелировал с пониманием предложений. При этом мы обнаружили связь между пониманием прочитанного текста и пониманием предложений у второклассников. Наш результат согласуется с выводами Леркканен и коллег (Lerkanen et al., 2004) на материале финского языка, которые также обнаружили связь между восприятием предложений на слух и пониманием прочитанного на ранних этапах развития навыка чтения.

Литература

Здорова Н.С., Старовойтова В.Н., Лопухина А.А., Джонбобоева Д.Б., Парешина Е.А., Шестакова Е.Р., Гмырина В.А., Дмитрива Е.П., Драгой О.В. «Карасик»: тест для оценки навыков чтения младших школьников на русском языке // Вопросы образования. 2025. (В печати).

Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И. Тест Векслера: диагностика уровня развития интеллекта (детский вариант): методическое руководство. СПб.: ИМАТОН, 2007.

Чернова Д.А. Синтаксический анализ предложения в процессе восприятия речи: экспериментальное исследование обработки синтаксически неоднозначных конструкций в русском языке // Вестник Пермского университета. Российская и зарубежная филология. 2015. Т. 29. № 1. С. 36 – 44.

Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4 // Journal of Statistical Software. 2015. Vol. 67. No. 1. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>

Boyle W., Lindell A. K., Kidd E. Investigating the role of verbal working memory in young children's sentence comprehension // Language Learning. 2013. Vol. 63. No. 2. P. 211 – 242. <https://doi.org/10.1111/lang.12003>

Brimo D., Apel K., Fountain T. Examining the contributions of syntactic awareness and syntactic knowledge to reading comprehension // Journal of Research in Reading. 2015. Vol. 40. No. 1. P. 57 – 74. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12050>

Chernova D., Novozhilov A., Slioussar N. Sentence comprehension test for Russian: A tool to assess syntactic competence // Frontiers in Psychology. 2023. Vol. 14. P. 1035961:1 – 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1035961>

Delage H., Frauenfelder U. H. Syntax and working memory in typically-developing children: Focus on syntactic complexity // Language, Interaction and Acquisition. 2019. Vol. 10. No. 2. P. 141 – 176. <https://doi.org/10.1075/lia.18013.del>

Klauda S. L., Guthrie J. T. Relationships of three components of reading fluency to reading comprehension // Journal of Educational Psychology. 2008. Vol. 100. No. 2. P. 310 – 321. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.2.310>

Lerkanen M., Rasku-puttonen H., Aunola K., Nurmi J. Predicting reading performance during the first and the second year of primary school // British Educational Research Journal. 2004. Vol. 30. No. 1. P. 67 – 92. <https://doi.org/10.1080/01411920310001629974>

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. URL: <https://www.R-project.org/>.

Rakhlin N., Kornilov S.A., Kornilova T.V., Grigorenko E.L. Syntactic complexity effects of Russian relative clause sentences in children with and without developmental language disorder // Language Acquisition. 2016. Vol. 23. No. 4. P. 333 – 360. <https://doi.org/10.1080/10489223.2016.1179312>

HOW UNDERSTANDING SYNTACTIC CONSTRUCTIONS IS CONNECTED WITH WORKING MEMORY AND READING SKILLS IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN

P. A. Pilipets*, V. N. Staroverova
ppilipets@hse.ru
HSE University, Moscow

Abstract. Sentence comprehension skills develop with age and depend on working memory. We examined for the first time the correlation between working memory and both reading skills and sentence comprehension in Russian-speaking primary school children. Sixty-two children from grades 1 to 4 listened to sentences of six types (high and low attachment; subject and object relative clauses; temporal clauses; spatial constructions) and answered questions about their content. The students also completed the subtest of the WISC test to assess working memory and the “LexiMetr” test to evaluate reading skills. We found that constructions with low attachment were the most difficult for all participants. The easiest constructions in grades 1 to 3 were the ones with subject relative clauses, while in grade 4, it were sentences with temporal clauses. Working memory was associated with understanding syntactic constructions: in second graders, there was a direct correlation between memory span and understanding high attachment, and in fourth graders there was an inverse correlation between memory span and understanding low attachment. Furthermore, second graders with better text comprehension skills understood syntactic constructions better than their peers with poorer text comprehension skills. We found no correlation between comprehension of constructions and reading speed.

Keywords: sentence comprehension, syntactic processing, working memory, text comprehension, primary school children

This article is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

СЕТЕВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СОСТОЯНИЙ СОЗНАНИЯ В ПРОЦЕССЕ МАЙНДФУЛНЕС-МЕДИТАЦИИ

А. Б. Покидько (1), Е. В. Голова (2), А. В. Комарова (3), Д. Г. Митюрева (4),
В. Д. Абросимова* (1), С. М. Скрипкина (1), А. А. Кисельников (1)

vasilisaabr@yandex.ru

1 — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — Международный институт психосоматического здоровья, Москва;

3 — ООО «Кенди Флип Роботс», Москва;

4 — Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва

Аннотация. Осознанность (майндфулнес, англ. mindfulness) — процесс преднамеренного сосредоточения внимания на ощущениях настоящего момента без попытки их оценить или контролировать. Цель исследования — изучение сетевой организации психофизиологических механизмов состояний сознания в процессе медитации осознанности по сравнению с состоянием покоя. ЭЭГ-исследование состояло из двух серий записи с закрытыми глазами: пятиминутная запись состояния покоя и пятиминутная запись состояния медитации осознанности. После записи ЭЭГ оценивалось состояние осознанности во время медитации по опроснику State Mindfulness Scale и производилась оценка личностной осознанности по «Пятифакторному опроснику осознанности» (Five Facet Mindfulness Questionnaire). Расчет связности был произведен на трех уровнях: верхнем (глобальном), среднем и нижнем (локальном). На верхнем уровне наблюдается увеличение средней длины пути в бета-диапазоне (13-30 Гц), что может означать снижение глобальной интеграции в состоянии медитации осознанности. На среднем уровне наблюдается увеличение центральности левой прецентральной извилины в условии медитации по сравнению с состоянием покоя, что может быть связано с усилением внимания к телесным ощущениям. На локальном уровне обнаружено снижение связности между левой прецентральной извилиной и правой средней лобной извилиной, что может быть интерпретировано как ослабление нисходящей регуляции со стороны префронтальной коры и переключение внимания на сенсомоторные процессы. Психодиагностические методики показали, что выраженность осознанности как черты личности положительно связана с состоянием осознанности в процессе майндфулнес-медитации.

Ключевые слова: ЭЭГ покоя, функциональная связность, сетевая нейронаука, теория графов, медитация осознанности

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова «Методология и разработка инновационных методов и информационных технологий научно-исследовательской, образовательной и практической деятельности психолога. Когнитивные процессы и функциональные состояния: общепсихологический и психофизиологический анализ», номер ЦИТИС 122031100322-5.

Введение

Осознанность (или майндфулнес, англ. *mindfulness*) может рассматриваться как процесс преднамеренного сосредоточения внимания на ощущениях настоящего момента без попытки их оценить или контролировать (Kabat-Zinn, 2003). Психофизиологические механизмы осознанности вызывают возрастающий интерес со стороны сетевого подхода, который рассматривает структуру и функции сложных нейробиологических систем с системно-интегративной точки зрения (Rubinov, Sporns, 2010).

Цель данного исследования — изучение психофизиологических механизмов состояний сознания в процессе медитации осознанности по сравнению с состоянием покоя в парадигме сетевой нейронауки на трех системных уровнях: верхнем, среднем и нижнем.

Методика

Для проведения эксперимента была использована 19-канальная установка ЭЭГ. ЭЭГ-исследование включало в себя две серии. Первая серия: пятиминутная запись в состоянии покоя с закрытыми глазами. Во второй серии эксперимента осуществлялась пятиминутная запись состояния медитации осознанности. Перед записью второй серии участнику давалась стандартная инструкция медитации осознанности авторства Дж. Кабат-Зинна (Kabat-Zinn, 2003). Сразу после записи ЭЭГ по опроснику State Mindfulness Scale оценивалось состояние осознанности, достигнутое в процессе медитации (Tanay, Bernstein, 2013). Участники также заполняли «Пятифакторный опросник осознанности» (Five Facet Mindfulness Questionnaire, FFMQ) (Юмартова, Гришина, 2016).

Выборка

В исследовании приняли участие 52 человека (35 женщин, 17 мужчин, возраст 25 ± 7 лет) без психиатрических и неврологических заболеваний в анамнезе. Все испытуемые имели некоторый опыт медитации (от 2 месяцев до 15 лет, средний стаж в медитации — 3.5 года). Исследование одобрено Комиссией МГУ по биоэтике (заявка № 7-н-ч-2 от 15.02.2024).

Обработка данных

Предобработка ЭЭГ включала частотную фильтрацию 0.3–30 Гц и удаление артефактов с использованием метода независимых компонент (FastICA) и алгоритма ALICE (Soghoyan et al., 2021), использовалась библиотека MNE-Python 3. Файлы фоновой ЭЭГ медитации и покоя длиной по 300 с разделялись на эпохи по 6 с. Функциональная связность между источниками оценивалась с помощью взвешенного индекса фазовой задержки (wPLI) в четырех частотных диапазонах: 4–8 Гц, 8–13 Гц, 13–30 Гц, 4–30 Гц.

Графы связности строились по 68 корковым источникам, восстановленным методом sLORETA с сегментацией на корковые зоны в соответствии с атласом Дезикана — Киллиани (Desikan et al., 2006). Для каждого состояния (медитация/покой) и частотного диапазона рассчитывались матрицы функциональной

связности. Для отсеечения слабых связей к графам были применены пороги от 0 до 90 % с шагом 10 %, что означает, что N% наиболее слабых связей были обнулены.

Расчет сетевых метрик происходил на трех уровнях: верхнем (глобальном), среднем и нижнем (локальном). Статистическая значимость изменений всех сетевых метрик при переходе от состояния покоя к состоянию медитации осознанности рассчитывалась по критерию Вилкоксона, коррекция на множественные сравнения производилась по методу Бонферрони с учетом числа анализируемых зон интереса (ROI, Regions of Interest).

На верхнем уровне рассчитывались средняя длина пути: нормированная/ненормированная на случайные графы; коэффициент кластеризации: нормированный/ненормированный на случайные графы; индекс малого мира и индекс модулярности.

Для выбора областей интереса на среднем уровне был произведен обзор метаанализов мозговых механизмов медитации осознанности, отобранных с помощью поиска на PubMed по ключевым словам: mindfulness, meditation, meta-analysis, neuro*, brain. Из нескольких десятков результатов были исключены те метаанализы, которые включали участников с психиатрическими/неврологическими отклонениями, различными органическими заболеваниями, пожилые и детские возрастные группы. Выделенные в метаанализах структуры мозга были проранжированы, и самые часто встречающиеся структуры были выбраны в качестве зон интереса (ROI) в нашем исследовании. В результате были отобраны 16 зон, по 8 билатерально: передняя поясная кора (ростральная и каудальная части), островковая доля, верхняя лобная извилина, прецентральная извилина, средняя лобная извилина (ростральная часть), нижняя теменная доля и предклинье. Для каждой зоны интереса был рассчитан показатель центральности — сила (Strength).

Далее, на нижнем уровне, если одна из зон интереса преодолевала уровень значимости по показателю изменения центральности, проверялось, какие именно из 15 связей с остальными зонами интереса у данной структуры статистически значимо изменились при переходе к медитации.

Отдельно был произведен психодиагностический анализ — вычисление непараметрических коэффициентов корреляции Спирмена между количеством лет опыта медитации у участников исследования и балла по опроснику FFMQ (черта осознанности), а также шкалами опросников, измеряющих осознанность (State Mindfulness Scale и FFMQ).

Результаты

1. *Верхний уровень.* В бета-диапазоне частот (13 – 30 Гц) наблюдается увеличение среднего значения средней длины пути (нормированной на случайные графы) при пороге отсеечения слабых связей 40 % ($p = .037$) в состоянии медитации осознанности по сравнению с состоянием покоя.
2. *Средний уровень.* Центральность левой прецентральной извилины по метрике Strength увеличилась в состоянии медитации осознанности по

- сравнению с состоянием покоя в бета-диапазоне (13–30 Гц) при пороге отсечения слабых связей 10 % ($p = .04$).
3. *Нижний уровень.* При рассмотрении функциональной связности между левой прецентральной извилиной и другими 15 зонами интереса были обнаружены две связи, показывающие статистически значимое снижение в процессе медитации осознанности по сравнению с покоем: между левой прецентральной извилиной и правой средней лобной извилиной (ростральная часть) в бета-диапазоне 13–30 Гц ($p = .029$), а также на частотном диапазоне 4–30 Гц ($p = .041$).
 4. *Психодиагностическое исследование.* Стаж медитации положительно коррелирует ($r = .52$, $p < .001$) с общим баллом по опроснику FFMQ (черта осознанности). Кроме того, были выявлены следующие положительные корреляции между некоторыми шкалами опросника FFMQ и шкалой состояния осознанности (SMS): общий балл SMS со шкалой «Наблюдение» ($r = .391$, $p = .004$), шкала «Осознанность ментальных состояний» (SMS) со шкалами «Наблюдение» ($r = .359$, $p = .008$), «Нереагирование» ($r = .354$, $p = .009$), «Описание» ($r = .306$, $p = .026$) и общим баллом по опроснику FFMQ ($r = .313$, $p = .022$).

Обсуждение и выводы

На верхнем уровне увеличение средней длины пути, нормированной на случайные графы, в бета-диапазоне (13–30 Гц) может означать снижение глобальной интеграции в состоянии медитации осознанности, или разделение информационного обмена между удаленными областями мозга (Rubinov, Sporns, 2010).

На среднем уровне увеличение метрики силы (Strength) у левой прецентральной извилины в бета-диапазоне (13–30 Гц) в состоянии медитации осознанности может отражать усиление внимания к телесным ощущениям (например, к дыханию и расположению тела в пространстве) (Fox et al., 2016).

На нижнем уровне наблюдается снижение связности между левой частью прецентральной извилины и ростральной частью средней лобной извилины внутри бета-диапазона, а также в диапазоне частот 4–30 Гц в процессе медитации осознанности по сравнению с покоем. Такое ослабление функциональной связности может свидетельствовать о снижении когнитивного контроля и ослаблении вовлеченности в целенаправленную обработку информации (Fox et al., 2016). Все вместе эти результаты говорят о том, что во время медитации происходит ослабление нисходящей регуляции со стороны префронтальной коры и переключение внимания на сенсомоторные процессы в форме телесной осознанности (Varela et al., 1991).

Психодиагностическое исследование показывает, что чем выше стаж медитации (в годах практики), тем более высокий уровень поведенческой осознанности (опросник FFMQ) демонстрирует участник. Кроме того, высокая выраженность осознанности как черты личности по опроснику черты FFMQ положительно связана с состоянием осознанности по опроснику состояния SMS, что подтверждает корректность набранной выборки по опыту медитации.

Таким образом, описанные результаты позволяют построить следующую сетевую психофизиологическую модель состояния медитации осознанности. В процессе медитации осознанности происходит перестройка функциональной архитектуры сетей мозга в бета-диапазоне, которая характеризуется снижением глобальной общемозговой интеграции, увеличением центральности левой прецентральной извилины и ослаблением взаимодействия левой прецентральной извилины и ростральной части правой средней лобной извилины, отвечающей за регуляторные функции и когнитивный контроль.

Литература

- Юмартова Н. М., Гришина Н. В. Осознанность (mindfulness): психологические характеристики и адаптация инструментов измерения // Психологический журнал. 2016. Т. 37. № 4. С. 105 – 115.
- Desikan R. S., Ségonne F., Fischl B., Quinn B. T., Dickerson B. C., Blacker D., Buckner R. L., Dale A. M., Maguire R. P., Hyman B. T., Albert M. S., Killiany R. J. An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on MRI scans into gyral based regions of interest // *NeuroImage*. 2006. Vol. 31. No. 3. P. 968 – 980. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.021>
- Fox K. C. R., Dixon M. L., Nijeboer S., Girn M., Floman J. L., Lifshitz M., Ellamil M., Sedlmeier P., Christoff K. Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2016. Vol. 65. P. 208 – 228. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.021>
- Kabat-Zinn J. Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future // *Clinical Psychology: Science and Practice*. 2003. Vol. 10. No. 2. P. 144 – 156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Rubinov M., Sporns O. Complex network measures of brain connectivity: Uses and interpretations // *NeuroImage*. 2010. Vol. 52. No. 3. P. 1059 – 1069. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.10.003>
- Soghoyan G., Ledovsky A., Nekrashevich M., Martynova O., Polikanova I., Portnova G., Rebreikina A., Sysoeva O., Sharaev M. A toolbox and crowdsourcing platform for automatic labeling of independent components in electroencephalography // *Frontiers in Neuroinformatics*. 2021. Vol. 15. P. 720229:1 – 14. <https://doi.org/10.3389/fninf.2021.720229>
- Tanay G., Bernstein A. State Mindfulness Scale (SMS): Development and initial validation // *Psychological Assessment*. 2013. Vol. 25. No. 4. P. 1286 – 1299. <https://doi.org/10.1037/a0034044>
- Varela F. J., Rosch E., Thompson E. The embodied mind: Cognitive science and human experience. Cambridge, MA: The MIT Press, 1991. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6730.001.0001>

NETWORK ORGANIZATION OF BRAIN MECHANISMS OF STATES OF CONSCIOUSNESS DURING MINDFULNESS MEDITATION

A. B. Pokidko (1), E. V. Golova (2), A. V. Komarova (3), D. G. Mituireva (4),
V. D. Abrosimova* (1), S. M. Skripkina (1), A. A. Kiselnikov (1)
vasilisaabr@yandex.ru

1 – Department of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 – International Institute of Psychosomatic Health, Moscow;

3 – Candy Flip Robots LLC, Moscow;

4 – Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow

Abstract. Mindfulness is the process of paying attention intentionally, in the present moment and non-judgmentally. This study investigates the network structure of psychophysiological mechanisms of consciousness during mindfulness meditation compared to rest. EEG data were recorded in two conditions (in each, participants had their eyes closed): 5 minutes of resting state and 5 minutes of mindfulness meditation. State mindfulness was measured using the State Mindfulness Scale, and trait mindfulness using the Five Facet Mindfulness Questionnaire. Connectivity was analyzed at three levels. At the global level, an increased mean characteristic path length in the beta range was observed during meditation, suggesting reduced global integration. At the regional level, centrality of the left precentral gyrus increased, possibly reflecting enhanced bodily awareness. At the local level, decreased connectivity between the left precentral gyrus and right middle frontal gyrus was found, indicating reduced top-down regulation from the prefrontal cortex and a shift toward sensorimotor processing. Psychodiagnostic results showed a positive association between trait mindfulness and the state of mindfulness during meditation.

Keywords: rest, connectivity, mindfulness meditation, EEG, network neuroscience

СРАВНЕНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ЧТЕНИЯ У ВЗРОСЛЫХ НОСИТЕЛЕЙ РУССКОГО ЯЗЫКА

Ю. В. Попова* (1), Т. А. Еремичева (1, 2)

yuvporova_1@edu.hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Санкт-Петербург

Аннотация. Предыдущие исследования подчеркнули необходимость в качественной, детальной оценке навыков чтения у взрослых (Дорофеева, Кокорева, 2025, в печати). Оценка точности чтения у взрослых происходит по-разному (Яворчикова, Вайдичкова, 2017; Mellard et al., 2013). В данной работе мы решили представить три подхода к оценке точности чтения у взрослых носителей русского языка на основе выборки из 48 участников (30–86 лет). Сбор данных проводился с помощью электронной версии теста «ЛексикМетр – В» (Дорофеева, Кокорева, 2023). Данные по точности чтения каждого респондента оценивались тремя подходами: доля ошибки (Reading Accuracy; считалась автоматически в «ЛексикМетр – В»), взвешенные баллы за ошибку (Weighted Scores; считались вручную) и средняя точность в «скользящих окнах» (Moving Type-Token Ratio – 4; также подсчитывалась вручную). Мы проанализировали результаты с точки зрения различий в каждом подходе между двумя текстами, а также с точки зрения корреляции между двумя текстами и корреляции между подходами для каждого из текстов. Была выявлена сильная корреляция между метриками, а также была подтверждена «параллельность» текстов по показателям трех подходов к оценке.

Ключевые слова: точность чтения, взвешенные баллы за ошибки, чтение взрослых, «ЛексикМетр – В», возрастные нормы

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Ранее оценка навыков чтения активно обсуждалась в контексте детского чтения (Дорофеева и др., 2019). Это обусловлено необходимостью своевременно выявлять трудности при чтении для коррекции нарушений в школьном возрасте. Оценка взрослого чтения проводится реже, хотя нарушения чтения у взрослых тоже встречаются в клинической практике. Анализ предыдущих исследований показал, что в настоящее время отсутствует единый подход к оценке навыков чтения у взрослых, в частности, к измерению точности чтения — количества ошибок, которые допускают взрослые при чтении связанных текстов (Яворчикова, Вайдичкова, 2017; Mellard et al., 2013). В данном

исследовании мы решили оценить точность чтения у взрослых с помощью стандартизированного теста на чтение «ЛексиМетр – В». Мы поставили цель представить нормативные показатели для трех разных подходов к оценке точности чтения: доля ошибки (Reading Accuracy), взвешенные баллы за ошибку (Weighted Scores), средняя точность в «скользящих окнах» (Moving Type-Token Ratio). Также мы решили определить, коррелируют ли между собой методики, с целью выявить, какие из них можно использовать для диагностики навыков чтения. В качестве гипотезы мы предполагали, что выбранные метрики по оценке точности чтения будут доступны для ретеста и будут коррелировать между собой.

Методы

Участники. Мы проводили сбор данных в рамках более крупного проекта Центра языка и мозга по стандартизации батареи тестов на чтение «ЛексиМетр – В». Сбор данных проходил в шести городах России. По окончании сбора мы отобрали результаты 48 русскоязычных взрослых (24 мужчины, 24 женщины, возраст $M = 50.08$, $SD = 13.76$, разброс 30 – 86 лет); мы сформировали четыре возрастные группы (30 – 39, 40 – 49, 50 – 59, 60+ лет) по 12 человек (6 мужчин и 6 женщин) в каждой. Все участники не имели диагностированных неврологических расстройств и нарушений чтения. У всех участников были нормальные или скорректированные до нормальных слух и зрение. Кроме того, мы оценили уровень развития когнитивных функций с помощью Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA) и отобрали тех участников, чьи показатели соответствовали возрастной норме (Nasreddine et al., 2005).

Материалы. Оценка навыков чтения осуществлялась с помощью стандартизированной батареи тестов на чтение «ЛексиМетр – В» (Дорофеева, Кокорева, 2025, в печати). Для оценки точности чтения мы использовали три метода расчета данных: 1) Reading Accuracy — отношение верно прочитанных слов к общему количеству прочитанных слов (в процентах); 2) Weighted Scores — взвешенные баллы за ошибки в любых словах, отличающихся от целевых, подробнее в статье Дорофеевой и др. (2019); 3) Moving Type-Token Ratio — средняя точность чтения в «скользящих окнах» из четырех слов, то есть сначала оцениваются 1–4 слово, затем 2–5 и так далее, подробнее в статье Covington, McFall (2010). Дополнительно мы провели оценку уровня развития когнитивных функций с помощью теста MoCA (Nasreddine et al., 2005) для отбора когнитивно здоровых участников.

Процедура. Эксперимент проводился в индивидуальном порядке, в тихом помещении. Сначала каждый участник читал вслух два текста из батареи «ЛексиМетр – В» и отвечал на вопросы по содержанию; порядок предъявления текстов сбалансирован. После выполнения тестов на чтение проводился скрининг когнитивных функций с помощью теста MoCA.

Анализ данных. Мы рассчитали нормативные показатели по каждому виду оценки точности чтения. Нормативные отсечки определялись по стандартному отклонению (SD). Кроме того, мы провели попарное сравнение результатов, полученных в ходе использования трех методов оценки точности чтения

Таблица 1. Нормативные показатели для метода Reading Accuracy (среднее значение, медиана и стандартное отклонение по всем возрастным группам)

Возрастная группа	Способ оценки точности	Текст	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Среднее минус одно стандартное отклонение	Среднее минус два стандартных отклонения
30 – 39	Reading Accuracy	Пейзаж	99.724	100.000	0.375	99.350	98.975
30 – 39		Корабль	99.714	100.000	0.401	99.313	98.911
40 – 49	Reading Accuracy	Пейзаж	98.967	99.580	1.614	97.352	95.738
40 – 49		Корабль	98.687	99.140	1.686	97.000	95.314
50 – 59	Reading Accuracy	Пейзаж	99.263	99.790	1.251	98.012	96.761
50 – 59		Корабль	99.061	99.140	0.820	98.240	97.420
60+	Reading Accuracy	Пейзаж	97.318	98.730	3.374	93.944	90.569
60+		Корабль	97.516	99.055	4.259	93.257	88.998

в тексте «Пейзаж» и тексте «Корабль». Также мы провели корреляционный анализ с целью выявить отношения между тремя подходами к оценке точности чтения.

Результаты

В табл. 1 представлены нормативные данные по подходу к оценке взрослого чтения Reading Accuracy, подсчитанные для четырех возрастных групп. Для этого подхода дефицит начинается с показателей *Mean-1SD*, нарушение — с показателей *Mean-2SD*. В табл. 2 представлены нормативные данные по двум другим методам — Weighted Scores и Moving Type-Token Ratio-4. Для этих подходов дефицит начинается с показателя *Mean+1SD*, нарушение — с показателя *Mean+2SD*. Мы не обнаружили значимых отличий между двумя текстами по всем трем подходам. Корреляционный анализ показал, что метрики значимо коррелируют между собой для текста «Пейзаж»: Reading Accuracy и Weighted Scores ($p = -0.56$, $p < .001$), Reading Accuracy и Moving Type-Token Ratio-4 ($p = -0.57$, $p < .001$), Weighted Scores и Moving Type-Token Ratio-4 ($p = 0.85$, $p < .001$). Значимая корреляция между метриками также была обнаружена для текста «Корабль»: Reading Accuracy и Weighted Scores ($p = -0.51$, $p < .001$), Reading Accuracy и Moving Type-Token Ratio-4 ($p = -0.61$, $p < .001$), Weighted Scores и Moving Type-Token Ratio-4 ($p = 0.83$, $p < .001$).

Таблица 2. Нормативные показатели для метода Weighted Scores и Moving Type-Token Ratio (средние значения, медианы и стандартные отклонения по всем возрастным группам)

Возрастная группа	Способ оценки точности	Текст	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Среднее плюс одно стандартное отклонение	Среднее плюс два стандартных отклонения
30 – 39	Weighted Scores	Пейзаж	5.083	4.500	4.981	10.064	15.045
30 – 39		Корабль	5.000	7.058	4.000	12.058	19.116
30 – 39	Moving Type-Token Ratio – 4	Пейзаж	0.014	0.013	0.009	0.023	0.032
30 – 39		Корабль	0.011	0.010	0.009	0.020	0.029
40 – 49	Weighted Scores	Пейзаж	6.000	4.000	5.897	11.897	17.794
40 – 49		Корабль	6.708	5.000	4.624	11.333	15.957
40 – 49	Moving Type-Token Ratio – 4	Пейзаж	0.016	0.010	0.014	0.030	0.044
40 – 49		Корабль	0.019	0.018	0.013	0.032	0.045
50 – 59	Weighted Scores	Пейзаж	4.792	3.75	4.610	9.401	14.011
50 – 59		Корабль	8.500	7.000	9.018	17.518	26.535
50 – 59	Moving Type-Token Ratio – 4	Пейзаж	0.017	0.014	0.013	0.031	0.046
50 – 59		Корабль	0.018	0.015	0.014	0.032	0.046
60+	Weighted Scores	Пейзаж	13.083	11.750	8.610	21.693	30.303
60+		Корабль	10.542	9.000	6.283	16.825	23.108
60+	Moving Type-Token Ratio – 4	Пейзаж	0.037	0.038	0.028	0.065	0.093
60+		Корабль	0.028	0.021	0.017	0.045	0.062

Обсуждение и выводы

В результате исследования мы предлагаем три альтернативные метрики для оценки точности взрослого чтения. Нам удалось рассчитать нормативные показатели по этим метрикам для четырех возрастных групп (30 – 39, 40 – 49, 50 – 59 и 60+). Ранее не было представлено нормативных показателей по каждому виду оценки точности чтения. В связи с этим полученные нами данные, представленные в табл. 1 и 2, могут быть использованы в исследовательской и клинической практиках при работе с тестом «ЛексиМетр – В». При сравнении того, как каждая метрика оценивает точность чтения в обоих текстах, мы обнаружили, что точность чтения текста «Пейзаж» не имеет значимых отличий от точности чтения текста «Корабль» по каждой из трех методик оценки. Это наблюдение доказывает, что «параллельность» текстов (Henning, 1987) сохраняется при оценке точности чтения с помощью любой из трех метрик, вследствие

чего каждая метрика может быть использована повторно при ретесте (что важно для исследовательской и нейропсихологической практик). Корреляционный анализ показал высокий уровень корреляции трех метрик. Поскольку метрики сильно коррелируют между собой, в исследованиях мы рекомендуем использовать одну метрику из трех представленных: Reading Accuracy, Weighted Scores или Moving Type-Token Ratio – 4. В то же время при клинической диагностике практикам может быть полезна информация по каждой метрике.

Литература

Дорофеева С.В., Кокорева Я.А. Разработка лингвистически сбалансированных тестов для оценки навыков чтения текста у взрослых носителей русского языка // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21–22 июня 2023 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман. М.: Буки Веди, МИП, 2023. С. 577–582.

Дорофеева С.В., Кокорева Я.А. Лингвистически сбалансированный инструментарий для оценки навыков чтения у взрослых носителей русского языка // Вопросы образования. 2025 (принята к публикации).

Дорофеева С.В., Решетникова В., Серебрякова М., Горянская Д., Ахутина Т.В., Драгой О.В. Оценка валидности стандартизированной оценки навыков чтения на русском языке и проверка актуальности имеющихся нормативных данных // Российский журнал когнитивной науки. 2019. Т. 6. № 1. С. 4–24.

Яворчикова Я., Вайдичкова Р. Уровень навыков чтения билингвов: взаимосвязь самооценки скорости и точности чтения на продвинутом уровне // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. 2017. № 2. С. 240–248.

Covington M.A., McFall J.D. Cutting the Gordian knot: The moving-average type–token ratio (MATTR) // Journal of Quantitative Linguistics. 2010. Vol. 17. No. 2. P. 94–100. <https://doi.org/10.1080/09296171003643098>

Henning G. A guide to language testing: Development evaluation research. Cambridge: Newberry House Publishers, 1987.

Mellard D.F., Woods K.L., Md Desa Z.D., Vuyk M.A. Underlying reading-related skills and abilities among adult learners // Journal of Learning Disabilities. 2013. Vol. 48. No. 3. P. 310–322. <https://doi.org/10.1177/0022219413500813>

Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V., Charbonneau S., Whitehead V., Collin I., Cummings J.L., Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment // Journal of the American Geriatrics Society. 2005. Vol. 53. No. 4. P. 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>

COMPARING DIFFERENT APPROACHES TO ASSESSING READING ACCURACY IN ADULTS

Y. V. Popova* (1), T. A. Eremicheva (1, 2)

yuvpopova_1@edu.hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – HSE University, Saint Petersburg

Abstract. Previous studies have highlighted the need for accurate and detailed assessment of reading skills in adults (Dorofeeva, Kokoreva, in press). There are different strategies for evaluating reading accuracy in adults (Javorčíková, Vajdichková, 2017; Mellard et al., 2013). In this study, we compared three approaches to assessing reading accuracy in adult native speakers of Russian, based on a sample of 48 participants aged 30 to 86. Data collection was carried out using the electronic version of the “LexiMetr-A” test (Dorofeeva, Kokoreva, 2023). The reading accuracy of each respondent was evaluated using three approaches: Reading Accuracy (calculated automatically in “LexiMetr-A”), Weighted Scores (calculated manually), and Moving Type-Token Ratio – 4 (MTTR – 4; calculated manually). We analyzed the results in terms of differences between the two texts within each approach, as well as correlations between the two texts and among the approaches for each text. A strong correlation was found between the metrics, and the test-retest validity of the texts was confirmed based on the evaluation approaches.

Keywords: reading accuracy, weighted error scores, adult reading, “LexiMetr-A”, normative scores.

The study was supported by the Basic Research Program of the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

«АГА, ПОНИМАЮ!»: КИВКИ И МОРГАНИЯ КАК МАРКЕРЫ ВНИМАНИЯ, ПОНИМАНИЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ В ДИАЛОГЕ

Т. А. Поспелова (1), Ю. В. Николаева* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 — МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва; 2 — НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Данное исследование посвящено анализу кивков и морганий как невербальных маркеров обратной связи в русском диалоге. Целью работы было определить, какие иллокутивные функции (внимание, понимание, подтверждение) выполняют эти жесты в различных контекстах. Анализ проводился на материале Мультимедийного корпуса русского языка (МУРКО), из которого было отобрано 199 фрагментов диалогов с 311 жестами (кивки, моргания, кивки с морганием). Был проведен анализ взаимосвязи между типом жеста, его положением в диалоге и выполняемой иллокутивной функцией. Результаты показали, что однократный кивок часто используется как утвердительный ответ, повторяющийся кивок с морганием выражает понимание, а кивок с морганием в целом может отражать усиление степени согласия. Также выявлено, что положение жеста в диалоге связано со степенью согласия слушающего.

Ключевые слова: мультимодальный анализ речи, диалог, обратная связь, жест, кивок, моргание, дискурсивные маркеры, верификация

Введение

Обычно общение между людьми происходит лицом к лицу, когда собеседники видят друг друга (Clark, 1996). В рамках модели Кларка язык — результат совместных координированных действий собеседников. И говорящий, и слушающий одновременно участвуют в диалоге за счет наличия обратной связи (сигналы типа «ага», «мгм») от слушающего (Yngve, 1970). Предметом исследования стали невербальные маркеры обратной связи (МОС) в диалоге: кивки и моргания.

Позитивное внимание к собеседнику выражается прежде всего вербально с помощью дискурсивных маркеров, которые в устной речи нередко представляют собой мультимодальный кластер (Кобозева и др., 2019), то есть часто сопровождаются жестами. Кивок служит одним из прототипических сигналов положительной реакции, в то время как подобная функция моргания проанализирована для языка йеле (Levinson, Brown, 2016), нидерландского (Hömket et al., 2017). В работе Гришиной (2017) анализируется материал русского языка, в том числе морганий, но только в качестве включенного жеста, то есть передающего значение исключительно в сочетании с другими.

Методика

В нашем исследовании в понятие обратной связи включаются маркеры пассивного слушающего, только воспринимающего информацию (Bavelas et al., 2000), а также активного, который отвечает на вопросы и вступает в диалог (De Stefani, 2021).

Целью исследования стал анализ кивков и морганий, выполняющих подобную функцию обратной связи. В частности, мы хотели проверить, могут ли моргания выступать в качестве самостоятельного МОС и как распределяются функции МОС между кивками и морганиями.

Были рассмотрены иллокутивные функции (ИФ) таких жестов, то есть значение, которое они привносят в диалог. Маркеры, демонстрирующие внимание и/или понимание, трудно отличимы (Kjellmer, 2009). Но так как собеседник обычно интуитивно правильно воспринимает реакцию, в работе ставилась задача формально разделить маркеры (1) внимания к монологу говорящего, (2) понимания и принятия информации и (3) подтверждения и согласия с услышанным. Они представляют собой шкалу по вовлеченности: «слушаю» → «слушаю и понимаю» → «слушаю, понимаю и думаю так же». Рассмотренные ИФ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Иллокутивные функции МОС с примерами диалогов, в которых они появляются

	Внимание	Понимание	Подтверждение
– Связь будем держать так... – Мгм (кивает) – Если Вы нам понадобится...	+	–	–
– Ну, я его знаю по работе. Скажем, коллега. – Ясно. (кивает)	+	+	–
– Инструкция доступна? – Yeah, of course! (кивает)	+	+	+

ИФ классифицировались с опорой на вербальный компонент маркера и его значение в разметке Мультимедийного корпуса русского языка. Маркеры подтверждения отличаются от маркеров понимания большей эмоциональной окраской, добавочным компонентом, демонстрирующим, что слушающий разделяет мысль говорящего. Это хорошо видно по вербальным маркерам: сравните «Ясно», «Понял», «Не спору» (понимание) и «Точно», «Вы правы», «Приду-приду» (подтверждение). При отсутствии вербального компонента МОС классифицировались с опорой на просодию и мимику обоих собеседников. Маркеры внимания и понимания действительно очень сложно отделимы, так что мы руководствовались актуальным членением: если маркер подается в момент, когда мысль говорящего еще не закончена (об этом свидетельствуют, в частности, повышение интонации и/или логическая незавершенность сказанного), особенно если в монологе несколько реплик, это маркер внимания. Отсутствие мимики слушающего может в таком случае говорить о большой

Таблица 2. Иллокутивные функции разных типов кивков с морганиями и без них

	Есть моргание	Внимание	Понимание	Подтверждение
Nod	+	8	16	39
Nod	–	32	40	62
Rep. nod	+	3	8	7
Rep. nod	–	11	15	20
No nod	+	11	6	7

Примечание: *Nod* – однократный кивок; *Rep. nod* – повторяющийся однократный кивок; *No nod* – самостоятельные моргания.

сосредоточенности, что также служило аргументом в пользу маркера внимания. Маркеры понимания же часто подавались сразу после завершения какой-то мысли или ее логической части (монолог собеседника при этом мог продолжаться) и сопровождалась дополнительными жестами реакции, например, поднятием бровей, улыбкой, прищуриванием/расширением глаз, жестом «окей» и др. В каждом случае учитывалась совокупность вышеперечисленных критериев с опорой на контекст.

Мы предполагаем, что кивок, сопровождаемый морганием, чаще выражает согласие (два жеста усиливают верификацию), а многократный кивок без дополнительных жестов чаще имеет фатическую функцию, то есть направленную на установление контакта и демонстрацию позитивного внимания (такой маркер выражает готовность слушать и предлагает говорящему продолжать свою речь; многократность порождается вежливостью).

Еще одним параметром для сравнения стало положение маркера относительно реплик говорящего и слушающего. Можно ожидать, что на русском материале, аналогично результатам мультимодальных исследований других языков, обратная связь будет располагаться близко к моменту смены ролей или вставляться в паузы в репликах говорящего.

Анализ проведен на материале Мультимедийного корпуса русского языка (МУРКО; Гришина, 2015), который позволил рассмотреть обратную связь собеседника в рамках одной минимальной диалогической единицы (МДЕ, то есть сочетание спонтанной реплики говорящего и реакции слушающего на нее, термин из работы Баранова и Крейдлин (1992)). Из всех фрагментов МУРКО с позитивными маркерами («подтверждение», «согласие» и др.) были отобраны диалогические и те, в которых присутствует иллокутивное вынуждение обратной связи слушающего. Итого собрано 199 фрагментов и 311 жестов: 184 отдельных кивка, 42 самостоятельных моргания и 85 кивков с морганием. Материал был размечен в программе ELAN. Были проанализированы: (1) тип кивка (однократный/многократный); (2) наличие моргания; (3) вербальный компонент: верификативный дискурсивный маркер («да», «конечно» и т.п.) или повтор реплики собеседника (подтверждает пропозицию предыдущей реплики); (4) ИФ маркера в диалоге, а также его (5) положение в МДЕ (в начале/

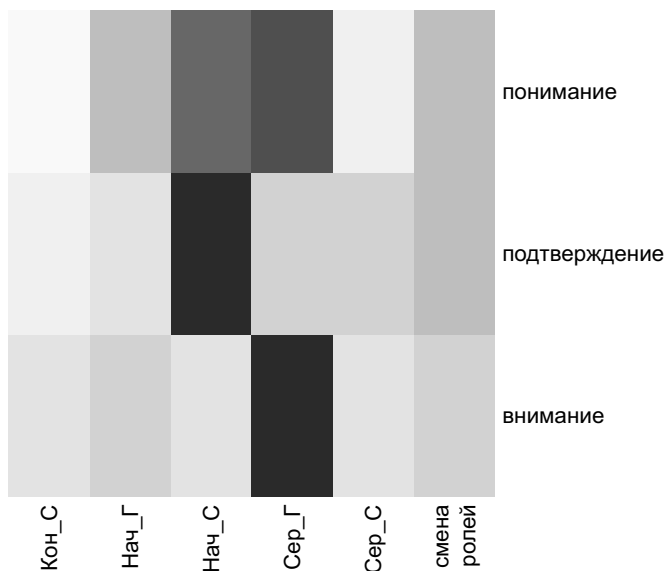


Рисунок 1. Тепловая карта со сравнением соотношения признаков ИФ и местоположения МОС (чем темнее, тем больше значения: маркеры подтверждения подаются уже в начале монолога слушающего, маркеры внимания, наоборот — во время монолога собеседника, а маркеры понимания все же тяготеют ко второй стратегии)

Примечание: по оси абсцисс: *Нач_С* — начало ответной реплики слушающего; *Сер_Г* — середина реплики говорящего; *Кон_С* — конец реплики слушающего; *Нач_Г* — начало реплики говорящего; *Сер_С* — середина реплики слушающего; *смена ролей* — момент, когда собеседники меняются ролями.

середине/конце своей реплики или реплики собеседника или в момент смены ролей). Считалось, что жест находится в начале (конце) реплики, если его маховая фаза приходится на ее первые (последние) 300 мс.

Результаты

Самостоятельные кивки оказались в два раза частотнее кивков с морганием (68 % и 32 % соответственно). Количество употреблений всех ИФ для каждого типа жеста представлено в табл. 2.

С помощью критерия хи-квадрат была проверена зависимость в парах признаков ИФ и положение в МДЕ ($p < .001$); тип кивка и наличие моргания ($p < .001$); форма МОС (тип кивка и наличие моргания) и ИФ ($p = .030$).

Удалось отличить маркеры внимания и понимания (назовем их маркерами I типа) от маркеров подтверждения (II типа). Тепловая карта (рис. 1) показывает, что маркеры II типа, то есть верификативные и особенно жесты — ответы на вопрос, слушающий подает не сразу, а уже в начале своего собственного монолога после смены ролей.

Обсуждение и выводы

Моргания могут выступать в качестве самостоятельного жеста, таких фрагментов встретилось 42 (14 % всех МОС). Однократный кивок, вне зависимости от наличия моргания, используется чаще всего в качестве утвердительного ответа на вопрос собеседника; для кивков с морганиями эта тенденция выражена в большей степени. Мы предполагаем, что добавление к кивку жеста моргания может отражать усиление степени согласия с собеседником, это отражает относительные разницы частот (например, по табл. 2 видим, что среди однократных кивков с морганием маркеров понимания на 13 % больше, чем маркеров внимания, а среди однократных кивков без моргания — на 6 %). Но при этом для повторяющегося кивка без моргания самой частотной оказалась функция подтверждения, с морганием — понимания, что может быть обусловлено неудобством одновременно большой интенсивности кивка и дополнительного жеста моргания. Отдельные моргания часто встречаются как знак внимания. Место, где подается жест обратной связи, также может быть обусловлено степенью согласия слушающего с монологом говорящего — чем она выше, тем вероятнее маркер перейдет в начало ответной реплики слушающего.

Литература

- Баранов А.Н., Крейдлин Г.Е. Иллокутивное вынуждение в структуре диалога // Вопросы языкознания. 1992. № 2. С. 84 – 99.
- Гришина Е.А. Мультимодальный модуль в составе Национального корпуса русского языка // Труды Института русского языка им. В.В. Виноградова. 2015. Т. 6. С. 65 – 88.
- Гришина Е.А. Русская жестикуляция с лингвистической точки зрения. Корпусные исследования. М.: Издательский дом ЯСК, 2017. <https://doi.org/10.31912/rusgest-2017-301-8>
- Кобозева И.М., Иванова О.О., Захаров Л.М. К мультимодальному моделированию верификативных дискурсивных маркеров в русском диалоге // Труды Института русского языка им. В.В. Виноградова. 2019. Т. 21. С. 284 – 300. <https://doi.org/10.31912/pvrl-2019.21.16>
- Bavelas J.B., Coates L., Johnson T. Listeners as co-narrators // Journal of Personality and Social Psychology. 2000. Vol. 79. No. 6. P. 941 – 952. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.79.6.941>
- Clark H. H. Using language. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511620539>
- De Stefani E. Embodied responses to questions-in-progress: Silent nods as affirmative answers // Discourse Processes. 2021. Vol. 58. No. 4. P. 353 – 371. <https://doi.org/10.1080/0163853x.2020.1836916>
- Hömke P., Holler J., Levinson S. C. Eye blinking as addressee feedback in face-to-face conversation // Research on Language and Social Interaction. 2017. Vol. 50. No. 1. P. 54 – 70. <https://doi.org/10.1080/08351815.2017.1262143>
- Kjellmer G. Where do we backchannel?: On the use of mm, mhm, uh huh and such like // International Journal of Corpus Linguistics. 2009. Vol. 14. No. 1. P. 81 – 112. <https://doi.org/10.1075/ijcl.14.1.05kje>
- Levinson S. C., Brown P. Comparative feedback: Cultural shaping of response systems in interaction // Talk presented at the 7th Conference of the International Society for Gesture Studies (ISGS7). Paris, France: 2016.
- Yngve V. H. On getting a word in edgewise // Papers from the Sixth Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society. Chicago: University of Chicago, 1970. P. 567 – 577.

“YEAH, I UNDERSTAND!”: NODS AND BLINKS AS MARKERS OF ATTENTION, UNDERSTANDING AND AFFIRMATION IN A DIALOGUE

T. A. Pospelova (1), Y. V. Nikolaeva* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 – Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 – HSE University, Moscow

Abstract. This study presents an analysis of nods and blinks as non-verbal markers of feedback in Russian dialogue. The aim of the work was to determine what illocutionary functions (attention, understanding, affirmation) these gestures perform in different contexts. The analysis was conducted on the Multimedia Corpus of the Russian Language (MURCO), from which 199 dialogue fragments with 311 gestures (nods, blinks, nods with blinks) were selected. The correlation between the type of gesture, its position in the dialogue, and the illocutionary function was analyzed. The results showed that a single nod is often used as an affirmative response, a repeated nod with a blink expresses understanding, and a nod with a blink in general can reflect an increased degree of agreement. It was also found that the position of the gesture in the dialogue is related to the listener's degree of agreement.

Keywords: multimodal speech analysis, dialogue, backchannel, gesture, nod, blink, discourse markers, verification

ИНТЕРОЦЕПТИВНЫЕ СИГНАЛЫ КАК МОДУЛЯТОРЫ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ: ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ВИСЦЕРАЛЬНЫХ ПОДСКАЗОК

Е. К. Потапкина (1), Д. Д. Бабакова (1), В. А. Аксиотис (1), М. А. Володина*(1, 2),
А. Е. Осадчий (1)

mvolodina@hse.ru

1 — Центр биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Кафедра медицинских нейротехнологий

ИНН РНИМУ им. Н. И. Пирогова, Москва

Аннотация. Современные исследования подчеркивают важность двусторонней связи между центральной нервной системой и периферическими физиологическими процессами, в том числе в контексте взаимодействия сердца и мозга. Интероцептивные сигналы, такие как импульсация от барорецепторов сердца, способны модулировать когнитивные функции и выступать в качестве источника информации при принятии решений. Настоящее исследование направлено на проверку гипотезы о том, что синхронизация предъявления визуальных стимулов с фазами сердечного цикла (систолой и диастолой) может играть роль эндогенного информационного сигнала в процессе перцептивного обучения. Стимулы (решетки различной пространственной частоты) предъявлялись в разные фазы сердечного цикла. Контрольная группа получала синхронизированные стимулы в оба дня, в то время как в экспериментальной группе на второй день последний блок стимулов предъявлялся в случайную фазу сердечного цикла. У участников экспериментальной группы не было выявлено достоверного снижения доли правильных ответов в последнем блоке, в котором была исключена интероцептивная «подсказка». Полученные результаты указывают на преимущественное влияние экстероцептивных сигналов по сравнению с интероцептивными в использованной экспериментальной процедуре. Для выявления вклада интероцепции в процесс перцептивного обучения могут потребоваться модификации протокола и расширение выборки.

Ключевые слова: интероцепция, зрительное восприятие, перцептивное обучение, сердечный цикл, обучение, взаимодействие мозг — тело

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Современные исследования в нейронауке поддерживают идею о том, что мозг активно использует интероцептивные сигналы от внутренних органов не только для регуляции физиологических процессов, но и в качестве источника информации при принятии решений (Damasio, 1996; Khalsa et al., 2018). В частности, теория соматических маркеров Антонио Дамасио предпола-

ет, что афферентные сигналы от тела могут без участия сознания направлять выбор в условиях неопределенности, формируя «предчувствие» правильного ответа. Однако остается неясным, способны ли такие сигналы, например связанные с сердечным ритмом, непосредственно участвовать в процессе обучения, выступая в роли внутренней подсказки.

Ряд исследований показывает, что сердечные сокращения влияют на обработку эмоциональных стимулов (Garfinkel et al., 2014) и даже на перцептивные пороги (Azzalini, et al., 2019), но их возможная роль в формировании ассоциативного обучения изучена недостаточно. Если мозг действительно использует interoцепцию в качестве ориентира, то синхронизация ключевых этапов задачи (например, момента выбора) с определенными фазами сердечного цикла может усиливать или ослаблять этот эффект. Цель данного исследования — проверить гипотезу о том, что interoцептивные сигналы от сердца могут служить эндогенной подсказкой при обучении в задачах на различение двух похожих стимулов. В отличие от работ, связывающих сердечную активность с эмоциональной обработкой (например, Garfinkel et al., 2014), мы фокусируемся на ее прямом влиянии на формирование правильного ответа, что расширяет представления о роли тела в когнитивных процессах.

Методика

В исследовании было 23 здоровых участника мужского ($n = 3$) и женского ($n = 20$) пола в возрасте от 18 до 49 лет (средний возраст 25.5 лет).

В ходе экспериментальной сессии участникам предъявлялись пары зрительных стимулов в виде решеток различной пространственной частоты. Частота левого стимула варьировалась от 2.1 до 2.5 углового градуса с шагом 0.1 углового градуса, правого — отличалась от левого на величину от 0.1 до 0.11 углового градуса в большую или меньшую сторону.

Для проверки гипотезы о возможности использования interoцептивных сигналов в качестве «подсказок» при обучении предъявление пар стимулов было синхронизировано с фазой сердечного цикла следующим образом: пары, в которых была выше частота левого стимула, предъявлялись в систолу, в то время как пары, в которых была выше частота правого стимула, предъявлялись в диастолу.

Задача участников заключалась в том, чтобы определить, какой из двух предъявленных стимулов (левый или правый) имеет более высокую пространственную частоту, и дать ответ нажатием клавиш «п» (левый стимул) или «т» (правый стимул) на клавиатуре.

Параметры стимулов и их разница были подобраны на основе данных пилотного исследования таким образом, чтобы средний процент правильных ответов участников составлял приблизительно 60 %. Такой уровень трудности обеспечивал достаточную степень неопределенности в процессе принятия решения.

Эксперимент проводился в течение двух дней. Участники были распределены в контрольную и экспериментальную группу случайным образом. В первый день эксперимента обе группы выполняли три блока заданий по 200 стимулов.

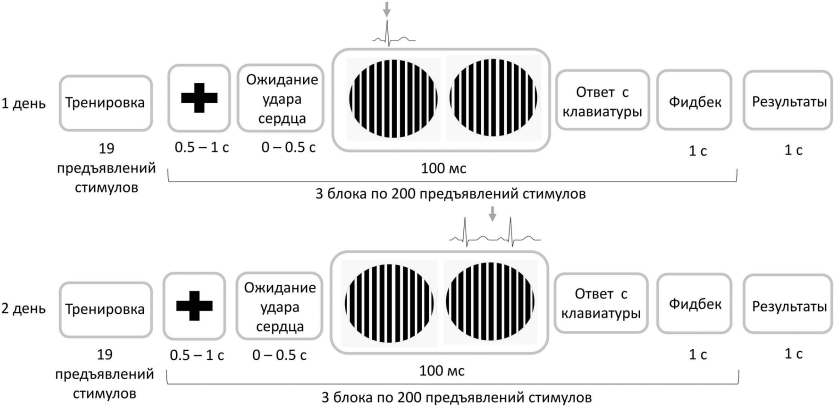


Рисунок 1. Процедура эксперимента. В оба дня тренинга и контрольная, и экспериментальная группа проходят тренировку, во время которой предъявляются 19 пар зрительных стимулов в виде решеток различной пространственной частоты, не участвующих в дальнейшей обработке результатов. Перед предъявлением стимулов на экран подается фигура в виде креста, время ее предъявления варьируется от 0.5 до 1 с. Далее от 0 до 0.5 с длится ожидание сокращения сердца. После на 100 мс подается два стимула, один из которых более частотный. Левый стимул в паре подается с большей частотой на систолу, правый — на диастолу. На второй день тренинга в третьем блоке для экспериментальной группы стимулы предъявляются без синхронизации с фазой сердечного ритма. За стимулами следует ответ участника с клавиатуры: «п» при предъявлении левого стимула более частотным, «т» — правого. Далее на 1 с предъявляется обратная связь, синхронизированная с сердечным ритмом. Всего предъявляется три блока по 200 стимулов, после чего на экран выводится средняя точность ответов

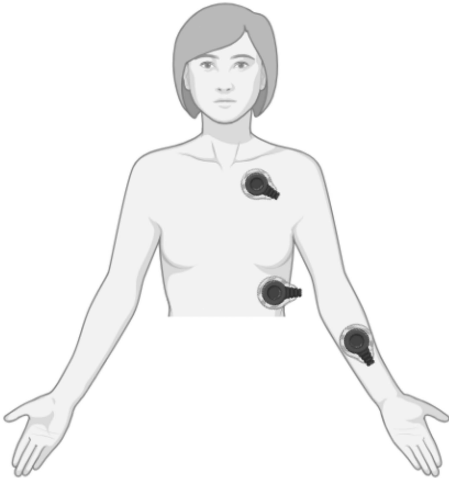


Рисунок 2. Расположение электродов ЭКГ при проведении эксперимента

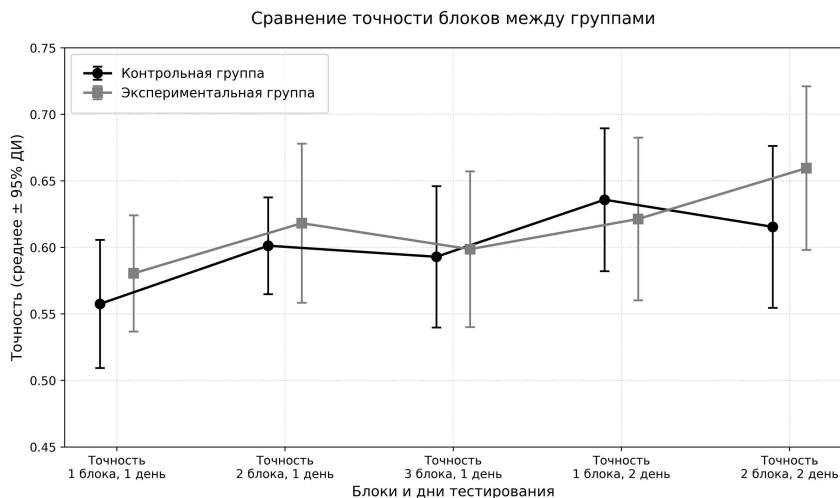


Рисунок 3. График сравнения точности прохождения пяти блоков в течение двух дней в экспериментальной и контрольной группах

В течение всех трех блоков предъявление стимулов было синхронизировано с фазой сердечного ритма описанным выше способом. Схема и тайминг предъявления стимулов описаны на рис. 1. Во второй день процедура для контрольной группы была полностью идентична первому дню. В экспериментальной группе на второй день в последнем блоке стимулы предъявлялись случайным образом, не синхронизированно с фазой сердечного ритма.

Синхронизация предъявления стимулов с фазой сердечного сокращения осуществлялась с помощью скрипта, написанного в нашей лаборатории на языке программирования Python, и программного обеспечения PsychoPy. Скрипт в режиме реального времени анализировал сигнал ЭКГ участника и отправлял в PsychoPy команду на предъявление стимулов в момент детекции R-пика (систола) или через промежуток времени, равный $0.6 \times \text{RR-интервала}$, после детекции R-пика (диастола). Регистрация ЭКГ осуществлялась с использованием усилителя NVX52 и программного обеспечения NeoRec («Медицинские компьютерные системы», Россия). Частота дискретизации сигнала составляла 5000 Гц. Схема установки электродов ЭКГ представлена на рис. 2.

Пороговое значение для детекции R-пика и длительность RR-интервала определялись на основании данных ЭКГ в покое, записанных в течение 22 с до начала основной части эксперимента. В процессе предъявления стимулов значение RR-интервала обновлялось каждые 60 с.

Результаты

Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) для повторных измерений свидетельствуют о повышении доли правильных ответов в течение пер-

Сравнение точности блока 2 и блока 3 (день 2)

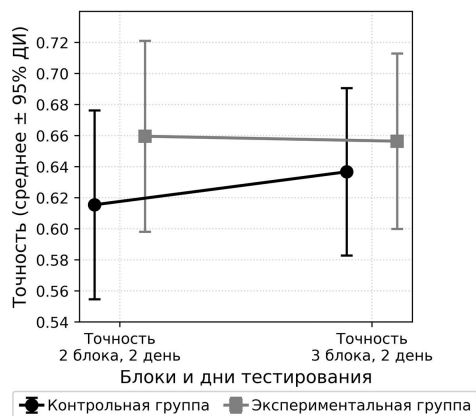


Рисунок 4. График сравнения точности второго и третьего блока во второй день эксперимента в контрольной и экспериментальной группах ($p = .160$)

вых пяти блоков, в которых предъявление стимулов было синхронизировано с фазой сердечного цикла (рис. 3). Динамика обучения в двух группах не различалась.

Не найдено статистически значимого различия между группами ($p = .631$). Эффект фактора «Номер блока» оказался значимым ($F(4, 84) = 9.963$, $p < .001$), на основе чего можно говорить о наличии процесса обучения в течение двух дней тренинга. Взаимодействие фактора «Группа» и «Номер блока» не достигает статистической значимости ($p = .19$). Анализ изменения доли правильных ответов в последних двух блоках (блоки 2 и 3 второго дня эксперимента, пятый и шестой в эксперименте в целом) выявил повышение доли правильных ответов в контрольной группе и снижение в экспериментальной (рис. 4), однако данные изменения не достигали уровня статистической значимости, так же как и взаимодействие факторов «Номер блока» и «Группа» ($p = .16$).

Обсуждение и выводы

Наши результаты не выявили значимого влияния интероцептивных сигналов, в частности различных фаз сердечного цикла, на процесс обучения в рамках примененной экспериментальной процедуры. Полученные данные свидетельствуют о преобладающем воздействии экстероцептивных зрительных сигналов по сравнению с интероцептивными факторами. Мы предполагаем, что для выявления потенциального вклада интероцептивной информации необходимо расширение выборки, увеличение продолжительности тренинга и уточнение условий синхронизации стимулов с физиологическими параметрами.

Литература

Azzalini D., Rebollo I., Tallon-Baudry C. Visceral signals shape brain dynamics and cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2019. Vol. 23. No. 6. P. 488–509. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.03.007>

Damasio A.R. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 1996. Vol. 351. No. 1346. P. 1413–1420. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>

Garfinkel S.N., Minati L., Gray M.A., Seth A.K., Dolan R.J., Critchley H.D. Fear from the heart: Sensitivity to fear stimuli depends on individual heartbeats // The Journal of Neuroscience. 2014. Vol. 34. No. 19. P. 6573–6582. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3507-13.2014>

Khalsa S.S. et al. Interoception and mental health: A roadmap // Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging. 2018. Vol. 3. No. 6. P. 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.12.004>

INTEROCEPTIVE SIGNALS AS MODULATORS OF THE LEARNING PROCESS: INVESTIGATING THE ROLE OF VISCERAL CUES

E. K. Potapkina (1), D. D. Babakova (1), V. A. Aksiotis (1), M. A. Volodina*(1, 2), A. E. Ossadtchi (1)

mvolodina@hse.ru

1 – Center for Bioelectric Interfaces, HSE University, Moscow;

2 – Institute of Neuroscience and Neurotechnologies, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “N. I. Pirogov Russian National Research Medical University” Ministry of Health, Moscow

Abstract. Modern research highlights the importance of two-way communication between the central nervous system and peripheral physiological processes, including the heart-brain interaction. Interoceptive signals, such as impulses from the heart's baroreceptors, can modulate cognitive functions and act as a source of information in decision-making. The present study aims to test the hypothesis that the synchronization of visual stimuli presentation with the phases of the cardiac cycle (systole and diastole) can play the role of an endogenous information signal in the process of perceptual learning. Stimuli (grids of different spatial frequencies) were presented at different phases of the cardiac cycle. The control group received synchronized stimuli on both days, while in the experimental group, on the second day, the last block of stimuli was presented in a random phase of the cardiac cycle. The experimental group did not show a significant decrease in the proportion of correct answers in the last block, in which the interoceptive “hint” was excluded. The results indicate the predominant influence of exteroceptive signals over interoceptive ones in the experimental paradigm we used. To identify the contribution of interoception in the process of perceptual learning, protocol modifications and an expansion of the sample may be required.

Keywords: interoception, visual perception, perceptual learning, cardiac cycle, learning, brain-body interaction

The research leading to these results has received funding from the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics.

ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ЧЕРТ ИМПУЛЬСИВНОСТИ С РЕШЕНИЯМИ ЗАДАЧ МЕЖВРЕМЕННОГО ВЫБОРА

В. А. Пустовик* (1), С. П. Куликова (2)

Pustovik.VA@hse.ru

1 – НИУ ВШЭ, Москва;

2 – НИУ ВШЭ, Пермь

Аннотация. На протяжении всей жизни человеку приходится принимать различные решения, в связи с чем поиск и выстраивание наилучшей стратегии действий необходимы для обеспечения желаемого результата. Однако механизмы, лежащие в основе межвременного выбора, конфликта между немедленными и отсроченными вознаграждениями, остаются предметом дискуссий. Данное пилотное исследование фокусируется на анализе импульсивности как ключевого фактора таких решений, рассматривая ее через призму черт личности и темперамента, временного дисконтирования и таких эффектов, как эффект знака и десятичный эффект. В исследовании приняли участие 70 человек в возрасте от 18 до 60 лет ($M = 24.42$; $SD = 9.77$), из них 47 женщин и 23 мужчины. Участникам было предложено заполнить анкету, состоящую из: 260 вопросов на определение временного дисконтирования, опросника «Большая Пятерка – 2» (BFI-2), «Опросника структуры темперамента-компакт» (STQ-77), «Краткой версии шкалы Барратта» (BIS-11). Полученные результаты не выявили значимых связей между чертами импульсивности и показателями дисконтирования. Также результаты согласуются с концепцией о разделении импульсивности на независимые компоненты, что подчеркивает необходимость учета многомерности экспериментальных контекстов при анализе механизмов принятия решений.

Ключевые слова: импульсивность, черты импульсивности, черты личности, межвременной выбор, временное дисконтирование, эффект знака, десятичный эффект

Исследование проведено в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) и гранта Программы «Мозг» АНО «Научный центр перспективных междисциплинарных исследований «Идея».

Введение

Межвременной выбор, предполагающий конфликт между немедленным и отсроченным вознаграждением, отражает фундаментальный аспект принятия решений. Импульсивность как ключевой фактор таких решений проявляется в склонности к необдуманному действию без учета долгосрочных последствий (Moeller et al., 2001). Основным инструментом изучения решений в парадигме межвременного выбора служит задача временного дисконтирования, в которой импульсивность выражается в предпочтении меньшего,

но немедленного вознаграждения (100 руб. сейчас) при наличии более крупной альтернативы, отсроченной во времени (200 руб. через два дня), то есть эффект дисконтирования проявляется в обесценивании субъективной ценности вознаграждения с течением времени (Madden, Bickel, 2010; Мишин, 2012). В ряде исследований выделяют эффекты, которые могут существенно повлиять на решения в парадигме межвременного выбора:

1. Эффект знака / Асимметрия выигрыша-потери (Sign Effect / Gain-Loss Asymmetry; Zhang et al., 2016), согласно которому люди по-разному оценивают будущие выгоды (получить 100 руб. сейчас или 200 руб. через два дня) и убытки (потерять 100 руб. сейчас или 200 руб. через два дня).
2. Десятичный эффект (Decimal Effect; Fassbender et al., 2014) представляет собой влияние на субъективную оценку округленных (100 руб.) и неокругленных (107 руб.) сумм.

Исследования Кофф и Лукас (Koff, Lucas, 2011) и Бауман и Одум (Baumann, Odum, 2012) показали связь временного дисконтирования с импульсивностью планирования по опроснику BIS-11. В работах Mahalingam et al. (2014) и Civali et al. (2016) нейротизм ассоциировался с выбором немедленных вознаграждений, а добросовестность — с предпочтением отложенных, однако в исследованиях MacKillop et al. (2016) и Yeh et al. (2021) эти связи не подтвердились. Несмотря на обширные исследования, требуется выявление новых факторов импульсивности, связанных с временным дисконтированием, для проверки существующих и обнаружения новых связей, а также углубления понимания механизмов принятия решений в рамках межвременного выбора. Учитывая противоречивость результатов и небольшой объем выборки, настоящее исследование носит пилотный характер.

Методика

В исследовании приняли участие 70 человек в возрасте от 18 до 60 лет ($M=24.42$; $SD=9.77$), из них 47 женщин и 23 мужчины, проживающих в Санкт-Петербурге, Перми и Томске. Участникам было предложено заполнить онлайн-анкету, состоящую из описанных ниже частей.

Определение коэффициента временного дисконтирования. Было использовано 240 вопросов с бинарным выбором (по 60 вопросов на каждый эффект: выигрыша/потери и округленные/неокругленные значения) и 20 открытых вопросов (по 10 вопросов на дисконтирование выигрышей и потерь). Вопросы для определения коэффициента временного дисконтирования представлены следующими вариантами: открытые вопросы выигрыша (k_o), открытые вопросы потери (k_p), бинарные вопросы округленного выигрыша (k_{po}), бинарные вопросы неокругленного выигрыша (k_{pn}), бинарные вопросы округленной потери (k_{po}), бинарные вопросы неокругленной потери (k_{pn}).

Половина вопросов с бинарным выбором, начиная с семи дней, представлены в различных временных форматах (недели, месяцы, полугодие, год) для минимизации искажений, связанных с различиями в восприятии участниками числовых (дни) и категориальных (недели, месяцы) форматов интервалов.

Оценка коэффициента дисконтирования проводилась с использованием гиперболической функции, в которой ценность сравниваемых альтернатив быстро возрастает при малых значениях, а затем уменьшается при больших значениях, что позволяет описать динамически нестабильные межвременные решения (Mazur, 1987).

Определение черт импульсивности. Оценка импульсивности осуществлялась с использованием методики «Краткая версия шкалы Барратта» (Barratt Impulsiveness Scale, BIS-11) в адаптации Шумской и др. (2023), в которой выделяются следующие виды импульсивности: моторная импульсивность (BIS1), импульсивность внимания (BIS2), импульсивность планирования (BIS2). Дополнительно применялись шкалы опросника «Большая Пятерка–2» (The Big Five Inventory-2, BFI-2) в адаптации Калугина и др. (2021); добросовестность оценивалась через фасетки организованности (C1), продуктивности (C2) и ответственности (C3), а нейротизм – через тревожность (N1), депрессивность (N2) и эмоциональную изменчивость (N3). Также использовались шкалы «Опросника структуры темперамента-компакт» (STQ-77) Русалова и Трофимовой (2007): импульсивность (IMP), нейротизм (NEU) и уверенность в себе (SF/SLF).

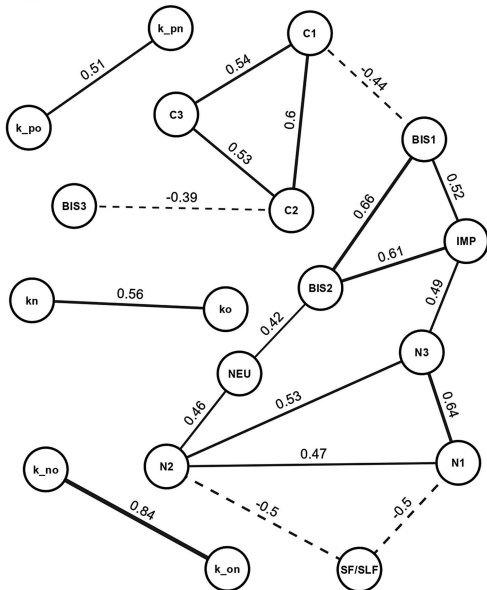
Результаты

Корреляционный анализ Пирсона не выявил значимых связей между показателями эффектов временного дисконтирования и чертами импульсивности. При детальном анализе были обнаружены локальные связи внутри используемых переменных, включающие взаимосвязь черт личности и темперамента, и отдельные связи среди эффектов временного дисконтирования. Однако для проверки возможной независимости эффектов временного дисконтирования был применен дисперсионный анализ с повторными измерениями, включающий рассмотрение групп бинарных вопросов (repeated measures ANOVA). Полученные результаты продемонстрировали значимые различия при взаимодействии эффекта знака и десятичного эффекта ($F(1, 69) = 7.89, p < .001, \eta^2 < .01$) и при отдельном рассмотрении показателей выигрыша и потери ($F(1, 69) = 39.09, p < .001, \eta^2 = .21$). Также проверка десятичного эффекта не продемонстрировала значимых результатов ($F(1, 69) = 0.06, p < .809, \eta^2 < .01$). Анализ открытых вопросов показал более высокие показатели выигрышей в сравнении с потерями ($t(1, 69) = 6.43, p < .001$). Результаты представлены на рис. 1

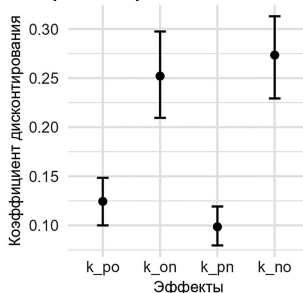
Обсуждение и выводы

Анализ связей показателей эффектов временного дисконтирования с чертами импульсивности не подтвердил наличие значимых результатов, как это было показано в других исследованиях (Mahalingam et al., 2014; Civai et al., 2016). В исследовании MacKillop et al. (2016) было выявлено, что при рассмотрении общего конструкта импульсивности временное дисконтирование и черты личности выделяются в самостоятельные факторы. Yeh et al. (2021) обосновывают отсутствие связей отделением временного дисконтирования от «психометрической импульсивности» и определяют его как меру «импульсив-

Корреляционные связи



Бинарные вопросы



Открытые вопросы

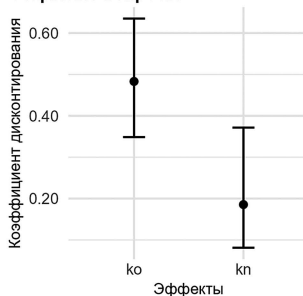


Рисунок 1. Визуализация связей показателей черт импульсивности и эффектов временного дисконтирования и различий показателей эффектов временного дисконтирования. Напротив ребер графа (отображения связей) указаны коэффициенты корреляции Пирсона

ного выбора». При этом показатели временного дисконтирования не продемонстрировали значимых корреляций между эффектами — вероятно, выступая как независимые компоненты. Однако дополнительное рассмотрение взаимодействия эффектов в бинарных вариантах вопросов выявило, что десятичный эффект, вероятно, проявляется преимущественно в вопросах оперирующих выигрышами.

Результаты исследования демонстрируют, что импульсивность в парадигме межвременного выбора не унитарна: ее компоненты проявляются по-разному — например, в зависимости от знака исхода (выигрыш/потеря). Это подчеркивает необходимость учета многомерности экспериментального контекста при моделировании механизмов межвременного выбора. Также обнаруженные результаты вносят вклад в дискуссию об определении временного дисконтирования как показателя импульсивности, предположительно отделяя его от так называемой психометрической импульсивности, включающей черты личности и темперамента.

Литература

Калугин А. Ю., Щебетенко С. А., Мишкевич А. М., Сото К. Дж., Джон О. П. Психометрика русскоязычной версии Big Five Inventory-2 // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2021. Т. 18. № 1. С. 7 – 33. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2021-1-7-33>

Мишин С. И. Межвременные предпочтения в принятии решений: опыт экспериментального исследования в России // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2012. Т. 16. № 3. С. 404 – 426.

Шумская Д. С., Трусова А. В., Кибитов А. О. Краткая русскоязычная версия шкалы импульсивности Барратта (BIS-11): Разработка и валидизация // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2023. Т. 20. № 2. С. 211 – 230. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-2-211-230>

Baumann A. A., Odum A. L. Impulsivity, risk taking, and timing // Behavioural Processes. 2012. Vol. 90. No. 3. P. 408 – 414. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.04.005>

Civali C., Hawes D. R., DeYoung C. G., Rustichini A. Intelligence and extraversion in the neural evaluation of delayed rewards // Journal of Research in Personality. 2016. Vol. 61. P. 99 – 108. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2016.02.006>

Fassbender C., Houde S., Silver-Balbus S., Ballard K., Kim B., Rutledge K. J., Dixon J. F., Josif A.-M., Schweitzer J. B., McClure S. M. The decimal effect: Behavioral and neural bases for a novel influence on intertemporal choice in healthy individuals and in ADHD // Journal of Cognitive Neuroscience. 2014. Vol. 26. No. 11. P. 2455 – 2468. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00642

Koff E., Lucas M. Mood moderates the relationship between impulsiveness and delay discounting // Personality and Individual Differences. 2011. Vol. 50. No. 7. P. 1018 – 1022. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.01.016>

MacKillop J., Weafer J., C. Gray J., Oshri A., Palmer A., de Wit H. The latent structure of impulsivity: Impulsive choice, impulsive action, and impulsive personality traits // Psychopharmacology. 2016. Vol. 233. No. 18. P. 3361 – 3370. <https://doi.org/10.1007/s00213-016-4372-0>

Madden G., Bickel W. Impulsivity: The behavioral and neurological science of discounting. Washington, DC: APA, 2010. <https://doi.org/10.1037/12069-000>

Mahalingam V., Stillwell D., Kosinski M., Rust J., Kogan A. Who can wait for the future? A personality perspective // Social Psychological and Personality Science. 2014. Vol. 5. No. 5. P. 573 – 583. <https://doi.org/10.1177/1948550613515007>

Mazur J. E. An adjusting procedure for studying delayed reinforcement // The effect of delay and of intervening events on reinforcement value / M. L. Commons, J. E. Mazur, J. A. Nevin, H. Rachlin (Eds.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. P. 55 – 73.

Moeller F. G., Barratt E. S., Dougherty D. M., Schmitz J. M., Swann A. C. Psychiatric aspects of impulsivity // American Journal of Psychiatry. 2001. Vol. 158. No. 11. P. 1783 – 1793. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.158.11.1783>

Rusalov V. M., Trofimova I. N. Structure of Temperament and its measurement. Toronto, Canada: Psychological Services Press, 2007.

Yeh Y.-H., Myerson J., Green L. Delay discounting, cognitive ability, and personality: What matters? // Psychonomic Bulletin & Review. 2021. Vol. 28. No. 2. P. 686 – 694. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01777-w>

Zhang Y.-Y., Xu L., Rao L.-L., Zhou L., Zhou Y., Jiang T., Li S., Liang Z.-Y. Gain-loss asymmetry in neural correlates of temporal discounting: An approach-avoidance motivation perspective // Scientific Reports. 2016. Vol. 6. No. 31902. P. 1 – 10. <https://doi.org/10.1038/srep31902>

IMPULSIVITY TRAITS ASSOCIATED WITH INTERTEMPORAL CHOICE TASK PERFORMANCE: A PRELIMINARY STUDY

V. A. Pustovik* (1), S. P. Kulikova (2)

Pustovik.V.A@hse.ru

1 — HSE, Moscow;

2 — HSE, Perm

Abstract. Throughout life, individuals face various decisions, necessitating the development of optimal strategies to achieve desired outcomes. However, the mechanisms underlying intertemporal choice, the conflict between immediate and delayed rewards, remain a topic of debate. This pilot study focuses on analyzing impulsivity as a key factor in such decisions, examining it through the lens of personality and temperament traits, temporal discounting, and effects such as the Sign Effect (Gain-Loss Asymmetry) and Decimal Effect. Seventy participants aged 18 to 60 years ($M=24.42$; $SD=9.77$), including 47 women and 23 men, completed a questionnaire comprising 260 temporal discounting items, the Big Five Inventory-2 (BFI-2), the Structure of Temperament Questionnaire-Compact (STQ-77), and the short version of the Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11). The results did not reveal significant associations between impulsivity traits and discounting measures. These findings align with the concept of impulsivity comprising independent components, emphasizing the importance of considering the multidimensionality of experimental contexts when analyzing decision-making mechanisms.

Keywords: impulsivity, impulsivity traits, personality traits, intertemporal choice, temporal discounting, sign effect, decimal effect

This study is supported by the Basic Research Program at HSE University and the Brain Program of the IDEAS Research Center.

ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФЛАНГОВОЙ ЗАДАЧИ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

И. П. Пустынников* (1), Д. Н. Подвигина (1, 2), Д. Д. Шаров (1)
evilnyancat2014@gmail.com

1 — СПбГУ, Санкт-Петербург;

2 — Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Исследование направлено на изучение влияния различных конфигураций дополненной реальности (augmented reality, AR) на зрительную нагрузку. Была собрана экспериментальная установка для реализации трех условий: наложение виртуального изображения поверх реального (Far), наложение реального на виртуальное (Near) и нахождение их в одной плоскости (Flat, что соответствует нормальным условиям наблюдения). В исследовании принял участие 61 человек. В качестве задания была предложена модифицированная фланговая Go/No-Go задача, по результатам которой с помощью смешанных моделей анализировались поведенческие данные (время реакции и точность ответа). При учете случайных эффектов статистически значимых различий между условиями не выявлено, однако в модели без них условие Near ассоциировалось с увеличением времени реакции. Результаты указывают на высокую вариативность восприятия дополненной реальности между участниками и подчеркивают необходимость персонализированного подхода в исследованиях визуальной нагрузки.

Ключевые слова: дополненная реальность, AR, вергентно-аккомодационный конфликт, фланговая задача, зрительное восприятие

Работа выполнена при поддержке СПбГУ, шифр проекта 124032900009-2.

Введение

Дополненную реальность (augmented reality, AR) можно определять по-разному, но в своей сути эта технология позволяет дополнять восприятие пользователя посредством интеграции в него виртуальной информации (Milgram, Kishino, 1994). При этом модальность последней не так важна: дополнение возможно как по имеющимся у человека каналам восприятия (органы чувств), так и по тем, что были утрачены (например, в результате травмы). При этом дополненная реальность уже сейчас активно используется в различных сферах деятельности (транспорт, образование, медицина и многие другие), в том числе как метод в когнитивных исследованиях, который расширяет возможности эксперимента и повышает его экологичность (Зинченко и др., 2010).

Однако известно, что при использовании AR-устройств имеет место конфликт между вергенцией и аккомодацией зрительного аппарата. Когда виртуальный контент «закреплен во внешнем мире» — то есть его положение

в пространстве привязано к конкретному месту и стабилизировано через данные с сенсоров, постоянно обновляющих отображаемую позицию на экране — то он располагается на том же расстоянии конвергенции, что и реальный мир, но зачастую на другом фокусном расстоянии, соответствующем фиксированному фокусному расстоянию дисплея. В итоге пользователь переключает фокус с реального мира, где нет вергентно-аккомодационного конфликта, на виртуальный контент, его предполагающий. Такая ситуация заставляет пользователя изменять аккомодацию, при этом сохраняя конвергенцию на одном и том же уровне, что приводит, согласно литературным данным, к большей нагрузке и накоплению зрительной усталости (Schroeder et al., 2018).

Особенности и следствия вергентно-аккомодационного конфликта при использовании AR-устройств к настоящему моменту описаны далеко не полно. Работы, посвященные изучению различных условий предъявления дополненной реальности, немногочисленны. Как правило, в исследованиях рассматривается только условие наложения дополненного изображения поверх реального, а обратная ситуация — наложение реального поверх дополненного — игнорируется. В литературе не было найдено объяснение выбора именно такой конфигурации рассматриваемых плоскостей. У нас закономерно возник исследовательский вопрос: может ли смена положения плоскостей дополненного изображения повлиять на вергентно-аккомодационный конфликт и тем самым изменить нагрузку, накладываемую на зрительную систему наблюдателя.

Таким образом, цель данной работы — проанализировать поведенческие результаты, полученные в ходе выполнения наблюдателем зрительной задачи в разных AR-условиях.

Методика

В исследовании принял участие 61 человек (из них 19 мужчин) 18–35 лет ($M = 25.07$, $SD = 9.88$), с нормальным или скорректированным до нормального зрением, отсутствием черепно-мозговых травм и/или имплантов в черепной коробке.

Мы создали установку дополненной реальности, состоящую из двух перпендикулярно расположенных экранов (реального и проекционного), а также отражательной призмы. Изображение с проекционного монитора отражалось при помощи призмы и вместе с изображением от реального экрана объединялось в дополненное для глаза наблюдателя. Приближая или отдаляя реальный экран, мы могли изменять взаимное расположение плоскостей реального и проекционного изображений.

В качестве задания для испытуемых была выбрана фланговая Go/No-Go задача (Eriksen, Eriksen, 1974) с модификациями. Участник должен был как можно быстрее реагировать нажатием кнопки на клавиатуре при совпадении центрального стимула и целевого, предъявляемого ранее. В качестве стимула выступала стрелка, ориентированная в заданном направлении („<“ или „>“). При этом центральный стимул по бокам дополнительно был окружен фланговыми стрелками, совпадающими или не совпадающими с центральной по направлению (конгруэнтными или неконгруэнтными соответственно; см. рис. 1).

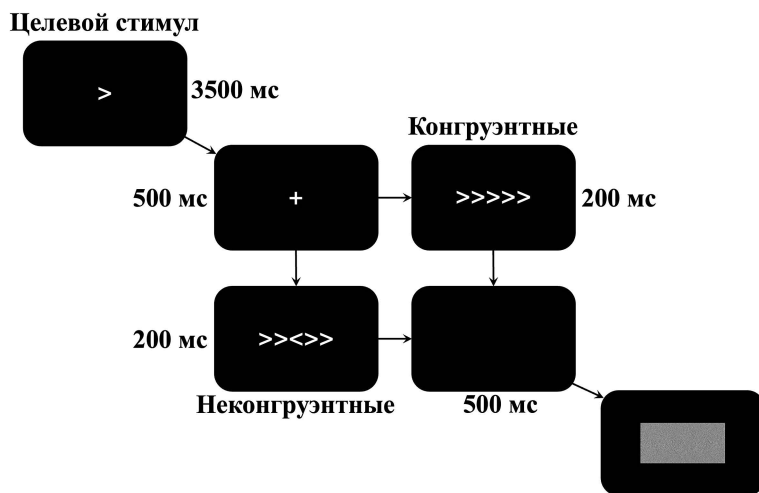


Рисунок 1. Схема одной пробы

Целевой стимул всегда предъявлялся на проекционном мониторе, а фланговые изображения-стрелки — на реальном. Всего испытуемым предъявлялось 6 блоков, по два на каждое из трех условий дополненной реальности. Каждый блок был разделен на 5 подблоков, в начале каждого предъявлялся случайно выбранный целевой стимул. На 1 подблок в среднем приходилось по 25 стимулов, так что суммарно за 1 блок испытуемым предъявлялось 125 проб.

Таким образом, в эксперименте варьировалось условие наблюдения зрительных стимулов: плоскость проекционного изображения перед плоскостью реального (условие Far), за плоскостью реального (Near) и совпадение плоскостей (Flat), что соответствует условиям обычного наблюдения, без дополненной реальности. Порядок предъявления условий был сбалансирован между испытуемыми. Эксперимент был реализован с использованием программного обеспечения PsychoPy 2024.2.5 в рамках более крупного исследования с использованием методов электроэнцефалографии, данные которых будут рассмотрены в отдельной работе.

Результаты

Для анализа были рассмотрены следующие показатели: время реакции и количество ошибок испытуемых. Данные были обработаны в среде RStudio. Для анализа были удалены сверхкороткие (< 150 мс) и сверхдлинные (> 700 мс) реакции, что составило 5460 наблюдений, или 13.33 % от общего количества. Далее для каждого человека были рассчитаны среднее и стандартное отклонение и с учетом агрегации по участнику были также удалены пробы, в которых время реакции выходило за пределы ± 2.5 стандартных отклонения, что составило 647 наблюдений, или 1.82 % от общего числа.

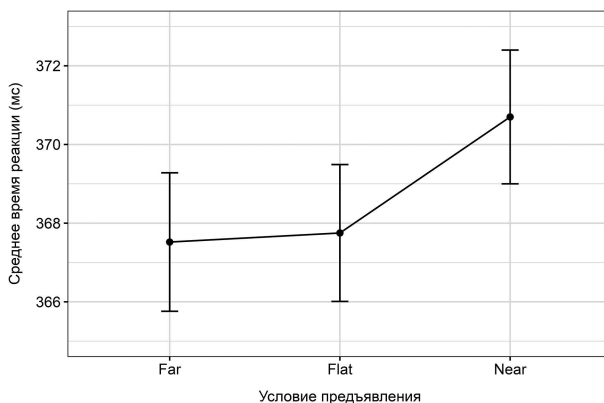


Рисунок 2. Среднее время реакции испытуемых в конгруэнтных пробах в зависимости от конфигурации дополненной реальности (погрешности: ± 2 стандартные ошибки среднего)

Статистический анализ времени реакции проводился методом смешанных линейных моделей, а анализ точности ответов проводился методом обобщенных смешанных линейных моделей в пакетах lme4 и lmerTest. Подбор оптимальных моделей осуществлялся при помощи теста отношения правдоподобия. В итоговой модели скорости ответов ($AIC = -13900$, $BIC = -13858$) в качестве зависимой переменной был выбран логарифм времени реакции, AR-условие (внутрисубъектный фактор) в качестве фиксированного эффекта и случайный параметр сдвига по участникам вместе со случайным наклоном по тому же AR-условию. В результате не было обнаружено статистически значимых различий между условиями дополненной реальности для времени реакции. Дополнительно была проверена модель со случайным эффектом, но без учета наклона ($AIC = -15765$, $BIC = -15680$): здесь было обнаружено небольшое, но значимое ($p < .001$) отличие условия дополненной реальности Near от двух других (см. рис. 2).

Финальная модель точности ответов не отличалась от модели скорости, кроме выбора биномиального распределения данных. Здесь как при отсутствии, так и при включении случайного наклона не были обнаружены значимые различия между AR-условиями.

Обсуждение и выводы

В настоящем исследовании нами не были обнаружены значимые различия между условиями предъявления дополненной реальности на поведенческом уровне. Те различия, что обнаруживались в скорости ответов испытуемых, объяснялись их индивидуальными реакциями на каждое конкретное условие. Помимо этого, небольшое значимое различие может объясняться маленьким размером эффекта и большим количеством наблюдений (порядка 10 900 на условие). На точности ответов изменение порядка наложения плоскостей в дополненном изображении не отразилось вовсе. Полученные результа-

ты говорят о том, что наблюдатели по-разному воспринимают дополненную реальность, следовательно, для получения более точных результатов необходим более индивидуальный подход. Возможно, в дальнейшем стоит добавить серию претестов, позволяющих определить степень нагрузки для каждого участника.

Литература

Зинченко Ю. П., Меньшикова Г. Я., Баяковский Ю. М., Черноризов А. М., Войскунский А. Е. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010. № 1. С. 54–62.

Eriksen B. A., Eriksen C. W. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task // Perception & Psychophysics. 1974. Vol. 16. P. 143–149. <https://doi.org/10.3758/bf03203267>

Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays // IEICE Transactions on Information Systems. 1994. Vol. E77-D. No. 12. P. 1321–1329.

Schroeder V. M., Biggs A. T., Bradley J. L. Fatigue and Eye Strain Associated with Virtual Reality and Augmented Reality Systems // Adapting Virtual Reality and Augmented Reality Systems for Naval Aviation Training. NAMRU-D-19-13. Dayton: NAMRU-D, 2018. P. 104–139.

SPECIFICS OF VISUAL PERCEPTION WHEN PERFORMING A FLANKER TASK IN AUGMENTED REALITY

I. P. Pustynnikov* (1), D. N. Podvigina (1, 2), D. D. Sharov (1)
evilnyancat2014@gmail.com

1 – Saint Petersburg University, St. Petersburg;

2 – Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Abstract. This study aims to investigate how different augmented reality (AR) configurations affect visual load. To this end, an experimental setup was assembled to create three conditions: superimposing a virtual image on a real image (Far), superimposing a real image on a virtual image (Near), and placing them on the same plane (Flat, which corresponds to normal viewing conditions). The study engaged sixty-one participants. They performed a modified flanker Go-NoGo task, and their behavioral data (reaction time and accuracy) were analyzed using mixed models. No statistically significant differences were found between conditions when random effects were considered. However, the Near condition was associated with increased reaction times in the model without random effects. These results suggest that augmented reality perception varies greatly among participants, highlighting the importance of a personalized approach in visual load research.

Keywords: augmented reality, AR, vergence-accommodation conflict, flanker-task, visual perception

This research is supported by SPbU, Project Code 124032900009-2.

«КОРЗИНА ОТВЕРЖЕННЫХ» — ПРИВЛЕКАЮТ ЛИ ОБРАЗНЫЕ ЕДИНИЦЫ В НОВОСТНЫХ ТЕКСТАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ И ОСТАЮТСЯ ЛИ В ПАМЯТИ?

А. Н. Пучкова*, Ц. Тань, С. В. Ионова

puchkovaan@gmail.com

Государственный институт русского языка им. А. С. Пушкина, Москва

Аннотация. Современный новостной онлайн-дискурс активно использует образные средства, такие как метафоры, сравнения, сниженная лексика или фразеологизмы. В данном исследовании проверялась гипотеза, что образные средства в тексте привлекают повышенное внимание и лучше запоминаются относительно «нейтральных» словосочетаний без дополнительных средств выразительности. Эксперимент включал анализ 19 новостных текстов (14 с образными средствами, 5 контрольных без них) с участием 37 респондентов. Использовался айтрекер Eyelink 1000+ для регистрации движений глаз и последующий опрос на запоминание. Тексты предъявлялись в трех вариантах: оригинальные, отредактированные (без образных средств) и контрольные. Результаты показали, что образные средства привлекают больше внимания: длительность фиксации на них была выше относительно контрольных и отредактированных фрагментов текстов, а количество фиксаций и относительное время прочтения значимо увеличивалось относительно отредактированных фрагментов. Однако эффект варьировался в зависимости от конкретного текста. При этом образные средства не обнаруживались заранее, а требовали дополнительной обработки в процессе чтения. Корреляции между дополнительной когнитивной обработкой, оцененной по параметрам движений глаз, и запоминанием не выявлено, что указывает на влияние других факторов, таких как оригинальность образной репрезентации и ее связность с контекстом. Выводы подтверждают, что образные средства в тексте дополнительно привлекают ресурсы внимания или обработки, а их запоминаемость скорее тесно связана с лингвистическими и семантическими характеристиками конкретных текстов.

Ключевые слова: чтение, образные средства, новостной дискурс, айтрекинг, внимание, психолингвистика

Исследование выполнено при поддержке госзадания, проект FZNM-2025-0001.

Введение

Неформальный стиль текста и активное использование эмоционально окрашенной лексики — норма для современного онлайн-дискурса, в значительной степени и новостного. Эмоционально окрашенная информация лучше запоминается (Megalakaki et al., 2019) и эффективнее привлекает внимание, что в том числе демонстрируют исследования с применением метода айтрекинга (Scott

et al., 2012). Модели восприятия и понимания текста давно включают эмоции как важный компонент (Van Dijk, Kintsch, 1983). Современная лингвистика расширяет свои подходы к анализу текстов и не может игнорировать их эмоциональную семантику (Ионова, 2023).

Исследование новостного дискурса и его стандартов коммуникации может быть эффективно дополнено психолингвистическими подходами. Практика написания коротких новостных текстов в онлайн-источниках строится на использовании образных средств, таких как метафоры, сравнения, фразеологические обороты, включение сниженной и обценной лексики, для привлечения внимания читателя и имплицитно — для улучшения запоминания сообщения. Для художественного текста ранее было показано выделение больших ресурсов для обработки и интерпретации неоднозначной метафоры по сравнению с буквальным текстом, измеренных по параметрам движений глаз (Novikova et al., 2015). В рамках данного исследования проверялись гипотезы, что образные средства (ОС) в новостных текстах: 1) в целом привлекают дополнительные ресурсы внимания и/или когнитивной обработки относительно остального текста, что выражается в параметрах движений глаз; 2) лучше запоминаются читателем.

Методика

Для исследования были отобраны тексты из современного новостного политического онлайн-дискурса. Из них 14 текстов содержали метафоры, фразеологизмы, сниженную лексику и иные средства образной репрезентации и были отнесены к основному блоку. Пять контрольных текстов не содержали образных средств. Для каждого текста из основного блока была создана «редактированная» версия, где ОС заменяли на максимально близкий по длине, количеству слов и смысловому содержанию текст без специфических средств выразительности. Таким образом, было получено три типа текстов: основные, редактированные и контрольные.

В исследовании приняли участие 37 человек (33 женщины, 4 мужчины, средний возраст 20.6 ± 1.9 лет), студенты гуманитарных специальностей. Они должны были полностью прочитать тексты, которые появятся на экране, в обычном для себя темпе и после прочтения всех текстов дать им свою оценку. Эксперимент состоял из двух этапов: 1) чтение текстов с параллельной регистрацией движений глаз; 2) ответы на вопросы по запоминанию фрагментов текста с образными средствами.

Отобранные для эксперимента тексты в типичной для веб-сайтов верстке и с использованием шрифта без засечек демонстрировали в центре экрана разрешением 1920×1080 точек диагональю 23 дюйма с расстояния 760 мм от экрана. Перед началом основного блока демонстрировали один тренировочный текст. Участники были разбиты на две подгруппы, в каждой из которых видели все 5 контрольных текстов, 7 текстов в оригинальной версии и еще 7 — в отредактированной. Те тексты, которые в одной подгруппе предъявлялись в оригинальной версии, во второй предъявлялись в отредактированной. В опыте использовали айтрекер SR Research Eyelink 1000+ с частотой реги-

страции 500 Гц и 13-точечной калибровкой. Учитывались данные только первого прочтения. В каждом тексте при анализе данных движений глаз выделяли две области интереса: весь текст и «целевой фрагмент» ОС, либо заменявший его отредактированный текст, либо сходные с ними по структуре фрагменты контрольных текстов.

Сразу после чтения текстов участники заполняли тест, в котором проверялось запоминание основных и контрольных версий текстов в формате: «Встречался ли вам в эксперименте «целевой фрагмент»?» Пять вопросов касались контрольных текстов, 14 — оригинальных версий ОС из основных текстов и один — «тестового» ОС, которого не было на этапе прочтения. Каждый из участников видел только половину оригинальных текстов и поэтому теоретически должен был ответить «да» только на 12 из 20 вопросов.

Результаты

Из-за качества записи данные одного участника были исключены из анализа.

В первую очередь было проверено влияние факторов версии текста (контрольный, оригинальный, отредактированный) и расположения фиксации в целевом фрагменте или вне него на длительность фиксации. Здесь и далее для дисперсионного анализа использовали нормализованные с помощью трансформации Бокса — Кокса данные. Значимо влияют на длительность фиксации оба фактора: *версия* ($F(2, 20755) = 10.48$, $p < .0001$) и *расположение* ($F(1, 20755) = 13.94$, $p = .0002$), а также их взаимодействие ($F(2, 20755) = 7.54$, $p = .0005$). В основных текстах длительность фиксации на целевом фрагменте значимо выше, чем на остальном тексте (239.8 ± 75.2 мс и 226.1 ± 66.0 мс соответственно). Для отредактированных и контрольных текстов эти показатели не различались и практически совпадали с таковыми для текста вне целевого фрагмента в основных текстах (отредактированный — 227.5 ± 68.6 мс и 225.3 ± 66.9 мс, контрольный — 229.1 ± 70.5 мс и 226.0 ± 66.5 мс соответственно).

Для оценки вклада факторов каждого отдельного текста и его оригинальной/отредактированной версии был проведен анализ длительности фиксации на целевых фрагментах только для основного блока текстов. Показано значимое влияние как фактора *версии* ($F(1, 2709) = 11.387$, $p = .0007$), так и *текста* ($F(13, 2709) = 2.805$, $p = .0001$). Эти факторы не взаимодействовали между собой. По результатам попарных сравнений версий каждого текста по отдельности фактор версии значимо проявился в двух текстах. Пример пары целевых фрагментов со значимой разницей в длительности фиксации: «знаете вот, прокукарекает, а утро не наступает» / «говорит там что-то, а все ничего не происходит».

Также для оценки внимания к целевым фрагментам оценивали параметр количества фиксации с помощью критерия Манна — Уитни. Для всех текстов в целом различие было высоко значимым ($Z = 3.734$, $p = .0002$), и на оригинальных ОС делалось больше фиксации. В попарных сравнениях различия были значимыми для трех текстов, причем для одного из них направление различий

было обратным (см. табл. 1). В этом тексте (о14) такие различия, видимо, были обусловлены лингвистической сложностью замены «новоявленный чиновник» по сравнению с оригинальным «новоиспеченный кретин». Тот же результат подтверждается и для относительных измерений. Оригинальные варианты по сравнению с отредактированными в среднем получали более значительную долю фиксаций от общего их количества на тексте (критерий Манна – Уитни, $Z = 2.903$, $p = .0037$). Как и ожидалось, параметр времени чтения целевого фрагмента относительно всего текста был значимо выше для оригинальных относительно отредактированных версий ($Z = 3.602$, $p = .0003$; см. табл. 1).

Значимых различий по времени начала чтения целевого фрагмента или порядковому номеру (во всем тексте) первой фиксации, приходившейся на целевой фрагмент, обнаружено не было, то есть ОС не обнаруживались читателями заранее, а требовали более тщательной обработки и внимания уже в процессе чтения.

Корреляционный анализ не показал связи между параметрами движений глаз на целевых фрагментах в оригинальных и контрольных текстах и ответами на вопросы по запоминанию текстов (долей верных ответов). Некоторые целевые фрагменты давали достаточно много ложноположительных ответов, когда респондент отвечал «да» на не предъявлявшийся ему текст. Самым запоминающимся и одновременно показавшим значимые различия относительно отредактированной версии по параметрам движений глаз оказался текст о10, содержавший в целевом фрагменте обсценную лексику.

Обсуждение и выводы

По результатам эксперимента можно говорить о том, что образные средства в целом привлекают к себе больше внимания или требуют больших ресурсов для обработки относительно остального новостного текста, что выражается в более длительных фиксациях на них и относительно большем времени чтения. Однако эта тенденция не универсальна, и выраженность эффекта зависит от конкретных свойств текста. Кроме того, ОС не «бросаются в глаза» изначально, а привлекают дополнительные ресурсы уже в процессе чтения. Также нельзя говорить и об однозначной трансляции дополнительно выделяемых для ОС ресурсов внимания и обработки в запоминание. Это может быть связано с распространенностью таких ОС, которые воспринимаются как «уже увиденные» вне привязки их к конкретному тексту (напр., распространенный фразеологизм «шуты гороховых» в тексте о08, см. табл. 1). Здесь должны играть роль не рассмотренные в рамках данного эксперимента характеристики текстов: характеристики выражаемых эмоций, оригинальность образного средства, связность его с остальным содержанием текста. Данное исследование имеет ряд и других ограничений. Во-первых, текстовые материалы были отобраны из реальных онлайн-источников без контроля их лингвистических и семантических характеристик, что могло повлиять на результаты анализа. Во-вторых, образные средства в текстах были разнообразны, но нельзя говорить о их репрезентативности относительно корпуса политизированных новостных текстов, из которых они были отобраны. Отредактированные версии

Таблица 1. Разности между оригинальными и отредактированными целевыми фрагментами 14 основных текстов по ряду усредненных параметров чтения и оценка запоминания оригинального целевого фрагмента во всех основных текстах

Текст	Разность в ср. длит. фиксации (мс)	Разность в ср. кол-ве фиксаций	Разность в относительном времени чтения (%)	Правильно вспомнили целевой фрагмент, % опрошенных	Правильное отрицание прочтения целевого фрагмента, % опрошенных
o01	20.2	3.9 *	3.3	63	67
o02	9.4	0.1	0.8	78	79
o03	25.7	0.5	1.6	63	61
o04	19.2	0.4	1.9	67	89
o05	1.4	5.9 ***	12.0 ***	95	72
o06	14.2	0.3	1.7 *	94	95
o07	6.1	4.5 **	3.5	92	64
o08	-3.6	0.1	9.6 ***	78	47
o09	12.5	0.8	1.6	84	44
o10	25.9 *	0.7	9.2 ***	94	100
o11	-4.7	2.0	2.1	89	61
o12	16.8	0.3	1.3	63	61
o13	21.6 *	2.3	4.2 ***	63	78
o14	-1.1	-2.4 *	-4.1 *	71	69

Примечание: обозначена значимость попарных различий между оригинальными и отредактированными целевыми фрагментами текстов при попарном сравнении параметров (t-тест): * – $p < .05$; ** – $p < .01$; *** – $p < .001$

целевых фрагментов не проходили предварительную независимую оценку лингвистической сложности и эмоциональной валентности, что могло сказаться на результатах отдельных текстов. Наконец, объем текстовой выборки и экспериментальная группа были относительно небольшими, что ограничивает статистическую значимость выводов. Проведенное исследование, прежде всего, направлено на пилотную экспериментальную проверку гипотезы об эффективности принятой в рамках новостного онлайн-дискурса практики использования образных средств и указывает на схему работы для более масштабных и систематических работ.

Литература

- Ионова С. В. Эмоциональная доминанта текста: некоторые лингвистические аспекты исследования // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание. 2023. Т. 22. № 1. С. 13 – 27. <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2023.1.2>
- Megalakaki O., Ballenghein U., Baccino T. Effects of valence and emotional intensity on the comprehension and memorization of texts // Frontiers in Psychology. 2019. Vol. 10. P. 179:1 – 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00179>

Novikova E. G., Janyan A., Tsaregorodtseva O. V. Metaphorical salience in artistic text processing: Evidence from eye movement // *Perception*. 2015. Vol. 44. No. 8 – 9. P. 1098 – 1102. <https://doi.org/10.1177/0301006615596692>

Scott G. G., O'Donnell P. J., Sereno S. C. Emotion words affect eye fixations during reading // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2012. Vol. 38. No. 3. P. 783 – 792. <https://doi.org/10.1037/a0027209>

Van Dijk T., Kintsch W. *Strategies of discourse comprehension*. N.Y.: Academic Press, 1983.

“BASKET OF DEPLORABLES”: DO FIGURATIVE PHRASES IN NEWS TEXTS ATTRACT ADDITIONAL ATTENTION AND STAY IN THE MEMORY?

A. N. Puchkova*, C. Tan, S. V. Ionova

puchkovaan@gmail.com

Pushkin State Russian Language Institute, Moscow

Abstract. Online news discourse actively uses figurative phrases such as metaphors, comparisons or phraseologisms. This study tested the hypothesis that figurative phrases attract more attention and are better remembered than “neutral” texts. The experiment included the analysis of 19 texts (14 with figurative phrases, 5 control texts without them) by 37 respondents. An eye tracker (Eyelink 1000+) was used to record eye movements and then a memorization survey was conducted. There were three versions of texts: original, edited (without figurative phrases), and control texts. Figurative phrases attracted more processing resources compared to non-figurative text fragments: fixation durations were longer than on control and edited texts, and the number of fixations and relative reading times were significantly increased relative to edited texts. Figurative phrases were not discovered in advance, but required additional processing during the reading process. No correlation was found between additional processing assessed by eye movement parameters and memorization, indicating the influence of other factors such as the originality of the figurative representation and its coherence with context. The findings confirm that figurative phrases in a text additionally attract attention or processing resources, and their memorability is rather closely related to the linguistic and semantic characteristics of specific texts.

Keywords: reading, figurative language, news discourse, eye tracking, attention, psycholinguistics

This research is supported by the state assignment of Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2025 – 2027 (No. FZNM-2025-0001).

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ ЦЕЛЕВЫХ СЛУХОВЫХ СТИМУЛОВ В УСЛОВИИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ОТВЛЕЧЕНИЯ

М. Е. Пчелинцева* (1), И. Е. Лазарев (1), Д. В. Люсин (1, 2)

mepchelintseva@edu.hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — ИП РАН, Москва

Аннотация. Эффекты эмоционального отвлечения внимания могут различаться в зависимости от валентности и силы возбуждения индуцируемого эмоционального состояния. Однако при выполнении задачи низкой сложности испытуемый может успешно распределять ресурсы внимания таким образом, что показатели точности и скорости ответа не изменяются, даже при условии успешной эмоциональной индукции. Для преодоления данного ограничения в текущем исследовании была использована конденсационная задача, сравнительно более сложная, чем в предыдущих исследованиях. Параллельно с выполнением основной задачи предъявлялись эмоциональные изображения разных категорий с целью индуцировать соответствующие аффективные состояния. Отражением различий в распределении внимания являлось изменение показателей скорости и точности ответа, а также амплитуды компонентов вызванных потенциалов (ВП), связанных с вниманием: негативности рассогласования (НР) и P300. Совместное изучение поведенческих и электрофизиологических показателей необходимо для получения более полной картины об изменениях распределения внимания. В процедуре приняло участие 8 человек, составляющих пилотную группу эксперимента. На данном этапе не было выявлено значимых различий по зависимым показателям, однако изменения на уровне ВП сопровождались высокими значениями Байес-фактора, что может свидетельствовать о потенциальных различиях между исследуемыми группами при наличии достаточной мощности в будущих исследованиях.

Ключевые слова: эмоциональное отвлечение, внимание, вызванные потенциалы, негативность рассогласования, P300

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Изучение одновременно поведенческих и психофизиологических показателей протекания процессов распределения внимания позволяет получить более полное понимание механизма эмоционального отвлечения. Изменения распределения внимания можно связать с различиями амплитуды двух компонентов вызванных потенциалов (ВП): негативности рассогласования (НР), связываемой преимущественно с процессами автоматического обнаружения редкого стимула (Näätänen et al., 1978), а также компонента P300, отражающего более поздние

процессы произвольного внимания (Sutton et al., 1965). Индуцируемое эмоциональное состояние, создаваемое перед когнитивной задачей или вместе с ней, влияет на изменение амплитуды вызванных потенциалов в зависимости от валентности. Индукция негативных эмоций предположительно обладает большей силой отвлечения внимания по сравнению с нейтральным условием, в связи с чем наблюдается уменьшение амплитуды P300 (Tartar et al., 2012). Схожие эффекты также наблюдаются в случае индукции положительных эмоций: амплитуда НР была больше для положительного условия по сравнению с отрицательным (Pinheiro et al., 2017). Исследователи также отмечают увеличение амплитуды P300 в условиях высокого возбуждения с положительной и отрицательной валентностью по сравнению со стимулами с низким уровнем возбуждения, при использовании эмоциональных стимулов в качестве целевых (Schupp et al., 2007). Однако фактор возбуждения не рассматривался ранее в классических заданиях на отслеживание целевого стимула при совместном предъявлении эмоциональных изображений. Целью текущей работы является исследование влияния эмоциональных состояний, различных по типу валентности и уровню возбуждения. Однако при использовании задачи вероятностного предъявления признаков, часто используемой в схожих работах (Katayama, Polich, 1999), нужно учитывать ее относительную простоту для испытуемых, что может отразиться на успешности эмоционального отвлечения. Важность дифференциации между разными уровнями сложности задачи отмечалась и в предыдущих исследованиях с использованием эмоционального отвлечения (Schupp et al., 2008; Hoffman et al., 2020). Ограничением предыдущих работ является также отсутствие разделения условий с разными уровнями возбуждения в рамках одной валентности. Таким образом, в текущем исследовании было принято решение использовать более сложную задачу и полный набор эмоциональных условий, включающих в себя в том числе изображения с чувствительным содержанием.

Методика

В исследовании приняли участие 8 испытуемых (6 женщин, $M = 20.9$, $SD = 2.1$). Перед процедурой эксперимента они ознакомились с предстоящими заданиями, подписали информированное согласие и опросник о противопоказаниях. Эмоциональная индукция производилась с помощью изображений из базы данных IAPS (Lang et al., 1997), разделенных на пять категорий: негативные с высоким уровнем возбуждения, негативные с низким уровнем возбуждения, позитивные с высоким уровнем возбуждения, позитивные с низким уровнем возбуждения, нейтральные с низким уровнем возбуждения. В каждом блоке предъявлялось девять изображений, каждое из которых находилось на экране в течение 40 с, таким образом каждый эмоциональный блок длился 6 минут. Параллельно с предъявлением изображений испытуемые должны были отслеживать звуковые стимулы частотой 500 Гц (низкий) и 2000 Гц (высокий), предъявляемые поочередно в правое и левое ухо. Испытуемому необходимо было нажимать на клавишу «Пробел» при предъявлении целевого звука — низкого звука в левом ухе и высокого звука в правом ухе, количество их предъявлений в каждом блоке составляло 20 %. С помощью дисперсионно-

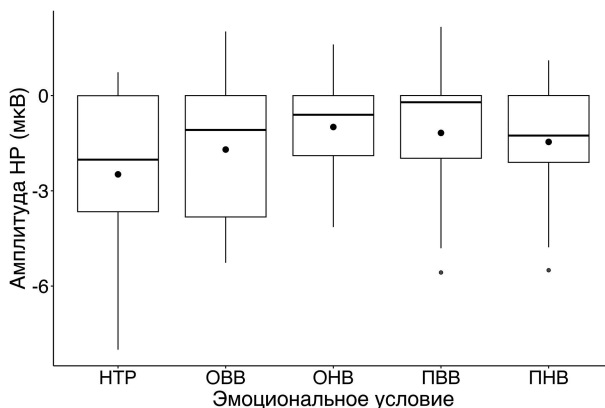


Рисунок 1. Изменение амплитуды НР. Обозначения: НТР — нейтральное с низким возбуждением, ОВВ — отрицательное с высоким возбуждением, ОНВ — отрицательное с низким возбуждением, ПВВ — положительное с высоким возбуждением, ПНВ — положительное с низким возбуждением

го анализа с повторными измерениями были проанализированы следующие показатели: время реакции, точность ответа, амплитуда НР (среднее на интервале 120–200 мс), амплитуда Р300 (среднее на интервале 250–400 мс). При необходимости применялась поправка Гринхауса – Гейссера.

Результаты

Для компонентов вызванных потенциалов в дисперсионный анализ с повторными измерениями были включены факторы *эмоционального условия* (5 уровней) и *расположения электрода* (5 уровней для Р300, 6 уровней для НР; данные для НР представлены на рис. 1). Для поведенческих показателей (скорость реакции, точность) в дисперсионный анализ был включен только фактор *эмоционального условия*.

Достоверных различий, обусловленных действием фактора «Эмоциональное условие», для амплитуды компонентов НР и Р300 не было обнаружено. Тем не менее значения Байес-фактора оказались в пользу альтернативной гипотезы по фактору *эмоционального условия* для Р300 ($BF_{10} = 21297.6$) и для НР ($BF_{10} = 34013.7$).

Для поведенческих показателей по фактору *эмоционального условия* не было обнаружено значимых различий. Значения Байес-фактора оказались в пользу нулевой гипотезы по фактору *эмоционального условия* для времени реакции ($BF_{10} = 0.517$) и точности ($BF_{10} = 0.569$).

Обсуждение и выводы

В данном исследовании изучалось влияние индуцированных эмоциональных состояний, различных по типу валентности и уровню возбуждения, на процессы распределения внимания. Испытуемые выполняли конденсационную задачу с двумя целевыми стимулами и двумя дистракторами, параллельно

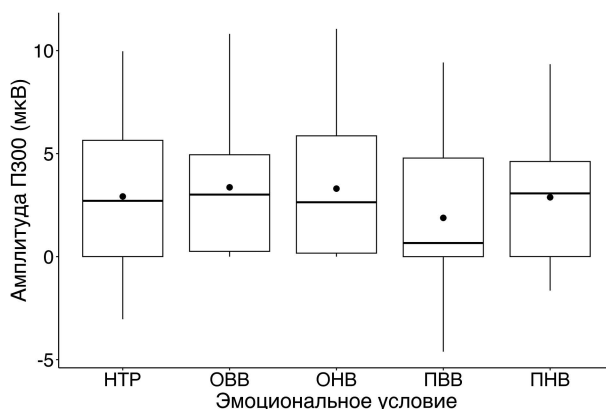


Рисунок 2. Изменение амплитуды P300. Обозначения: НТР — нейтральное с низким возбуждением, ОВВ — отрицательное с высоким возбуждением, ОНВ — отрицательное с низким возбуждением, ПВВ — положительное с высоким возбуждением, ПНВ — положительное с низким возбуждением

просматривая эмоциональные изображения. В результате не было выявлено значимых различий между эмоциональными условиями по значениям поведенческих и психофизиологических показателей, что можно объяснить недостаточной выборкой. Однако высокие значения Байес-фактора у показателей амплитуды НР и P300 позволяют предположить потенциальные различия между исследуемыми группами, которые необходимо проверить с достаточной статистической мощностью и объемом выборки в основном исследовании. По предварительным расчетам в G*Power, необходимо 22 человека для среднего размера эффекта (Faul et al., 2007). Отсутствие различий на уровне значений скорости реакции и точности предполагает отсутствие влияния эмоциональных состояний на успешность выполнения задачи. Таким образом, далее необходимо проанализировать изменения ВП на расширенной выборке, чтобы сделать более полные выводы о влиянии эмоциональной индукции на процессы распределения внимания.

Литература

- Faul F., Erdfelder E., Lang A.-G., Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences // Behavior Research Methods. 2007. Vol. 39. No. 2. P. 175 – 191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Hoffman J.E., Kim M., Taylor M., Holiday K. Emotional capture during emotion-induced blindness is not automatic // Cortex. 2020. Vol. 122. P. 140 – 158. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.03.013>
- Katayama J., Polich J. Auditory and visual P300 topography from a 3 stimulus paradigm // Clinical Neurophysiology. 1999. Vol. 110. No. 3. P. 463 – 468. [https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(98\)00035-2](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(98)00035-2)
- Lang P.J., Bradley M.M., Cuthbert B.N. International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. Gainesville, FL, USA: NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 1997.

Nätänen R., Gaillard A. W. K., Mäntysalo S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted // *Acta Psychologica*. 1978. Vol. 42. No. 4. P. 313–329. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(78\)90006-9](https://doi.org/10.1016/0001-6918(78)90006-9)

Pinheiro A. P., Barros C., Dias M., Niznikiewicz M. Does emotion change auditory prediction and deviance detection? // *Biological Psychology*. 2017. Vol. 127. P. 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.05.007>

Schupp H. T., Stockburger J., Bublatzky F., Junghöfer M., Weike A. I., Hamm A. O. The selective processing of emotional visual stimuli while detecting auditory targets: An ERP analysis // *Brain Research*. 2008. Vol. 1230. P. 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.07.024>

Schupp H. T., Stockburger J., Codispoti M., Junghöfer M., Weike A. I., Hamm A. O. Selective visual attention to emotion // *The Journal of Neuroscience*. 2007. Vol. 27. No. 5. P. 1082–1089. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3223-06.2007>

Sutton S., Braren M., Zubin J., John E. R. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty // *Science*. 1965. Vol. 150. No. 3700. P. 1187–1188. <https://doi.org/10.1126/science.150.3700.1187>

Tartar J. L., de Almeida K., McIntosh R. C., Rosselli M., Nash A. J. Emotionally negative pictures increase attention to a subsequent auditory stimulus // *International Journal of Psychophysiology*. 2012. Vol. 83. No. 1. P. 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.09.020>

INVESTIGATION OF CHANGES IN EVENT-RELATED POTENTIALS FOR TARGET AUDITORY STIMULI DURING EMOTIONAL DISTRACTION

M. E. Pchelintseva* (1), I. E. Lazarev (1), D. V. Lyusin (1, 2)

mepchelintseva@edu.hse.ru

1 – HSE University, Moscow;

2 – Institute of Psychology RAS, Moscow

Abstract. The effects of emotional distraction might differ depending on the valence and arousal of induced affective states. Nevertheless, insufficient complexity of a cognitive task might affect the ability of participants to allocate attention resources for the successful examination of emotional stimuli and task performance. This is why, in previous research, indicators of accuracy and response speed did not change, even under the condition of successful emotional induction. To overcome this limitation, the current study used a more complex task in parallel with emotional images of different categories presented to induce corresponding affective states. Differences in the allocation of attention were reflected by changes in response time and accuracy, as well as the amplitude of event-related potentials (ERP) components associated with attention, such as mismatch negativity (MMN) and P300. Joint examination of behavioral and electrophysiological indicators was necessary to obtain more complete information about the emotional distraction of attention. In our study involving eight participants, no significant differences were observed in the dependent variables. However, high values of the Bayes Factor in cases of changes in the ERP patterns may indicate differences between the experimental conditions if sufficient statistical power would be available in future studies.

Keywords: emotional distraction, attention, event-related potentials, mismatch negativity, P300

Research is supported by the Basic Research Program of HSE University.

ВЛИЯНИЕ ТИПА РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ЦЕЛИ НА ЭФФЕКТ ПРОПУСКОВ ПРИ ПРОДОЛЖЕНИИ ПОИСКА В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ

Е. Е. Рейхерт*, М. И. Морозов

katya.reykhert@bk.ru

РАНХиГС, Москва

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению феномена пропусков при продолжении поиска (ПППП) — снижению вероятности обнаружения второго целевого стимула после нахождения первого в условиях зрительного поиска. В качестве теоретической основы рассматривалась смешанная теория, объединяющая представления о перцептивной и категориальной установках, а также теорию истощения ресурсов внимания и рабочей памяти как факторов возникновения данного эффекта. Целью исследования было выяснить, влияет ли тип шаблона цели (перцептивный или категориальный) на выраженность ПППП при дополнительной загрузке рабочей памяти. Предполагалось, что категориальная репрезентация будет способствовать снижению эффекта ПППП за счет более устойчивого удержания в рабочей памяти. В эксперименте использовались два типа шаблонов и дополнительная задача на запоминание и удержание в рабочей памяти объектов. Результаты показали, что категориальный шаблон способствует более точному и быстрому обнаружению второго целевого стимула по сравнению с перцептивным. Время поиска второй цели оказалось значимо ниже при категориальной установке, а количество ошибок пропуска второй цели уменьшилось. Это подтверждает преимущество категориального шаблона цели в условиях когнитивной нагрузки и его устойчивость к снижению эффективности внимания.

Ключевые слова: пропуски при продолжении поиска, зрительный поиск, рабочая память, когнитивная нагрузка, категориальная установка, перцептивный шаблон, внимание

Введение

Пропуски при продолжении поиска (ПППП) — это снижение вероятности обнаружения второго целевого стимула при зрительном поиске после нахождения первого (Verbaum et al., 1991). Наиболее актуальной считается смешанная теория, объясняющая ПППП как результат истощения когнитивных ресурсов и влияния перцептивной или категориальной установки (Adamo et al., 2013). Поддержание репрезентации цели в рабочей памяти требует ресурсов внимания, и, если при перегрузке этих ресурсов становится недостаточно, число ошибок может расти (Woodman et al., 2001). Категориальная установка также играет важную роль в возникновении ПППП (Biggs et al., 2013). Использование категориальной информации (усредненного образа) и общее сходство целей

снижает выраженность ПППП (Ермолова, Горбунова, 2022). Однако разделить перцептивные и категориальные признаки сложно, поскольку любая информация, попавшая в зрительное поле, может быть отнесена к определенной категории.

Согласно теории управляемого поиска Дж. Вольфа, перцептивные признаки задействуются на этапе ориентировки (гайденса), а категориальные — на этапе распознавания (верификации). Категориальная информация активируется из долговременной памяти и помогает удерживать цель в рабочей памяти (Wolfe, 2021), повышая эффективность поиска. В рамках этой теории категориальные и перцептивные признаки работают совместно: шаблон цели активирует категориальную информацию, а направляющий шаблон — перцептивные признаки.

Эффект ПППП снижает точность поиска в критически важных сферах (радиология и контроль безопасности). Влияние типа целевого объекта на выраженность эффекта остается неясным, а теории дают противоречивые объяснения, что делает тему актуальной для исследований. Мы предполагаем, что дополнительная загрузка рабочей памяти усилит ПППП, но категориальная установка (через усредненное изображение категории) поможет дольше сохранить репрезентацию цели поиска в рабочей памяти. Ожидается, что количество пропусков второго целевого стимула и время поиска будут больше в случае, когда шаблон цели перцептивный, и, напротив, меньше, когда цель поиска задана категориально.

Методика

Для проверки гипотезы о том, что категориальный шаблон цели способствует более точному и быстрому зрительному поиску, снижая вероятность пропусков второго целевого стимула (эффект ПППП), был проведен двухфакторный внутрисубъектный эксперимент с независимыми переменными: тип шаблона цели (перцептивный или категориальный) и количество целевых стимулов на экране (0, 1, 2). Измерялись время поиска, точность ответов и частота пропусков второй цели. Задача на загрузку рабочей памяти входила в структуру каждой пробы и не варьировалась. Она состояла из изображений одного и того же объекта в разных вариациях (стимулы из базы BradyLab). Стимульный материал — изображения 15 категорий одежды: для категориального шаблона использовались иконки, отражающие усредненный образ категории (апробированы в пилотажном исследовании), для перцептивного — фрагменты фотографий одежды с конкретными визуальными признаками.

Выборку составили 22 человека (средний возраст — 22.6 года; 9 мужчин и 13 женщин), преимущественно студенты РАНХиГС.

Эксперимент включал 120 проб: по 60 с категориальным и перцептивным шаблонами (по 48 с одной или двумя целями и 24 — без целей). В каждой пробе предъявлялась цель поиска (категориальная или перцептивная), далее объект для запоминания, затем экран поиска с 12 объектами (среди которых 0–2 цели). Участник вначале указывал цели мышью, а потом выбирал запомненный объект из двух изображений.

Результаты

В анализ включена 2031 проба (исключены: 45 (1.7 %) — из-за экстремальных значений времени реакции, 564 (21.7 %) — из-за ошибок в задаче на загрузку рабочей памяти). Правильным считался ответ с точным указанием всех целей (при 1 или 2 целях) либо правильное отрицание (при их отсутствии). Время реакции анализировалось только для правильных ответов (1547 проб). Далее пробы были проанализированы с использованием двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с повторными измерениями и критерия хи-квадрат для анализа ошибок.

Анализ времени поиска (табл. 1) показал значимые эффекты факторов «Тип целевого стимула» ($F(1, 21) = 136.027$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .866$) и «Количество целей» ($F(2, 42) = 229.721$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .916$), а также их взаимодействия ($F(2, 42) = 60.608$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .743$). В среднем поиск по категориальному шаблону был быстрее на 1.1 секунды, особенно при двух целях на экране — разница достигала 1.9 секунды. Post-hoc анализ с поправкой Хольма подтвердил значимые различия между всеми условиями.

Таблица 1. Среднее время обнаружения целевых стимулов на экране поиска, с

	Категориальный шаблон		Перцептивный шаблон	
	<i>M</i> , секунды	<i>SD</i>	<i>M</i> , секунды	<i>SD</i>
1 цель	3.6	0.58	3.8	0.78
2 цели	1.5	0.32	3.4	0.61
0 целей	4.9	0.83	5.9	1.24
Всего	3.3		4.4	

Правильность ответов (табл. 2) зависела от типа целевого стимула ($F(1, 21) = 7.448$, $p = .013$, $\eta_p^2 = .262$), однако фактор «Количество целей» ($F(2, 42) = 3.697$, $p = .060$, $\eta_p^2 = .150$) оказался не значим. Взаимодействие факторов не было обнаружено ($F(2, 42) = 1.440$, $p = .248$, $\eta_p^2 = .064$).

Таблица 2. Процент правильных ответов в задании на зрительный поиск и стандартное отклонение

	Категориальный шаблон		Перцептивный шаблон	
	<i>M</i> , %	<i>SD</i>	<i>M</i> , %	<i>SD</i>
1 цель	82	0.12	76	0.21
2 цели	90	0.19	89	0.13
0 целей	88	0.22	87	0.22
Всего	86		83	

Анализ ошибок (табл. 3) показал, что эффект ПППП был выражен сильнее при перцептивной цели: пропуск второго целевого стимула встречался почти вдвое чаще (164 против 81). В условии с 0 целевых стимулов участники чаще

ошибались при категориальном шаблоне (вероятно, идентифицируя объект как принадлежащий к категории). Хи-квадрат Пирсона подтвердил значимую связь между типом цели, количеством целей и частотой ошибок: $\chi^2(2) = 16.144, p < .001$.

Таблица 3. Таблица сопряженности, отражающая частоту ошибок в зависимости от типа целевого стимула и количества целей

	Категориальный	Перцептивный	Всего
0	24	15	39
1	94	106	200
2	81	164	245
Всего	199	285	484

Обсуждение и выводы

Результаты подтвердили, что использование категориального шаблона цели снижает амплитуду эффекта ПППП, повышая точность и скорость поиска второго целевого стимула. Несмотря на общепринятое представление о преимуществе поиска по перцептивным признакам, в настоящем исследовании категориальная установка оказалась более устойчивой к интерференции. Это особенно выражено в условиях когнитивной нагрузки, когда рабочая память частично занята выполнением параллельной задачи, и, вероятно, категориальная установка становится более устойчивой за счет перераспределения когнитивной нагрузки между рабочей и долговременной памятью.

Такой эффект соответствует теории управляемого поиска Дж. Вольфа, согласно которой категориальная информация активируется на этапе верификации за счет обращения к долговременной памяти, в то время как перцептивные признаки задействуются на этапе ориентировки и опираются на рабочую память.

Интересным результатом стало сокращение времени поиска второй цели по сравнению с первой, что противоречит теориям истощения ресурсов внимания, но может быть объяснено с позиции перцептивной установки: первый найденный стимул мог выступать как установка на последующий поиск схожих объектов. Такое явление наблюдается в обоих условиях, но особенно выражено при использовании категориального шаблона.

Таким образом, категориальный шаблон оказывается более устойчивым к когнитивной нагрузке за счет опоры на долговременную память. Результаты подтверждают его роль в снижении эффекта ПППП и соответствие теории управляемого поиска. В дальнейшем важно исследовать влияние установок при отсутствии загрузки рабочей памяти, а также при ее вербальной загрузке, потенциально связанной с категоризацией.

Литература

Ермолова А. М., Горбунова Е. С. Роль типа репрезентации целевого стимула в возникновении феномена «Пропусков при продолжении поиска» // Экспериментальная психология. 2022. Т. 15. № 1. С. 19 – 32. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150102>

Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Self-induced attentional blink: A cause of errors in multiple-target search // *Psychological Science*. 2013. Vol. 24. No. 12. P. 2569 – 2574. <https://doi.org/10.1177/0956797613497970>

Berbaum K.S., Franken E.A., Dorfman D.D., Rooholamini S.A., Coffman C.E., Cornell S.H., Cragg A.H., Galvin J.R., Honda H., Kao S.C., Kimball D.A., Ryals T.J., Sickels W.J., Smith T.P. Time course of satisfaction of search // *Investigative Radiology*. 1991. Vol. 26. No. 7. P. 640 – 648. <https://doi.org/10.1097/00004424-199107000-00003>

Biggs A.T., Cain M.S., Clark K., Darling E.F., Mitroff S.R. Assessing visual search performance differences between transportation security administration officers and nonprofessional visual searchers // *Visual Cognition*. 2013. Vol. 21. No. 3. P. 330 – 352. <https://doi.org/10.1080/13506285.2013.790329>

Wolfe J.M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2021. Vol. 28. No. 4. P. 1060 – 1092. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01859-9>

Woodman G.F., Vogel E.K., Luck S.J. Visual search remains efficient when visual working memory is full // *Psychological Science*. 2001. Vol. 12. No. 3. P. 219 – 224. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00339>

THE IMPACT OF TARGET REPRESENTATION TYPE ON SUBSEQUENT SEARCH MISSES UNDER ADDITIONAL COGNITIVE LOAD

E. E. Reykhert*, M. I. Morozov

katya.reykhert@bk.ru

RANEPA, Moscow

Abstract. This study focuses on the phenomenon of subsequent search misses (SSM) – a reduced likelihood of detecting a second target after identifying the first, typically observed in multiple-target visual search tasks. The theoretical framework is based on a mixed model combining perceptual and categorical templates, and the theory of attentional and working memory resource depletion as contributing factors to SSM. The aim was to examine whether the type of target template (perceptual vs. categorical) affects the magnitude of SSM under additional working memory load. It was hypothesized that categorical representations would reduce the SSM effect due to more stable maintenance in working memory. The experiment used two types of target templates and a concurrent task requiring memorization and retention of objects in working memory. The results showed that categorical templates led to more accurate and faster detection of the second target compared to perceptual templates. Search times were significantly slower, and misses decreased. These findings support the advantage of categorical guidance under cognitive load and its resistance to attentional decline.

Keywords: subsequent search misses, visual search, working memory, cognitive load, categorical template, perceptual template, attention

ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛАСТЕРОВ В ЗАДАНИИ НА НАПРАВЛЕННЫЕ ВЕРБАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ КАК ПРЕДИКТОР КОГНИТИВНОГО СТАТУСА ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Е. А. Родионова (1)*, Н. С. Черкасов (1, 2), А. М. Зверева (1), С. А. Малютина (1)
e.rodionova@hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — ФГБНУ НЦПЗ, Москва

Аннотация. Распространенность деменции порождает потребность совершенствовать раннюю диагностику ухудшения когнитивных функций на этапах субъективного когнитивного снижения (СКС) и мягкого когнитивного снижения (МКС) для своевременного вмешательства специалистов. Ведется поиск надежных и доступных инструментов выявления когнитивных нарушений на ранних стадиях ухудшения когнитивных функций, в том числе при помощи речевых показателей. Широко используется задание на направленные вербальные ассоциации (НВА, также применяется вариант «вербальная беглость»), но в клинической практике, как правило, учитывается только общее количество правильно названных слов. В данном исследовании анализируются результаты выполнения пациентами с СКС и МКС заданий на фонематические (ФВА; $n = 113$) и семантические вербальные ассоциации (СВА; $n = 93$) посредством автоматизированного выделения семантических (сходных по значению) и фонетических (сходных по звучанию) кластеров в ответе. В каждом типе задания сравнивались две линейных модели со смешанными эффектами для предсказания клинической группы и общего балла по когнитивной шкале МоСА: модель, включающая в себя в качестве предиктора только общее количество названных слов, и модель, включающая как общее количество слов, так и характеристики выделенных кластеров. Модель для СВА, включающая в себя характеристики кластеров, значимо лучше предсказывала клиническую группу ($\chi^2(4) = 12.65$, $p = .013$), но не общий балл по МоСА. В задании на ФВА характеристики кластеров не улучшали предсказательную способность моделей. Таким образом, характеристики кластеров могут повышать диагностическую точность задания на СВА.

Ключевые слова: направленные вербальные ассоциации, вербальная беглость, мягкое когнитивное снижение, субъективное когнитивное снижение, речевые характеристики, пожилой возраст

Введение

Своевременное выявление когнитивного снижения у пациентов на ранних (додементных) стадиях ухудшения когнитивных функций является важным звеном в алгоритме диагностики и профилактики дальнейшего прогрессирования. Выделяют субъективное когнитивное снижение (СКС, состояние, при ко-

тором пациент начинает отмечать у себя нарушение когнитивных функций, не выявляемое при объективном тестировании) и мягкое когнитивное снижение (МКС, синдром, при котором нарушение когнитивных функций может быть диагностировано объективно, но не достигает уровня деменции). Их клиническая дифференциация в силу различных траекторий течения важна для прогноза и профилактики развития деменции — выраженного и, как правило, необратимого нарушения когнитивных функций, вследствие которого пожилой человек теряет способность к независимому функционированию в повседневной жизни. Следовательно, для раннего выявления когнитивных нарушений требуются доступные и чувствительные инструменты, которые можно автоматизировать. Значительным потенциалом в этой области обладают речевые задания. Одним из самых широко используемых является задание на направленные вербальные ассоциации (НВА), также называемое «вербальной беглостью» (англ. *verbal fluency*). Его суть заключается в том, что пациента просят назвать как можно больше слов, относящихся к одной и той же категории (семантические вербальные ассоциации, СВА) или начинающихся на одну и ту же букву (фонематические вербальные ассоциации, ФВА) за определенный промежуток времени (как правило, за одну минуту). Считается, что более высокий балл за задание отражает сохранность показателей словарного запаса, лексического доступа, семантической памяти и управляющих функций (Shao et al., 2014; Amunts et al., 2021), а их нарушение соотносится с когнитивным снижением. Результат задания на НВА оказывался значимым предиктором нейродегенеративных заболеваний, например болезни Альцгеймера (Henry et al., 2004). Как правило, в клинической практике при оценке результатов НВА используется только общее количество названных пациентом слов. Изучению *качественных* характеристик задания на НВА, то есть анализу того, *какие* именно слова называет пациент, уделено меньше исследований. В таких исследованиях анализировались в том числе характеристики кластеров в ответе, то есть цепочек слов, идущих друг за другом и схожих между собой семантически (семантические кластеры) или по звучанию (фонетические кластеры). Цель данного исследования — определить, может ли учет кластерных характеристик в задании на НВА быть более информативным для диагностики когнитивных нарушений по сравнению с анализом только общего количества названных слов.

Методика

Из медицинских карт были отобраны 246 ответов на задание ФВА от 113 пациентов (50 из них с СКС: 46 женщин, средний возраст 70 лет, 76 % с высшим образованием; 63 с МКС: 52 женщины, средний возраст 73 года, 70 % с высшим образованием) и 180 ответов на задание СВА от 93 пациентов (40 с СКС: 39 женщин, средний возраст 72 года, 83 % с высшим образованием; 53 с МКС: 43 женщины, средний возраст 73 года, 70 % с высшим образованием), обратившихся в ФГБНУ «Научный центр психического здоровья» с жалобами на снижение когнитивных функций в период с 2021 по 2024 год. Для повышения мощности модели с учетом индивидуальной изменчивости были включены в том числе и ответы пациентов (40 пациентов с СКС и 50 па-

циентов с МКС; всего 175 ответов из 246), которые выполняли как ФВА, так и СВА, а также могли выполнить одно задание два и более раза (по одному разу за один визит). Пациентам давалась инструкция назвать за 60 секунд как можно больше слов, начинающихся на одну из букв: Б, Л, С, К (для ФВА) — или относящихся к одной из категорий: животные, овощи или фрукты (для СВА), не называя имена собственные, числительные или однокоренные слова. Также для каждого пациента был получен общий балл «Монреальской шкалы оценки когнитивных функций» (MoCA) и установлена врачом-психиатром клиническая группа на момент визита (СКС или МКС) на основании общепринятых диагностических критериев (Petersen et al., 2004; Molinuevo et al., 2017).

В каждом ответе пациентов (учитывались все названные слова, включая ошибочно названные и не относящиеся к данной категории/букве) были проанализированы кластеры двух типов (семантические и фонетические) с помощью Python 3. Для определения семантической близости и выделения семантических кластеров был использован подход из работы (Woods et al. 2016), основанный на косинусной близости векторизованных слов: чем выше значение косинусной близости между двумя словами, тем сильнее семантическая связь между ними. Значения косинусной близости были получены с использованием библиотеки *SpaCy* для русского языка (Honribal et al., 2020). Далее, согласно подходу Woods et al. (2016), для каждого ответа был определен индивидуальный порог косинусной близости: значения косинусной близости были нормализованы, после чего значение, равное 75 % от среднего значения косинусной близости между двумя словами в ответе, было установлено в качестве порогового. Слова, косинусная близость между которыми выше данного порога, образуют кластер. Фонетические кластеры были выделены методом общих бифонов (англ. *common-biphone score*; Ryan et al., 2013), согласно которому два слова считаются фонетически близкими, если у них совпадают первые два звука либо последние два звука (слова заранее были переведены в фонетическую запись при помощи пакета *russian_g2p* (Yakovenko et al., 2018)). Затем, на основании данных о семантической и фонетической близости, в каждом из ответов пациентов в обоих типах заданий были выделены семантические (см. пример (1)) и фонетические (см. пример (2)) кластеры.

(1) слон, [собака, кошка], уж, крокодил, [заяц, лиса, медведь]

(2) кошка, [корова, кабан], курица, [корм, ковш], крыша, [колесо, калина, комбинат], клетка

Для выделенных кластеров были подсчитаны следующие характеристики:

1. Число неединичных кластеров — число кластеров в ответе, состоящих из двух и более слов.
2. Число перекрытий — число случаев, когда один кластер заканчивается и начинается другой.
3. Средний размер неединичного кластера — сумма всех слов во всех неединичных кластерах, разделенная на число неединичных кластеров.
4. Размер первого кластера — число слов в первом кластере ответа (единичном или неединичном).

Таблица 1. Сравнение моделей СВА

	AIC	BIC	logLik	χ^2	df	p
Общий балл МоСА						
Кол-во слов	815.35	840.89	-399.67	8.641	4	.071
Кол-во слов, кластерные х-ки	814.71	853.02	-395.35			
Клиническая группа						
Кол-во слов	183.05	205.40	-84.53	12.645	4	.013*
Кол-во слов, кластерные х-ки	178.41	213.53	-78.20			

Примечание: AIC — информационный критерий Акаике; BIC — байесовский информационный критерий; logLik — логарифм теста отношения правдоподобия; χ^2 — критерий хи-квадрат; df — степени свободы; * — статистически значимые различия

Первые три характеристики часто используются в исследованиях НВА и могут быть связаны с памятью и управляющими функциями (напр., van den Berg et al., 2024). Размер первого кластера был добавлен в анализ, поскольку начало ответа может точнее всего отражать естественные для участника механизмы поиска слов до того, как он начнет применять специальные стратегии для выполнения задания.

Для проверки гипотезы о большей информативности моделей в оценке когнитивного статуса при учете кластерных характеристик в среде R были построены четыре отдельные модели: по каждому из заданий (ФВА и СВА) была построена линейная модель, где зависимой переменной служил общий балл МоСА, и обобщенная линейная модель, где зависимой переменной была клиническая группа. Модели, предикторами в которых выступали кластерные характеристики и общее количество слов, затем сравнивались с моделями только с общим количеством слов. В качестве случайных эффектов оба типа моделей включали букву / семантическую категорию задания и ID пациента (для контроля эффекта повторных измерений у одного пациента). Уровень образования, пол и возраст были включены во все четыре модели как ковариаты. Для сравнения моделей использовались информационный критерий Акаике и байесовский информационный критерий, а также тесты отношения правдоподобия, рассчитанные при помощи функции ANOVA.

После исключения переменных, приводящих к мультиколлинеарности в моделях (на основании коэффициентов инфляции дисперсии, VIF), в моделях ФВА в качестве предикторов остались число неединичных кластеров, средний размер неединичного кластера и размер первого кластера как для фонетических, так и для семантических кластеров (всего 6 переменных); в моделях СВА — средний размер неединичного кластера и размер первого кластера, также для фонетических и семантических кластеров (всего 4 переменные).

Результаты

Результаты анализа для СВА отображены в табл. 1. Сравнение моделей с кластерными характеристиками и без них показало, что модель с кластерными характеристиками лучше предсказывает клиническую группу, но не общий балл МоСА.

В модели с кластерными характеристиками значимыми предикторами ($p < .05$) клинической группы оказались: общее число слов ($p < .001$), число переключений, число неединичных кластеров и средний размер неединичного кластера в фонетических кластерах ($p = .001$, $p = .023$ и $p = .006$ соответственно), средний размер неединичного кластера и размер первого кластера в семантических кластерах ($p = .007$ и $p = .003$ соответственно). Не достигли порога статистической значимости категория задания (овощи, фрукты или животные) ($p > .9$), размер первого кластера в фонетических кластерах ($p = .3$), число переключений и число неединичных кластеров в семантических кластерах ($p = .4$ и $p > .9$ соответственно).

Результаты анализа для ФВА отображены в табл. 2. Для данного типа задания добавление кластерных переменных в качестве предиктора не оказало значимого влияния на способность моделей предсказывать ни общий балл МоСА, ни клиническую группу.

Таблица 2. Сравнение моделей ФВА

	AIC	BIC	logLik	χ^2	df	p
Общий балл МоСА						
Кол-во слов	1146	1174.1	-565	6.776	6	.342
Кол-во слов, кластерные x-ки	1151.3	1200.3	-561.6			
Клиническая группа						
Кол-во слов	267.16	291.7	-126.6	4.675	5	.457
Кол-во слов, кластерные x-ки	272.49	314.55	-124.2			

Примечание: AIC — информационный критерий Акаике; BIC — байесовский информационный критерий; logLik — логарифм теста отношения правдоподобия; χ^2 — критерий хи-квадрат; df — степени свободы

Обсуждение и выводы

Включение кластерных характеристик в модель выполнения задания СВА (но не задания ФВА) повышает точность предсказания клинической группы, но не общего балла МоСА. Это может объясняться тем, что порождение фонетических кластеров сильнее связано с управляющими функциями, в то время как семантические кластеры более тесно связаны с семантической памятью (van den Berg et al., 2024), которая, в свою очередь, значительно ухудшается при синдроме МКС (Joubert et al., 2021). Подобные результаты были получены и в

предыдущих исследованиях: например, у пациентов с болезнью Альцгеймера был меньший средний размер кластера по сравнению с контрольной группой в задании на СВА, но не ФВА (Weakley, Schmitter-Edgcombe, 2014).

Ограничением данного исследования является отсутствие контрольной группы полностью здоровых участников, так как все тестируемые обращались в медицинское учреждение с жалобами на ухудшение когнитивных функций.

Таким образом, учет качественных характеристик НВА (вербальная беглость) может быть полезен для дифференциации степени когнитивных нарушений у пожилых людей и может лечь в основу разработки автоматизированных диагностических инструментов.

Литература

- Amunts J., Camilleri J. A., Eickhoff S. B., Patil K. R., Heim S., von Polier G. G., Weis S. Comprehensive verbal fluency features predict executive function performance // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. No. 1. P. 6929:1 – 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85981-1>
- van den Berg E., Dijkzeul J. C. M., Poos J. M., Eikelboom W. S., van Hemmen J., Franzen S., de Jong F. J., Dopfer E. G. P., Vonk J. M. J., Papma J. M., Satoer D., Jiskoot L. C., Seelaar H. Differential linguistic features of verbal fluency in behavioral variant frontotemporal dementia and primary progressive aphasia // *Applied Neuropsychology: Adult*. 2024. Vol. 31. No. 4. P. 669 – 677. <https://doi.org/10.1080/23279095.2022.2060748>
- Henry J. D., Crawford J. R., Phillips L. H. Verbal fluency performance in dementia of the Alzheimer's type: A meta-analysis // *Neuropsychologia*. 2004. Vol. 42. No. 9. P. 1212 – 1222. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.02.001>
- Honnibal M., Montani I., van Landeghem S., Boyd A. spaCy: Industrial-strength natural language processing in Python. Honolulu, HI, USA: Zenodo, 2020.
- Joubert S., Gardy L., Didic M., Rouleau I., Barbeau E. J. A meta-analysis of semantic memory in mild cognitive impairment // *Neuropsychology Review*. 2021. Vol. 31. No. 2. P. 221 – 232. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09453-5>
- Molinuevo J. L., Rabin L. A., Amariglio R., Buckley R., Dubois B., Ellis K. A., Ewers M., Hampel H., Klöppel S., Rami L., Reisberg B., Saykin A. J., Sikkes S., Smart C. M., Snitz B. E., Sperling R., van der Flier W. M., Wagner M., Jessen F. Implementation of subjective cognitive decline criteria in research studies // *Alzheimer's & Dementia*. 2017. Vol. 13. No. 3. P. 296 – 311. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.09.012>
- Petersen R. C. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity // *Journal of Internal Medicine*. 2004. Vol. 256. No. 3. P. 183 – 194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x>
- Ryan J. O., Pakhomov S., Marino S., Bernick S., Banks S. Computerized analysis of a verbal fluency test // 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Sofia, Bulgaria, August 2013). Volume 2: Short Papers / H. Schuetze, P. Fung, M. Poesio (Eds.). Sofia, Bulgaria: Association for Computational Linguistics, 2013. P. 884 – 889.
- Shao Z., Janse E., Visser K., Meyer A. S. What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults // *Frontiers in Psychology*. 2014. Vol. 5. P. 772:1 – 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00772>
- Weakley A., Schmitter-Edgcombe M. Analysis of verbal fluency ability in Alzheimer's disease: The role of clustering, switching and semantic proximities // *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2014. Vol. 29. No. 3. P. 256 – 268. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu010>
- Woods D. L., Wyma J. M., Herron T. J., Yund E. W. Computerized analysis of verbal fluency: Normative data and the effects of repeated testing, simulated malingering, and traumatic brain injury // *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11. No. 12. P. e0166439:1 – 37. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166439>

Yakovenko O., Bondarenko I., Borovikova M., Vodolazsky D. Algorithms for automatic accentuation and transcription of Russian texts in speech recognition systems // *Speech and Computer: 20th International Conference, SPECOM 2018 (Leipzig, Germany, September 18 – 22 2018) / A. Karpov, O. Jokisch, R. Potapova (Eds.). Cham: Springer, 2018. Vol. 11096. P. 768 – 777. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99579-3_78*

CLUSTERING CHARACTERISTICS IN VERBAL FLUENCY TASKS MIGHT PREDICT COGNITIVE DECLINE IN THE ELDERLY

E. A. Rodionova (1)*, N. S. Cherkasov (1, 2), A. M. Zvereva (1), S. A. Malyutina (1)
e.rodionova@hse.ru

1 – National Research University Higher School of Economics, Moscow;

2 – Mental Health Research Center, Moscow

Abstract. Dementia diagnoses are increasing, therefore, it is crucial to detect cognitive decline at earlier stages, such as subjective cognitive decline (SCD) and mild cognitive impairment (MCI). Nowadays, there is escalating interest in finding reliable and accessible instruments of early detection of cognitive decline, including language-based measures. The verbal fluency (VF) task is among the most used tools; however, total word count is usually the only measure employed to evaluate task performance. We examined the performance of patients with SCD and MCI on phonemic (PVF) and semantic (SVF) verbal fluency tasks via automatic analysis of clustering. For each task type, two linear mixed effects models were built to predict the total MoCA score and diagnosis. The first model included only total word count as a predictor, whereas the second model included both total word count and clustering characteristics. The analysis showed that the SVF model with clustering characteristics improved predictive power for the clinical group ($\chi^2(4) = 12.65, p = .013$) but not for the total MoCA score. As for PVF, no significant improvement was found, neither for diagnosis nor total MoCA score. As a result, examining clustering characteristics in SVF task performance along with total word count might improve diagnostics.

Keywords: verbal fluency, mild cognitive impairment, subjective cognitive decline, language characteristics, clustering, aging

НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ВОСПРИЯТИИ ВРЕМЕННОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

Д. О. Рыкова* (1), Е. В. Печенкова (1), В. Е. Синицын (2)

dorykova@edu.hse.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — МНОИ МГУ, Москва

Аннотация. Восприятие временной перспективы понимают как психический процесс, осуществляющий категоризацию опыта в рамках прошлого, настоящего и будущего. Временная перспектива характеризуется темпоральной ориентацией — тенденцией придавать большее значение одной из этих временных категорий. Поскольку временная ориентация является устойчивым индивидуально-психологическим свойством, есть основания предполагать, что компоненты временной перспективы могут иметь нейроанатомические биомаркеры. Целью настоящего исследования является изучение связи между компонентами временной перспективы и концентрацией серого вещества в головном мозге. Для измерения компонентов временной перспективы использовались опросники временной перспективы Зимбардо и Ли, для определения их нейроанатомических коррелятов — метод повоксельной морфометрии (пакет CAT12). Выборку составили 50 здоровых русскоговорящих участников из академического сообщества Москвы. Статистически значимые нейроанатомические корреляты были обнаружены для четырех из пяти шкал опросника Зимбардо и пяти из семи шкал опросника Ли. Они относятся к областям головного мозга, вовлеченным в обработку относящейся ко времени информации, а также в эмоциональные процессы. Полученные нейроанатомические корреляты шкал опросника Зимбардо обнаруживают сходство с результатами аналогичного исследования на немецкой, но не на китайской выборке, что дает основания предполагать кросс-культурные различия в восприятии временной перспективы и его мозговых механизмах.

Ключевые слова: временная перспектива, Опросник временной перспективы Зимбардо, Опросник временной перспективы Ли, нейроанатомические корреляты, повоксельная морфометрия, серое вещество

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований НИУ «Высшая школа экономики».

Введение

Временная перспектива (ВП) — распределение субъективного опыта по временным категориям, придающее согласованность и смысл жизненным событиям (Zimbardo, Boyd, 1999). ВП представляет собой один из аспектов восприятия времени. Для ВП характерна темпоральная ориентация — тенденция придавать большее значение какой-либо из временных рамок (прошлому, настоящему, будущему), являющаяся относительно устойчивым индивидуально-психологическим свойством. Зимбардо и Бойд (1999) выделяют пять компонентов ВП, задающих профиль темпоральной ориентации: позитив-

ное и негативное прошлое, гедонистическое и фаталистическое настоящее, а также будущее. Основываясь на этой структуре, они разработали «Опросник временной перспективы Зимбардо» (Zimbardo Time Perspective Inventory; ZTPI), включающий пять шкал. Однако, несмотря на широкую распространенность опросника Зимбардо в американской и различных европейских культурах (Сырцова и др., 2007), его факторная структура не воспроизводится в ряде восточных культур, в частности китайской (Li et al., 2024).

Учитывая эти ограничения методики Зимбардо, Ли и коллеги разработали и апробировали «Опросник временной перспективы» (Time Perspective Inventory, TPI; Li et al., 2024), включающий семь шкал: позитивное и негативное прошлое, позитивное и негативное будущее, гедонистическое, осознанное и чрезмерно ориентированное на текущие дела настоящее. Методика Ли и коллег показала высокий уровень внутренней согласованности и конвергентной валидности на китайской выборке, что может свидетельствовать в пользу того, что она лучше отражает компоненты ВП. В рамках первой части настоящего исследования «Опросник временной перспективы» Ли был адаптирован на русский язык (Рыкова, 2024) и показал близкие к приемлемым значения соответствия semifакторной структуре ($CFI=0.82$, $RMSEA=0.07$).

О мозговых коррелятах ВП известно относительно немного (Carelli, Olsson, 2014). Одно из направлений исследований основано на методе функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). Например, исследование, участники которого заполняли опросник ВП Зимбардо, находясь в томографе, выявило области активации в передней части лобной доли правого полушария для будущего, верхней части лобной доли левого полушария — для прошлого и в задней части лобной доли левого полушария — для настоящего (Carelli, Olsson, 2014).

Другим подходом к изучению мозговых коррелятов ВП является повоксельная морфометрия (voxel-based morphometry, VBM). Поскольку в парадигме Зимбардо темпоральная ориентация рассматривается как устойчивая личностная черта, Чен и др. (Chen et al., 2018) предположили, что компоненты ВП могут иметь стабильные нейроанатомические корреляты. К настоящему моменту проведено два исследования ВП методом VBM с использованием методики Зимбардо — одно на китайской (Chen et al., 2018), а другое — на немецкой выборке (Schmitt et al., 2021). Результаты этих работ не согласуются между собой, что может свидетельствовать в том числе и о культурных различиях в структуре ВП и ее мозговых коррелятов (Schmitt et al., 2021).

Вместе с тем исследований VBM с использованием опросника ВП Ли к настоящему моменту не проводилось, в связи с чем целью настоящей работы является поиск нейроанатомических коррелятов ВП с помощью адаптированной методики Ли, а также воспроизведение нейроанатомических коррелятов компонентов ВП на основе опросника Зимбардо.

Методика

В исследовании приняли участие 50 человек (возраст от 20 до 74 лет, средний возраст 35 лет, 12 мужчин и 38 женщин, все участники получают или уже

имеют высшее образование), сбор данных продолжается. Участники исследования не имели нейродегенеративных и психических заболеваний, а также противопоказаний к МРТ. Т1-взвешенные структурные изображения получены с помощью импульсной последовательности МPRAGE (TR=1840 мс, TE=2.36 мс, FA 9°, FoV 256 мм, изотропический воксел со стороной 0.9 мм) на томографе Siemens Vida 3T с 64-канальной головной катушкой, расположенном в МНОИ МГУ им. М.В. Ломоносова. После сканирования испытуемым предлагались для заполнения «Опросник временной перспективы Зимбардо» и «Опросник временной перспективы Ли».

Анализ данных проводился в пакете CAT12 (www.neuro.uni-jena.de/cat; Gaser et al., 2024) для Matlab. Для каждой из шкал временной перспективы обеих методик была построена общая линейная модель с двумя односторонними t-контрастами, выявлявшая воксели, в которых концентрация серого вещества коррелировала (положительно или отрицательно) с баллами по шкале. Ковариатами в модели выступили пол, возраст и общий внутримозговой объем. В рамках каждой модели была применена поправка на множественное сравнение FDR на уровне кластеров.

Результаты

Для четырех из пяти шкал методики Зимбардо — негативного и позитивного прошлого, а также фаталистического настоящего и будущего — были обнаружены статистически значимые нейроанатомические корреляты (табл. 1). Для шкалы гедонистического настоящего значимые связи с концентрацией серого вещества обнаружены не были.

Таблица 1. Нейроанатомические области, демонстрирующие значимую связь концентрации серого вещества со шкалами опросника ВП Зимбардо

Шкала	Анатомическая область	Направление связи	Координаты пика (мм)	k	T	p
НП	Медиальная поверхность левой средней височной извилины	Положительная	−20; −30; −16	100	4.76	< .0001
ПП	Таламус	Отрицательная	0; −3; 6	64	4.28	< .0001
ФН	Островок, левое полушарие	Положительная	−36; 15; −3	209	5.05	< .0001
Б	Левая нижняя височная извилина	Отрицательная	−28; −57; −24	72	4.45	< .0001

Примечание: НП — негативное прошлое, ПП — позитивное прошлое, ФН — фаталистическое настоящее, Б — будущее, k — размер кластера в вокселях

Для методики Ли значимые корреляты были обнаружены для пяти из семи шкал: негативного и позитивного прошлого, осознанного и чрезмерно ориентированного на текущие дела настоящего, а также негативного будущего

(табл. 2). Для шкал гедонистического настоящего и позитивного прошлого значимых кластеров найдено не было.

Таблица 2. Нейроанатомические области, демонстрирующие значимую связь концентрации серого вещества с компонентами ВП Ли

Шкала	Анатомическая область	Направление связи	Координаты пика (мм)	<i>k</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
НП	Задняя часть левого островка	Отрицательная	–32; –24; 9	267	6.11	< .0001
ПП	Передняя часть правого островка	Положительная	39; 20; 8	153	4.25	< .0001
ОН	Медиальная поверхность левой нижней височной извилины	Отрицательная	–26; 8; –33	124	4.48	< .0001
ЧН	Латеральная поверхность правой средней височной извилины	Положительная	57; 10; –10	71	4.42	< .0001
НБ	Дорсолатеральная префронтальная кора левого полушария	Отрицательная	–3; 8; 63	112	5.52	< .0001

Примечание: НП — негативное прошлое, ПП — позитивное прошлое, ОН — осознанное настоящее, ЧН — настоящее, чрезмерно ориентированное на текущие дела, НБ — негативное будущее, *k* — размер кластера в вокселях

Обсуждение и выводы

Все обнаруженные кластеры расположены в областях, роль которых в переживании эмоций и восприятии времени была показана в предыдущих исследованиях. Например, медиальная поверхность средней височной извилины и островок вовлечены как в различные процессы обработки информации, связанной со временем (Cabeza, St Jacques, 2007; Kosillo, Smith, 2010), так и в протекание аффективных процессов (Goodman et al., 2019; Gogolla, 2017).

Нейроанатомические корреляты шкал опросника ВП Зимбардо не согласуются с данными аналогичного исследования на китайской выборке (Chen et al., 2018), однако имеют схожую локализацию с кластерами, полученными в исследовании на немецкой выборке (Schmitt et al., 2021) — в частности, для шкал негативного прошлого и фаталистического настоящего. Одной из возможных причин различий в локализации кластеров на китайской и немецкой выборках может быть культурный контекст, поскольку время является социальной категорией (Schmitt et al., 2021). Российский культурный контекст, вероятно, ближе к другим европейским, что может объяснять схожесть полученных локализаций кластеров.

Среди возможных ограничений настоящего исследования можно выделить отсутствие данных по коррелирующим с временной перспективой конструктам, таким как уровень психологического благополучия, которые можно было бы включить в качестве предикторов в более сложные статистические

модели. Также полученные для негативных шкал кластеры могут быть связаны в большей степени со склонностью к депрессии, чем непосредственно с компонентами темпоральной ориентации, поэтому включение шкал депрессии в модели в качестве предикторов может внести изменение в дисперсию негативных шкал ВП. Кроме того, текущий размер выборки существенно меньше, чем в аналогичных исследованиях ($n > 150$), и увеличение статистической мощности исследования может сопровождаться дальнейшим уточнением результатов.

Литература

Рыкова Д. О. Нейрокогнитивные аспекты в восприятии временной перспективы: курсовая работа: НИУ ВШЭ, Москва, 2024.

Сырцова А., Митина О. В., Бойд Д., Давыдова И. С., Зимбардо Ф. Д., Непряхо Т. Л., Никутина Е. А., Семенова Н. С., Фьелен Н., Ясная В. А. Феномен временной перспективы в разных культурах (по материалам исследований с помощью методики ZPTI) // Культурно-историческая психология. 2007. Т. 4. С. 19 – 31. <https://doi.org/10.17759/chp.2007030403>

Cabeza R., St Jacques P. Functional neuroimaging of autobiographical memory // Trends in Cognitive Sciences. 2007. Vol. 11. No. 5. P. 219 – 227. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.02.005>

Carelli M. G., Olsson C.-J. Neural correlates of time perspective // Time Perspective Theory; Review, Research and Application / M. Stolarski, N. Fieulaine, W. van Beek (Eds.). Cham: Springer, 2014. P. 231 – 242. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07368-2_15

Chen Z., Guo Y., Feng T. Neuroanatomical correlates of time perspective: A voxel-based morphometry study // Behavioural Brain Research. 2018. Vol. 339. P. 255 – 260. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.11.004>

Gaser C., Dahnke R., Thompson P., Kurth F., Luders E., The Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. CAT: a computational anatomy toolbox for the analysis of structural MRI data // GigaScience. 2024. Vol. 13. P. giae049:1 – 13. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giae049>

Gogolla N. The insular cortex // Current Biology. 2017. Vol. 27. No. 12. P. R580 – R586. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.010>

Goodman A. M., Allendorfer J. B., Heyse H., Szaflarski B. A., Eliassen J. C., Nelson E. B., Storrs J. M., Szaflarski J. P. Neural response to stress and perceived stress differ in patients with left temporal lobe epilepsy // Human Brain Mapping. 2019. Vol. 40. No. 12. P. 3415 – 3430. <https://doi.org/10.1002/hbm.24606>

Kosillo P., Smith A. T. The role of the human anterior insular cortex in time processing // Brain Structure and Function. 2010. Vol. 214. No. 5 – 6. P. 623 – 628. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0267-8>

Li X., Lyu H., Mello Z. R. Another way to measure balanced time perspective: Development and validation of the Time Perspective Inventory // PsyCh Journal. 2024. Vol. 13. No. 3. P. 407 – 420. <https://doi.org/10.1002/pchj.725>

Schmitt S., Bestehar B., Gaser C., Nenadić I. Human time perspective and its structural associations with voxel-based morphometry and gyrification // Brain Imaging and Behavior. 2021. Vol. 15. No. 5. P. 2237 – 2245. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00416-1>

Zimbardo P. G., Boyd J. N. Putting time in perspective: A valid, reliable individual-differences metric // Journal of Personality and Social Psychology. 1999. Vol. 77. No. 6. P. 1271 – 1288. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1271>

NEUROCOGNITIVE ASPECTS OF INDIVIDUAL DIFFERENCES IN TIME PERSPECTIVE

D. O. Rykova* (1), E. V. Pechenkova (1), V. E. Sinitsyn (2)

dorykova@edu.hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics,

2 — Medical Scientific and Educational Institute of Moscow State University

Abstract. Time perspective perception is a mental process categorizing one's experiences into the frames of past, present and future. Time perspective is characterized by temporal orientation, which is a tendency to prioritize one of these temporal categories. As far as temporal orientation is a stable individual trait, there is a reason to assume that time perspective components may have neuroanatomical biomarkers. The purpose of the present study is to determine the relation between time perspective components and gray matter volume in the brain. To measure time perspective components, Zimbardo Time Perspective Inventory (ZTPI) and Li Time Perspective Inventory (TPI) are employed. Neuroanatomical correlates were identified with voxel-based morphometry (VBM) implemented in CAT12 toolbox. The sample included 50 healthy Russian-speaking participants from Moscow's academic community. Statistically significant correlates were obtained for 4 out of 5 Zimbardo inventory scales and for 5 out of 7 Li inventory scales. They belong to the brain regions involved in processing temporal and affective information. The obtained neuroanatomical correlates of Zimbardo inventory scales show similarities with the results of a similar study on a German sample, but not on a Chinese sample, suggesting cross-cultural differences in the perception of time perspective and its brain mechanisms.

Keywords: time perspective, Zimbardo Time Perspective Inventory, Li Time Perspective Inventory, neuroanatomical correlates, voxel-based morphometry, gray matter

This research is supported by the Basic Research Program of HSE University.

ФРАКТАЛЬНАЯ И ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ ДЛЯ ВЫЗОВА ПСИХОДЕЛИКОПОДОБНЫХ СОСТОЯНИЙ В VR

Д. А. Саликова * (1), Л. А. Позняк (2), В. В. Косоногов (3)

dasalikova@edu.hse.ru

1 — Институт физиологии им. Павлова, Санкт-Петербург;

2 — Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва;

3 — Высшая школа экономики, Санкт-Петербург

Аннотация. Исследование посвящено возможности моделирования психоделикоподобных состояний с помощью виртуальной реальности (VR), использующей неевклидову (гиперболическую) геометрию и фрактальные паттерны. Тридцать здоровых участников просматривали VR-сцены четырех типов (гиперболические соты, фракталы, евклидовы кубы, калейдоскопы) во время регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ), частоты сердечных сокращений (ЧСС), электродермальной активности (ЭДА) и сбора субъективных отчетов (включая опросник мистического опыта MEQ-30). Ожидалось, что психоделикоподобные условия (гиперболические/фрактальные) вызовут снижение мощности альфа-ритма ЭЭГ, увеличение сложности нейронного сигнала (LZc) и повышение физиологического возбуждения. Результаты подтвердили статистически значимое снижение мощности альфа-ритма и увеличение ЧСС при восприятии гиперболических сцен по сравнению с контрольными евклидовыми. Однако, вопреки гипотезе, увеличения сложности сигнала LZc, характерного для психоделиков, не наблюдалось; напротив, было зафиксировано ее снижение в альфа-диапазоне в тестовой сцене. Субъективные отчеты о полном мистическом опыте (по критериям MEQ-30) были редки. Выявленная диссоциация между снижением альфа-ритма и отсутствием роста LZc указывает на потенциальные различия механизмов воздействия VR-геометрии и фармакологических психоделиков. Исследование демонстрирует ограниченную способность данных VR-сред реплицировать полный спектр психоделических эффектов, несмотря на влияние на отдельные психофизиологические маркеры.

Ключевые слова: психоделикоподобные состояния, VR, альфа-ритм, гиперболическая геометрия, фракталы

Введение

Виртуальная реальность (VR) предоставляет платформу для исследования «киберделиков» — технологически опосредованных опытов, направленных на симуляцию измененных состояний сознания. Классические психоделики вызывают трансцендентные переживания себя в мире, связанности «микро- и макрокосмоса». Этому сопутствуют изменения работы мозга, часто

связанные со снижением мощности альфа-ритма и увеличением сложности нейронных сигналов (сложность Лемпеля–Зива, LZc; Carhart-Harris, Friston, 2019; Timmermann et al., 2019). Возможность имитации этих эффектов исключительно с помощью перцептивных стимулов остается открытой. Существует гипотеза, согласно которой под действием психоделиков воспринимаемое пространство становится неевклидовым — конкретно, гиперболическим (Gómez-Emilsson, 2016). Кроме того, во время психоделических видений часто наблюдаются фрактальные паттерны. Основываясь на этих идеях, данное исследование проверяет гипотезу: могут ли иммерсивные VR-среды, использующие гиперболическую и фрактальную геометрию, вызывать изменения, подобные психоделическим? Мы анализировали субъективные, физиологические и электрофизиологические реакции участников, которые сравнивались с реакциями на контрольные условия. Мы предположили, что условия гиперболической/фрактальной геометрии отразятся в более высоких баллах по шкале мистического опыта, снижении мощности альфа-ритма ЭЭГ, увеличении LZc, повышенном физиологическом возбуждении (увеличении частоты сердечных сокращений — ЧСС, и электродермальной активности — ЭДА).

Методы

В исследовании принимали участие 30 правшей без истории психиатрических и неврологических заболеваний (средний возраст = 22.0, $SD = 4.0$). В рамках данного исследования не проводился количественный учет участников по гендерному признаку. Изначально гендер не рассматривался как переменная, способная оказать значимое влияние на изучаемые эффекты, в связи с чем сбор и анализ соответствующих данных не был запланирован.

Участники просматривали 20 различных VR-сцен (длительность 80 с каждая — период стимуляции, отдых 12–18 с — базовый период). Сцены принадлежали к категориям (рис. 1): психоделикоподобные (гиперболические соты, фракталы) и контрольные (евклидовы кубы, калейдоскопы). Каждый тип сцены предъявлялся в пяти цветовых вариантах, согласованных между парами: гиперболические соты и евклидовы кубы, фракталы и калейдоскопы, в псевдослучайном порядке. В качестве первого стимула, ввиду технических особенностей программного обеспечения, всегда предъявлялся «голубой фрактал» (рис. 1в). Для выбора каждой последующей сцены (со 2-й по 20-ю) использовался следующий механизм: существовало четыре списка, каждый из которых соответствовал одному из четырех типов сцен и содержал пять уникальных цветовых вариантов данного типа. Сначала случайным образом выбирался один из этих четырех списков, определяя тем самым тип следующей сцены. Ключевым условием, обеспечивающим псевдослучайность, было то, что тип выбранной сцены не мог совпадать с типом сцены, предъявленной непосредственно перед этим. После тип сцены был выбран с учетом этого ограничения, из него случайным образом выбирался один из пяти цветовых вариантов.

После эксперимента участники заполняли адаптированный Опросник мистического опыта (Mystical Experience Questionnaire, MEQ-30), опросник «Си-

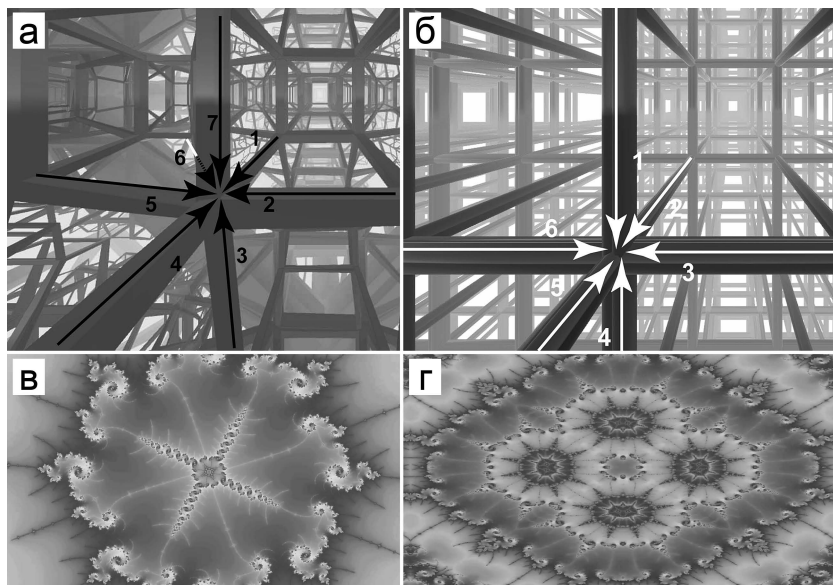


Рисунок 1. Примеры стимулов, предъявлявшихся испытуемым в течение сессии: а) гиперболические соты с 7 ребрами, б) евклидовы кубы с 6 ребрами, в) фрактал, г) калейдоскоп

муляторные расстройства» (Simulator Sickness Questionnaire, SSQ; Ковалев, Меньшикова, 2015) и отвечали на открытые вопросы об ощущениях. Вопрос о наличии у участников предыдущего опыта использования психоделических веществ не включался в официальный протокол сбора данных.

28-канальная ЭЭГ (ActiChamp, Brain Products) записывалась с частотой 1000 Гц, фильтровалась в диапазоне 1 – 30 Гц, артефакты удалялись с помощью SSP и ICA. Анализ включал оценку спектральной плотности мощности (PSD) с использованием вейвлетов Морле (дельта < 4 Гц, тета 4 – 8 Гц, альфа 8 – 12 Гц, бета 12 – 30 Гц) и сложности Лемпеля – Зива (LZc). Для каждого из этих методов сначала рассчитывались значения на основе общего базового периода (–5–0 сек). Затем LZc оценивался для периодов стимуляции 0–5 сек и 0–20 сек, а PSD – для периода стимуляции 0–60 сек. Периодические/аперiodические компоненты анализировались с помощью алгоритма FOOOF.

ЧСС, измерявшаяся с помощью фотоплетизмографии, и электродермальная активность записывались непрерывно. ЧСС анализировалась как изменение относительно базового уровня. Для анализа данных отдельно для каждой зависимой переменной (PSD, LZc, ЧСС, электродермальная активность) использовались линейные смешанные модели со структурой предикторов «геометрия * цвет» и случайным эффектом участника ($1|subject$). Данные z-нормализовались для каждого участника. Для значимых результатов применялся апостериорный тест Тьюки. Принятый уровень значимости: $p < .05$ с коррекцией FDR.

Результаты

Опросники. Критериям MEQ-30 для «полного мистического опыта» соответствовали только 3 из 30 участников. Баллы SSQ указывали на минимальный средний дискомфорт (48.99 из максимального 392.7). Согласно качественным отчетам, некоторые участники испытывали медитативные состояния, тревогу или яркие визуальные образы.

ЭЭГ. Мощность альфа-ритма во время просмотра гиперболических сцен по сравнению с евклидовыми была снижена, преимущественно в центральных и правых лобных областях. Для всех 9 (Fp2, F8, FC2, FC6, Cz, T8, CP1, CP2, Pz) значимых после FDR-коррекции электродов (все $F(1) \geq 5.94$, все $p \leq .016$, степень свободы знаменателя варьировалась от 182.28 до 188.88). Анализ FOOOF показал тенденцию ($p = .06$) к снижению пиковой мощности периодического компонента альфа-ритма при гиперболическом условии по сравнению с контрольным, без различий в аperiodическом компоненте.

Более низкая мощность дельта-ритма для фракталов по сравнению с калейдоскопами в центральных и лобных областях электродов для всех 18 (Fp1, Fp2, F7, Fz, F8, FC1, FC2, FC6, C3, Cz, C4, T8, CP1, CP2, CP6, P7, P3, Pz) электродов (все $F(1) \geq 4.90$, все $p \leq .028$, степень свободы знаменателя варьировалась от 204.73 до 207.44).

При просмотре фрактальных сцен в сравнении с калейдоскопическими мощность альфа-ритма значительно варьировалась в зависимости от цвета: ниже для синего цвета по сравнению с фиолетовым ($p < .001$), красным ($p < .002$) и желтым ($p < .001$); кроме того, мощность альфа-ритма была ниже для зеленого цвета по сравнению с фиолетовым ($p = .003$) и желтым ($p < .001$). После FDR-коррекции значимые различия для взаимодействия «геометрия * цвет» в альфа-ритме были обнаружены для всех 22 (Fz, C3, FC2, F3, CP2, CP5, F8, CP1, CP6, Fp1, Cz, FC1, Oz, FC6, T8, O2, Pz, O1, P7, P3, P4, P8) значимых электродов (все $F(4) \geq 2.62$, все $p \leq .036$, степень свободы знаменателя варьировалась от 203.99 до 209.14).

Анализ влияния цвета стимулов изначально не являлся центральной задачей исследования. Цветовые вариации были введены в дизайн эксперимента преимущественно с целью контроля и нивелирования возможного влияния специфических цветовых характеристик, чтобы с большей уверенностью атрибутировать наблюдаемые эффекты именно геометрическим структурам стимулов. Обнаружение статистически значимых эффектов, связанных с фактором цвета, стало неожиданным результатом. Интерпретация этих данных представляет определенную сложность в рамках исходной исследовательской парадигмы, сфокусированной на геометрических аспектах восприятия. Данный результат указывает на необходимость дальнейшего изучения роли цвета в контексте исследуемых явлений.

Статистически значимого увеличения LZс не было обнаружено для психоделикоподобных условий во время 20-секундных эпох стимуляции ни в одном частотном диапазоне. Анализ начальных 5 секунд показал более высокую LZс в альфа-диапазоне для евклидовых кубов по сравнению с гиперболическими сотами в электроде C4 ($p = .001$). Это указывает на диссоциацию: снижение альфа-мощности произошло без ожидаемого увеличения сложности сигнала.

Физиологические показатели. Наблюдалась статистически значимо более высокая ЧСС во время просмотра гиперболических сцен по сравнению с евклидовыми ($F(1, 261.33) = 6.16, p = .014$). Эффект цвета был значимым для фрактального условия ($F(4, 263.91) = 2.54, p = .04$).

Значимых эффектов геометрии ($F(1, 218.39) = 1.82, p = .179$), цвета ($F(4, 230.42) = 1.20, p = .313$) или взаимодействия факторов на амплитуды электродермальной активности не обнаружено ($F(4, 230.44) = 2.27, p = .063$).

Заключение

VR-среды с использованием гиперболической геометрии вызвали специфические психофизиологические изменения, частично пересекающиеся с психоделическими состояниями (снижение альфа-мощности, увеличение ЧСС). Однако они не смогли воспроизвести один из маркеров психоделического состояния — увеличение сложности сигнала (LZc) — и не вызвали сильных субъективных мистических переживаний согласно MEQ-30. Наблюдаемая диссоциация между снижением альфа-мощности и неизменной (или даже сниженной) LZc подчеркивает потенциальное различие между когнитивной нагрузкой при обработке геометрии в VR и фармакологически индуцированными психоделическими состояниями.

В данном исследовании не оценивался предшествующий психоделический опыт участников из-за этических соображений, связанных с минимизацией дискомфорта. Это не позволило количественно оценить его потенциальное влияние на результаты. Дальнейшее изучение этого аспекта, с разработкой соответствующих этических протоколов, является важной перспективой для будущих работ в данной области. Хотя такие VR-среды могут быть ценным инструментом для изучения нейронных основ восприятия геометрии и индукции специфических состояний, вопрос об их способности полностью реплицировать психоделический опыт остается открытым. В последующих исследованиях необходимо добавить эффекты, связанные с особенностями визуального психоделического опыта, например дрейфа визуальной сцены, пульсации, трансформации объектов и т.д.

Литература

- Ковалев А.И., Меньшикова Г.Я. Векция в виртуальных средах: психологические и психофизиологические механизмы формирования // *Национальный психологический журнал*. 2015. Т. 20. № 4. С. 91 – 104.
- Carhart-Harris R.L., Friston K.J. REBUS and the anarchic brain: Toward a unified model of the brain action of psychedelics // *Pharmacological Reviews*. 2019. Vol. 71. No. 3. P. 316 – 344. <https://doi.org/10.1124/pr.118.017160>
- Gómez-Emilsson A. DMT hyperbolic geometry: A formal approach to DMT experiences? // *Qualia Computing [Blog post]*. 2016. URL: <https://qualiacomputing.com/2016/05/11/dmt-hyperbolic-geometry-a-formal-approach-to-dmt-experiences/>.
- Timmermann C., Roseman L., Scharfner M., Milliere R., Williams L.T.J., Erritzoe D., Muthukumaraswamy S., Ashton M., Bendrioua A., Kaur O., Turton S., Nour M.M., Day C.M., Leech R., Nutt D.J., Carhart-Harris R.L. Neural correlates of the DMT experience assessed with multivariate EEG // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 16324:1 – 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51974-4>

FRactal and Hyperbolic Geometry for Inducing Psychedelic-Like States in VR

D. A. Salikova* (1), L. A. Poznyak (2), V. V. Kosonogov (3)

dasalikova@edu.hse.ru

1 — Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg;

2 — Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

3 — National Research University Higher School of Economics, St. Petersburg

Abstract. This study investigates the potential for modeling psychedelic-like states using virtual reality (VR) featuring non-Euclidean (hyperbolic) geometry and fractal patterns. Thirty healthy participants viewed VR scenes of four types (hyperbolic honeycombs, fractals, Euclidean cubes, kaleidoscopes) while electroencephalogram (EEG), heart rate (HR), electrodermal activity (EDA) were recorded, and subjective reports (including the Mystical Experience Questionnaire, MEQ-30) were collected. It was hypothesized that psychedelic-like (hyperbolic/fractal) conditions would induce decreased EEG alpha power, increased neural signal complexity (Lempel-Ziv complexity, LZc), and heightened physiological arousal. The results confirmed a statistically significant decrease in alpha power and an increase in HR during the perception of hyperbolic scenes compared to Euclidean controls. However, contrary to the hypothesis, no increase in the LZc characteristic of psychedelics was observed; instead, a decrease in the alpha band was found in one of the test scenes. Subjective reports of the complete mystical experience (per MEQ-30 criteria) were rare. The observed dissociation between decreased alpha power and no increase of LZc suggests potential differences in the mechanisms of action between VR geometry exposure and pharmacological psychedelics. The study demonstrates the limited ability of these specific VR environments to replicate the full spectrum of psychedelic effects, despite influencing individual psychophysiological markers.

Keywords: psychedelic-like states, VR, alpha-band, hyperbolic geometry, fractals

УМЕНЬШЕНИЕ ЗАДЕРЖКИ ВЫЗВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ВЫКЛЮЧЕНИЕ ВТОРОГО СТИМУЛА В ЗАДАЧЕ ПОПАРНОГО СРАВНЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

П. А. Сафронов*, Д. Г. Митюрева, О. В. Сысоева

p.a.safronov@ihna.ru

ИВНД и НФ РАН, Москва

Аннотация. В настоящей работе было проведено исследование, направленное на оценку задержки компонентов N100, P200 и N200 вызванного потенциала в коре головного мозга взрослых здоровых испытуемых на выключение стимула в задаче сравнения длительности. В ходе данной задачи испытуемые сравнивали две длительности, отмеченные появлением зрительного стимула. Анализ ЭЭГ-данных позволил установить локализацию участков коры головного мозга, проявляющих наибольшую активность в ходе решения данной задачи. Последующий анализ позволил установить статистически значимые результаты, демонстрирующие меньшие значения задержек компонентов N100 и N200 вызванных потенциалов головного мозга в ответ на выключение стимула, предъявляемого вторым, по сравнению с первым. Наличие этого эффекта, возможно, указывает на то, что нейробиологические механизмы восприятия времени могут включать прогностическое кодирование и предвосхищение предстоящих событий.

Ключевые слова: сравнение длительности, интервальный тайминг, восприятие времени, задержка вызванного потенциала, вызванный потенциал на выключение стимула

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВНД и НФ РАН Министерства образования и науки Российской Федерации на 2023–2025 годы.

Введение

Восприятие времени — это фундаментальная когнитивная функция, которая тесным образом связана со всеми другими психическими процессами (Mihailović et al., 2017; Merchant, Perez, 2020). Восприятие времени основывается на сенсорных процессах разной модальности и их взаимодействии, что затрудняет изучение нейробиологических механизмов, лежащих в основе восприятия времени, и взаимосвязи его с другими когнитивными функциями (Toso et al., 2021). В данной работе мы анализируем характеристики вызванных потенциалов (ВП) на окончание временных интервалов в задаче на попарное сравнение длительностей (Wackermann, Spati, 2006). Ранее было показано, что амплитуда данных ВП отражает субъективную и объективную длительность стимула (Kononowicz, Rijn, 2014; Damsma et al., 2021; Tarantino et al., 2010). Однако, мы предполагаем, что задержка ВП также может участвовать

в процессе различения интервалов времени. Цель исследования состоит в том, чтобы оценить изменение задержки ВП на выключение стимула в зависимости от порядка его предъявления.

Методика

В исследовании на безвозмездной основе приняли участие 126 добровольцев в возрасте от 18 до 66 лет, среди которых было 67 женщин и 59 мужчин.

В ходе решения задачи сравнения длительности с вынужденным выбором испытуемые должны были сравнить две длительности, отмеченные появлением зрительного стимула на мониторе компьютера в виде серой звездочки диаметром 15 мм на черном фоне. Разность двух длительностей варьировалась на девяти ступенях с шагом 0.4 с, а сумма двух длительностей, наоборот, при этом поддерживалась постоянной и равной 9.6 с. Результатом этой схемы были девять комбинаций длительностей, а именно (3.2; 6.4), (3.6; 6.0), (4.0; 5.6), (4.4; 5.2), (4.8; 4.8), (5.2; 4.4), (5.6; 4.0), (6.0; 3.6) и (6.4; 3.2) с. Эти комбинации охватывали симметрично соотношения длительности в диапазоне от 1:2 до 2:1. Для каждой из девяти комбинаций было восемь повторений, представленных в рандомизированном порядке. Интервал между стимулами сохранялся на постоянном уровне 0.9 с на протяжении всего эксперимента, интервал от окончания второго стимула до запроса составлял 1.0 с. Испытуемый должен был указать, какая из продолжительностей длиннее, выбрав одно из отображаемых полей ответа с помощью указывающего устройства.

На протяжении экспериментов электрофизиологическая активность головного мозга испытуемых регистрировалась при помощи ЭЭГ с 64 электродами. Для анализа ВП были выделены эпохи от 200 мс до выключения до 700 мс после выключения стимулов. ВП на выключение первых и вторых стимулов были отдельно усреднены по фактору длительности. Топографический анализ проводился по усредненным ВП на выключение.

Результаты

На основе ЭЭГ-данных были построены топограммы с целью оценки пространственной локализации компонентов ВП в ответ на выключение первого и второго стимулов. Для этого были определены каналы с наибольшей отрицательной нейрональной активностью в интервале 120–220 мс для нахождения компонентов N100, наибольшей положительной активностью в интервале 180–240 мс для P200, а также наибольшей отрицательной активностью во временном окне 250–400 мс для N200.

Топографический анализ продемонстрировал, что наибольшая нейрональная активность компонента N100 ВП на выключение первого и второго стимула соответствует каналу PO8. Для проверки существования латерализованности для исследуемого эффекта мы также использовали для последующего анализа симметричный канал PO7. Наибольшие амплитуды компонентов P200 и N200 соответствовали каналу Cz (см. на рис. 1). Найденные каналы в дальнейшем использовались для анализа значений задержек для компонентов ВП N100, P200, N200 в указанных ранее временных интервалах.

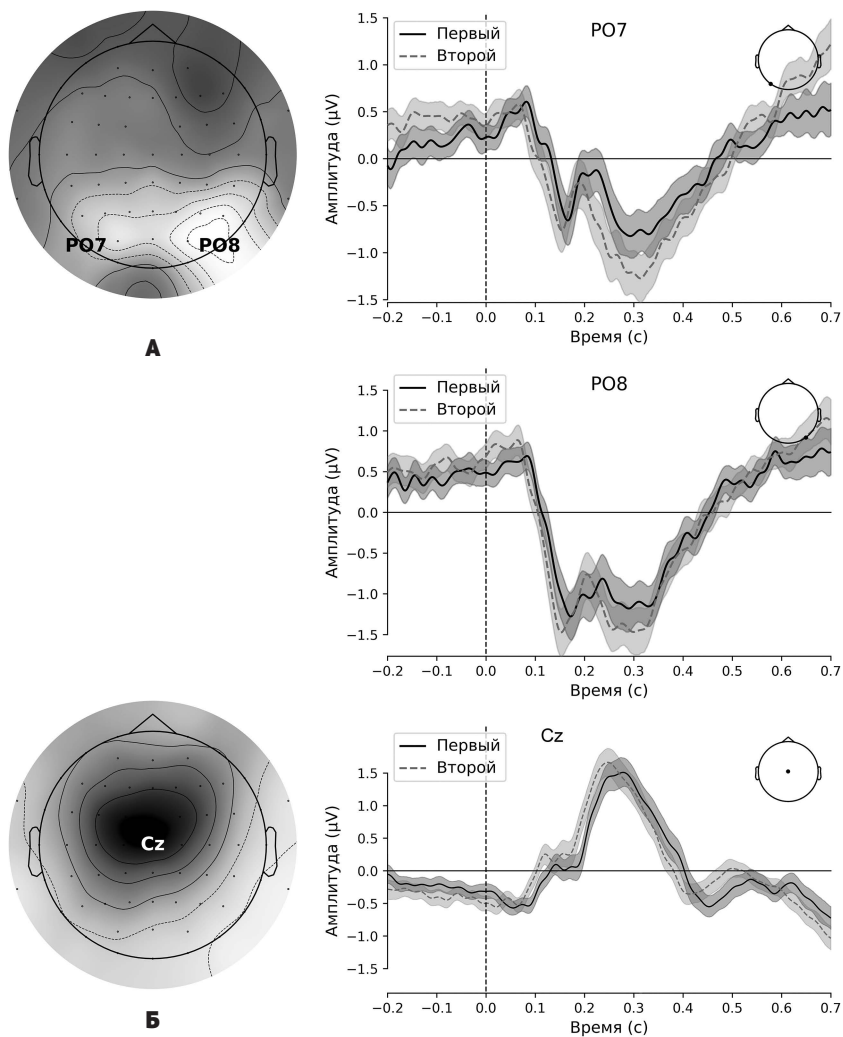


Рисунок 1. Локализация максимального компонента N100 и его ВП в ответ на выключение стимулов (а) и локализация максимальных компонентов P200 и N200 и их ВП в ответ на выключение стимулов (б)

Парный *t*-тест продемонстрировал статистически значимые различия, указывающие на то, что значения задержек компонентов N100 ($t = 2.949$, $p < .01$) по каналу PO8, а также компонентов N200 ($t = 4.027$, $p < .01$) по каналу Cz в ответ на включение стимулов, предъявляемых вторыми, меньше аналогичных значений для первых (см. на рис. 2). Вместе с этим в ходе парного *t*-теста

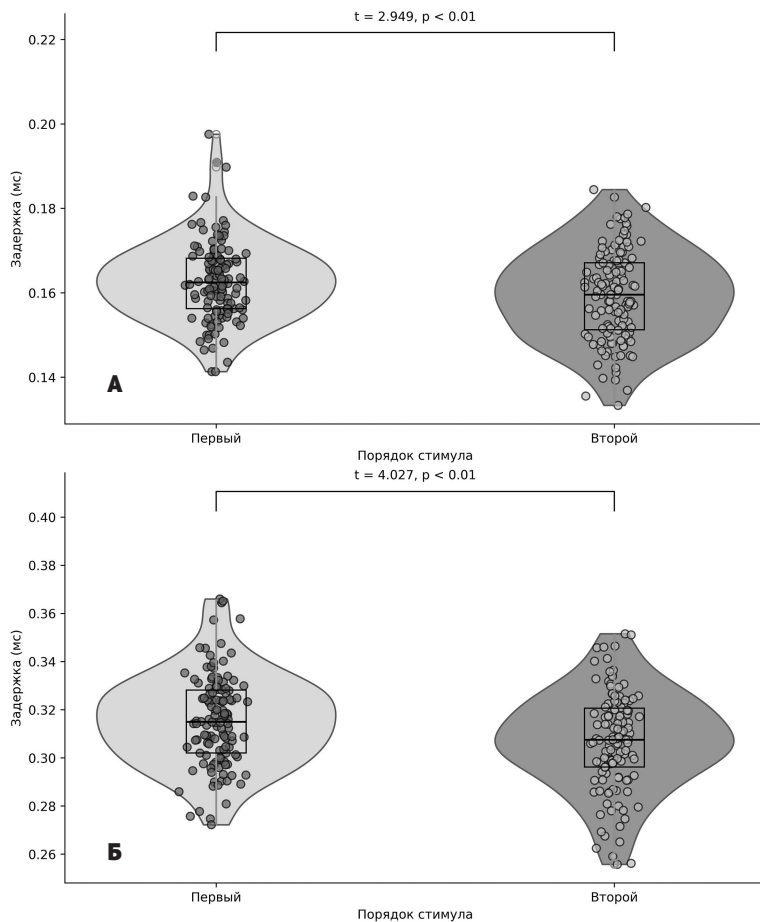


Рисунок 2. График зависимости значений задержек ВП в ответ на выключение стимулов для компонентов N100 канала PO8 (а) и график зависимости значений задержек ВП в ответ на выключение стимулов для компонентов N200 (б)

не было обнаружено различий между задержками компонентов P200 ($t = 1.836, p = .069$) ВП на выключения для первых и вторых стимулов.

Обсуждение и выводы

В данной работе был продемонстрирован ранее не описанный феномен изменения отдельных компонентов ВП в ответ на выключение стимулов. Учитывая, что в нашей задаче пары стимулов фиксированы, что может сформировать контекст, при котором окончание второго стимула является более ожидаемым и предсказуемым, наблюдаемый факт того, что значения задержек ВП на вы-

ключение стимулов, предъявляемых вторыми, меньше аналогичных значений для первых, может указывать на то, что нейробиологические основы процесса восприятия времени включают в себя механизмы ожидания и расчета предсказуемости тех или иных событий. Вероятно, что большая предсказуемость окончания второго стимула в задаче на попарное сравнение длительностей вызывает уменьшение задержек компонентов N100 и N200 ВП на окончание стимула, что соотносится с предыдущими исследованиями влияния ожидания на характеристики ВП (Seibold, Rolke, 2014). Таким образом, результаты данной работы являются актуальными и могут быть использованы в последующих исследованиях, направленных на изучение нейробиологических механизмов восприятия времени.

Литература

- Damsma A., Schlichting N., van Rijn H. Temporal context actively shapes EEG signatures of time perception // *The Journal of Neuroscience*. 2021. Vol. 41. No. 20. P. 4514–4523. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0628-20.2021>
- Kononowicz T.W., van Rijn H. Decoupling interval timing and climbing neural activity: A dissociation between CNV and N1P2 amplitudes // *The Journal of Neuroscience*. 2014. Vol. 34. No. 8. P. 2931–2939. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2523-13.2014>
- Merchant H., Pérez O. Estimating time with neural networks // *Nature Machine Intelligence*. 2020. Vol. 2. No. 9. P. 492–493. <https://doi.org/10.1038/s42256-020-00229-3>
- Mihailović D.T., Balaž I., Kapor D. Time in biology // *Developments in Environmental Modelling* Amsterdam: Elsevier, 2017. Vol. 29. P. 51–55. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63918-9.00006-5>
- Seibold V. C., Rolke B. Does temporal preparation facilitate visual processing in a selective manner? Evidence from attentional capture // *Acta Psychologica*. 2014. Vol. 151. P. 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.05.012>
- Tarantino V., Ehlis A.-C., Baehne C., Boreatti-Huemer A., Jacob C., Bisiacchi P., Fallgatter A.J. The time course of temporal discrimination: An ERP study // *Clinical Neurophysiology*. 2010. Vol. 121. No. 1. P. 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.09.014>
- Toso A., Fassihi A., Paz L., Pulecchi F., Diamond M. E. A sensory integration account for time perception // *PLOS Computational Biology*. 2021. Vol. 17. No. 1. P. e1008668. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008668>
- Wackermann J., Spati J. Asymmetry of the discrimination function for temporal durations in human subjects // *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2006. Vol. 66. No. 3. P. 245–254. <https://doi.org/10.55782/ane-2006-1612>

REDUCED LATENCY OF OFFSET EVENT-RELATED POTENTIAL COMPONENTS IN A PAIRWISE DURATION DISCRIMINATION TASK

P. A. Safronov*, D. G. Mitiureva, O. V. Sysoeva

p.a.safronov@ihna.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology
of the Russian Academy of Science, Moscow

Abstract. This study investigated the latency of the N100, P200, and N200 event-related potential (ERP) components elicited by stimulus offset in the cerebral cortex of healthy adult participants during a duration discrimination task. In this task, participants compared two time intervals marked by the presentation of a visual stimulus. EEG data analysis identified cortical regions exhibiting the highest activation during task performance. Subsequent analysis revealed statistically significant results, demonstrating shorter latencies of the N100 and N200 ERP components in response to the offset of the second stimulus compared to the first. The presence of this effect possibly indicates that the neurobiological mechanisms of time perception may involve predictive coding and the anticipation of forthcoming events.

Keywords: duration discrimination, interval timing, time perception, latency of event-related potentials, offset event-related potentials

The work was carried out within the framework of the state assignment of the IHNA & NPh RAS of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2023 – 2025.

МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЦЕПТИВНОГО И КОГНИТИВНОГО КОМПОНЕНТОВ МОДЕЛИ ПСИХИЧЕСКОГО

Е. С. Семина* (1), А. В. Смирнова (2), А. А. Сахибалиева (2), Е. А. Мершина (2),
Е. В. Печенкова (1, 2)

sejmina.jane@yandex.ru

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — МНОИ МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

Аннотация. В современной научной литературе выделяются два взаимосвязанных, но функционально различающихся компонента модели психического (Theory of Mind, ToM). Первый компонент — перцептивный — связан с распознаванием психических состояний на основе непосредственно воспринимаемых сигналов (мимики, интонации). Второй — когнитивный — основывается на умозаключениях и обработке контекстуальной информации. В данном исследовании был проведен сравнительный анализ мозговых коррелятов когнитивного и перцептивного компонентов ToM, полученных с использованием функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). Для картирования когнитивного компонента было использовано локализирующее задание «Ложные убеждения», а для перцептивного компонента — методики «Чтение психического по глазам» и «Чтение психического по голосу». В результате исследования были обнаружены различия в активации в зонах латеральной и медиальной префронтальной коры, а также височно-теменного узла с отличием активации в условиях с разными модальностями. Полученные данные могут быть уточнены дополнительными пробами на речь и полезны в будущем для диагностических исследований.

Ключевые слова: модель психического, ментализация, мозговые корреляты, префронтальная кора, височно-теменной узел, функциональная МРТ

Работа выполнена в рамках Госзадания МГУ им. М. В. Ломоносова.

Введение

Социальная среда постоянно ставит перед человеком задачи, требующие эффективной коммуникации и координации совместных действий. Успешное решение многих таких задач зависит от способности понимать ментальные состояния других людей — их эмоции, мысли, намерения и убеждения. Именно эту функцию обеспечивает такой когнитивный механизм, как модель психического (Theory of Mind, ToM), или ментализация.

Для уточнения механизмов ментализации предложены различные классификации ее компонентов. В одних моделях выделяются имплицитные (автоматические) и эксплицитные (основанные на рассуждении) процессы, в других — аффективный (ориентированный на эмоции) и когнитивный (ориентированный на мысли) аспекты (Иосифян и др., 2020). В данной работе мы опираемся на дифференциацию, предложенную Тагер-Фласберг и Салливан (Tager-Flusberg, Sullivan, 2000), которые разграничивают когнитивный (умозаключение на основе контекста) и перцептивный (распознавание на основе сенсорных сигналов) компоненты. Когнитивный компонент ToM включает

понимание намерений, убеждений и принятия точки зрения другого человека. Перцептивный компонент ТоМ опирается на непосредственное восприятие и обеспечивает распознавание эмоций по выражению лица, взгляду и голосу.

В последние годы активно изучаются мозговые корреляты компонентов модели психического, однако остается дискуссионным вопрос об их специфичности с точки зрения мозговой организации. Одни авторы рассматривают когнитивный и перцептивный компоненты ТоМ как относительно независимые нейрокогнитивные системы, тогда как другие — как единый механизм (Li et al., 2014). Данные фМРТ указывают на ключевую роль медиальной префронтальной коры (mPFC), височно-теменного узла (TPJ) и задней верхней височной борозды (pSTS) в реализации ТоМ. При этом перцептивный компонент дополнительно вовлекает миндалевидное тело и веретенообразную извилину (FFA), но далеко не всегда активирует зону TPJ (Thye et al., 2018).

Целью данного исследования является прямое сопоставление активации зон головного мозга при актуализации перцептивного и когнитивного компонентов ТоМ у одних и тех же людей. Мы предполагаем, что в то время как когнитивный компонент в большей степени задействует височно-теменную зону, перцептивный компонент ТоМ будет сопровождаться активацией медиальной префронтальной коры. Полученные данные позволят уточнить вклад этих областей в обработку разных аспектов ментализации и могут в будущем способствовать разрешению дискуссии о степени их нейрофизиологической специфичности.

Методика

В исследовании приняли участие 11 условно здоровых праворуких добровольцев (из них 8 женщин и 3 мужчин, средний возраст 25 лет). Все участники прошли предварительный скрининг, включающий: Опросник межличностной реактивности (IRI), Торонтскую шкалу алекситимии (TAS-26), Опросник эмоционального интеллекта (EQ). Один участник с показателями, выходящими за пределы нормативных значений по опроснику TAS-26, был исключен из выборки. Ведущая рука определялась с помощью Эдинбургского опросника рукоисти.

Для изучения мозговых механизмов ТоМ применяются специализированные методики, адаптированные для нейровизуализационных исследований. В данном исследовании перцептивный компонент оценивался с помощью тестов: «Чтение психического по глазам» С. Бэрона-Коэна в адаптации Е. Е. Румянцевой и «Чтение психического по голосу» в модификации Е. О. Прошутинского. Адаптация этих методик для фМРТ проводилась в пилотном исследовании Сахибалиевой и др. (2024). Экспериментальные условия этих методик предполагают распознавание эмоциональных состояний персонажей, а контрольные — распознавание их пола и возраста. В каждой пробе экспериментального условия участнику предъявляется фотография глаз или аудиодорожка из фильма с четырьмя эмоциями, и в течение 7 с необходимо выбрать один из четырех вариантов ответа. В контрольном условии предъявляются в рандомизированном порядке те же фотографии и аудиодорожки, но выбор одного из четырех вариантов ответа происходит для сочетания пола и возраста.

Когнитивный компонент актуализировался с использованием локализирующего задания на ложные убеждения (False-Belief Localizer; Dodell-Feder et al., 2011), адаптированного в рамках настоящей работы. Методика также включает два условия: экспериментальное (история, включающая описание ментальных состояний персонажей) и контрольное (описание физической реальности). В каждой пробе на чтение истории отводится 14 секунд, а на ответ – 6 секунд. В адаптации приняли участие 27 человек. Экспериментальное и контрольное условия не различались по количеству символов в истории ($t(9)=0.73$, $p=.24$), количеству символов в утверждении ($t(9)=1.69$, $p=.07$), времени реакции ($t(26)=0.11$, $p=.08$) и правильности ответов ($t(26)=0.94$, $p=.18$).

Методики были реализованы в программе PsychoPy. Использовался блочный план фМРТ-исследования: в методиках на чтение психического по глазам и голосу блоки были составлены из 54 проб и продолжались по 7 секунд с фиксационным крестом между ними по 0.5 секунд, в задачах на ложные убеждения в блок объединялись по 10 задач общей продолжительностью 320 секунд. Блоки, относящиеся к основным экспериментальным и контрольным условиям, чередовались между собой и с фоновыми блоками сканирования в покое.

Нейровизуализационное исследование проводилось на магнитно-резонансном томографе Siemens Vida 3T, расположенном в МНОИ МГУ им. М. В. Ломоносова, с использованием 20-канальной головной катушки. Для коррекции метрических искажений и выпадения сигнала сканирование проводилось в двух направлениях фазового кодирования (anterior–posterior, posterior–anterior), по одному подходу для каждого направления при выполнении каждой методики. Для анализа когнитивного компонента модели психического использовалась эхопланарная последовательность с параметрами: TR/TE/FA = 2000 мс/30 мс/75°, размер вокселя 3 × 3 × 3 мм, матрица 80 × 80, 42 среза, 171 изображение в серии. Исследование перцептивного компонента проводилось с аналогичным пространственным разрешением и TR/TE/FA = 1250 мс/30 мс/63°. В данном протоколе было получено 528 функциональных изображений для каждого направления фазового кодирования.

Предобработка и анализ данных проводились с использованием пакета SPM12 в Matlab. Для каждого участника и каждой методики строилась общая линейная модель с односторонними t -контрастами «Ментальная реальность > Физическая реальность» для задачи на «Ложные убеждения» и «Эмоции > Пол и возраст». Для групповых данных в качестве статистически значимых рассматривались результаты с порогом $p_{\text{uncorr}} < .001$ на уровне вокселя и $p_{\text{FDR}} < .05$ на уровне кластера.

Результаты

При оценке утверждений о ментальной реальности героя по сравнению с утверждениями о физической реальности в методике «Ложные убеждения» активировались такие зоны, как правый височно-теменной узел (rTPJ), правая верхняя височная борозда (rSTS), дорсомедиальная префронтальная кора (dmPFC). Для контрастов в методиках чтения психического были получены

активации в следующих зонах: задняя поясная кора (PCC), верхняя височная борозда (STS), оперкулярная часть нижней лобной извилины (IFG) билатерально — для зрительной модальности — и дополнительно медиальная префронтальная кора (mPFC) и левая оперкулярная часть нижней лобной извилины (lIFG) — для слуховой. Результаты суммированы в табл. 1.

Таблица 1. Статистика активации для кластеров по контрастам каждой методики

Методика	Контраст	<i>p</i> (uncorrected)	<i>p</i> FDR-corr	Структура
«Чтение психического по глазам»	Эмоции > Пол и возраст	.00012	.00273	PCC
	Эмоции > Пол и возраст	.00004	.00132	STS
	Эмоции > Пол и возраст	.00227	.02273	IFG
«Чтение психического по голосу»	Эмоции > Пол и возраст	.00004	.00111	mPFC
	Эмоции > Пол и возраст	.00259	.03274	lIFG
«Ложные убеждения»	Ментальная реальность > Физическая реальность	.00003	.00029	rTPJ
	Ментальная реальность > Физическая реальность	.00002	.00015	rSTS
	Ментальная реальность > Физическая реальность	.00003	.00021	dmPFC

Обсуждение и выводы

По данным фМРТ активация головного мозга в экспериментальном условии отличалась от контрольного для каждой из методик. При выполнении задач на когнитивный компонент ТоМ дополнительная активация для ключевой зоны для обработки ложных убеждений — правого височно-теменного узла (rTPJ), — что согласуется с результатами, полученными Р. Сакс (Saxe, 2010). Активация, связанная с перцептивным компонентом, в разных модальностях частично отличается. Для методики «Чтение психического по глазам» активация билатеральная и включает mPFC, а для слуховой методики в большей степени левосторонняя и включает часть латеральной префронтальной коры — IFG. Эти данные совпадают с теми, что были получены М. Тай и коллегами (Thye et al., 2018), и свидетельствуют в пользу гипотезы о дифференцированном вовлечении зон в зависимости от типа задач на модель психического, что согласуется с современными представлениями о функциональной специализации сети ТоМ. Для объяснения латерализации компонентов методик на чтение психического, пересекающихся с речевыми зонами, может быть полезно сопоставление полученных паттернов активации с индивидуальной локализацией речевых зон у тех же испытуемых.

Литература

Иосифян М. А., Мершина Е. А., Баженова Д. А., Синицын В. Е., Ларина О. М., Печенкова Е. В. Мозговые механизмы нарушения модели психического при расстройствах аутистического спектра и шизофрении: обзор данных фМРТ // Клиническая и специальная психология. 2020. Т. 9. № 1. С. 17 – 46. <https://doi.org/10.17759/cpse.2020090102>

Сахибалиева А. А., Прошутинский Е. О., Мершина Е. А., Печенкова Е. В. Чтение психического по глазам и голосу: разработка методик для фМРТ на русском языке // Психология познания: материалы конференции (Всероссийская научная конференция «Психология познания», 6–8 декабря 2024 г., Ярославль) / Под ред. И. Ю. Владимирова, С. Ю. Коровкина. Ярославль: ЯрГУ, 2024. С. 336–340.

Dodell-Feder D., Koster-Hale J., Bedny M., Saxe R. fMRI item analysis in a theory of mind task // *NeuroImage*. 2011. Vol. 55. No. 2. P. 705–712. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.040>

Li W., Mai X., Liu C. The default mode network and social understanding of others: What do brain connectivity studies tell us // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2014. Vol. 8. P. 74:1–15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00074>

Saxe R. The right temporo-parietal junction: A specific brain region for thinking about thoughts // *Handbook of theory of mind* / A. Leslie, T. German (Eds.). Hove: Psychology Press, 2010. P. 1–35. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00230-1](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00230-1)

Tager-Flusberg H., Sullivan K. A componential view of theory of mind: Evidence from Williams syndrome // *Cognition*. 2000. Vol. 76. No. 1. P. 59–90. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(00\)00069-x](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(00)00069-x)

Thye M. D., Murdaugh D. L., Kana R. K. Brain mechanisms underlying reading the mind from eyes, voice, and actions // *Neuroscience*. 2018. Vol. 374. P. 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.01.045>

BRAIN ORGANIZATION OF PERCEPTUAL AND COGNITIVE COMPONENTS OF THE THEORY OF MIND

E. S. Semina* (1), A. V. Smirnova (2), A. A. Sahibalieva (2), E. A. Meršina (2),
E. V. Pechenkova (1, 2)
sejmina.jane@yandex.ru

1 — HSE University, Moscow;

2 — University Clinic, Lomonosov MSU, Moscow

Abstract. In modern scientific literature, two interrelated but functionally different components of the Theory of Mind (ToM) are distinguished. The perceptual component is related to the recognition of mental states on the basis of directly perceived signals (facial expressions, intonation). The cognitive component is based on inferences and the processing of contextual information. In this study, a comparative analysis was performed of the brain correlates of the cognitive and perceptual components of ToM, obtained using functional magnetic resonance imaging (fMRI). The “False Beliefs” localizing task was used to map the cognitive component, and the “Reading Mind in the Eyes” and “Reading Mind in the Voice” tests were used for the perceptual component. The study revealed differences in activation in the lateral and medial prefrontal cortex areas, as well as in the temporoparietal node, with differences in activation in conditions with different modalities. The findings can be clarified by additional speech tests and are useful for future diagnostic studies.

Keywords: theory of mind, mentalization, brain correlates, prefrontal cortex, temporoparietal junction, functional MRI

The work was carried out within the framework of the State Assignment of Lomonosov Moscow State University.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ФАЗ ЖЕСТОВ РУК

А. П. Сербина (1), Ю. В. Николаева* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 — МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению методов автоматической обработки жестов рук. Представлен сравнительный анализ различных алгоритмов, основанных на отслеживании формальных признаков движения рук с использованием библиотеки MediaPipe. Целью исследования является оценка эффективности этих алгоритмов в определении границ фаз жестов. Методика включает в себя анализ 22-секундного фрагмента видео из мультимодального корпуса «Рассказы и разговоры о грушах» (RUPEX). Для каждого кадра видео были получены координаты кончиков большого и указательного пальцев обеих рук. Алгоритмы оценивались по метрикам точности (precision) и полноты (recall). Результаты показали, что отслеживание внешних признаков движения позволяет определять границы фаз жестов с точностью до 100 мс, однако ни один из алгоритмов не продемонстрировал одновременно высокую точность и полноту.

Ключевые слова: жестикуляция, автоматическая разметка жестов, распознавание движений, структура жеста, MediaPipe

Введение

Жесты рук как дополнительный канал, а иногда и самостоятельный способ коммуникации могут служить эффективным средством передачи информации. Их изучение вносит значительный вклад в понимание устройства дискурса, а автоматизация их разметки может значительно помочь исследователям в данной области, поскольку ручная разметка занимает большое количество времени и сил и может приводить к неточностям ввиду ослабленного внимания разметчика. Данное исследование посвящено изучению существующих методов автоматической обработки жестов рук на видео.

Основные признаки жестов и их отличие от иных движений:

- «экзкурсивность» — движение начинается и заканчивается примерно в одной точке и положении, то есть жест выглядит четко артикулированным в смысле траектории или конфигурации руки;
- распознаваемость как результат сознательных усилий: мы можем понять, про что конкретно был этот жест — что человек хотел показать или пытался, но не получилось (свойство контролируемости) (Kendon, 2004; Литвиненко и др., 2017);
- синхронизированность с речью (Kendon, 1980; Kendon, 1988; McNeill, 1992);
- наличие структуры (Müller et al., 2013).

Под структурой понимается наличие в жесте различающихся фаз. Жест начинается с подготовки — перехода из нейтрального положения в точку, из которой начнется следующая фаза — мах, коммуникативно и семантически нагруженная часть жеста, отличающаяся маркированной траекторией и/или конфигурацией руки; затем следует ретракция — возвращение в нейтральное положение (положение покоя). Только маховая фаза является обязательной, при последовательном выполнении нескольких жестов у них может не быть подготовки и/или ретракции (Kendon 1980). Перед махом и после него может появиться удержание — остановка движения; предполагается, что она нужна для синхронизации жестикуляции и речи (Kita et al., 1997).

Если жесты следуют друг за другом непрерывно, они образуют жестовую цепочку (Kendon, 1980). При этом последовательные движения рук не обязательно будут жестами, они могут перемежаться адапторами (незнаковыми движениями, предназначенными для восстановления или поддержания комфорта говорящего (Ekman, Friesen, 1969)) или сменами позы (например, сначала положив руки на колени, говорящий перемещает их на стол, если сидит за столом).

При разметке жестов для определения границ фаз можно опираться на изменение формальных признаков жеста:

- конфигурация и ориентация руки;
- траектория, амплитуда и направление движения;
- ускорение, замедление или сохранение скорости;
- положение в жестовом пространстве;
- для повторяющихся движений — ритм.

Для деления цепочки движений на фрагменты важно отметить изменение этих параметров: если меняются два (или более) признака, это указывает на границу фаз; изменение четырех признаков и более указывает на границу более высокого уровня — например, границу жеста (Litvinenko et al., 2018).

Методика

Целью данного исследования является оценка эффективности различных алгоритмов автоматического определения границ фаз жестов рук на видео с использованием библиотеки MediaPipe.

Как следует из метода, предложенного в (Litvinenko et al., 2018), для распознавания границ жестов и их фаз необходимо определить, меняются ли в данный момент формальные признаки движения, и если да, то насколько сильно, и сколько этих признаков изменяется за короткий промежуток времени.

Для тестирования использовался 22-секундный фрагмент одного из видео, представленного в мультимодальном корпусе «Рассказы и разговоры о грушах».

При помощи библиотеки MediaPipe для каждого кадра видео были получены координаты каждой из основных точек: в качестве отслеживаемых объектов были выбраны кончики большого и указательного пальцев обеих рук. Для от-

слеживания изменения внешних признаков движения рассчитывалось перемещение каждой из точек за один кадр. Для получения информации о двуручных жестах производился подсчет изменения расстояния между зеркальными точками рук (кончиками больших и указательных пальцев). Остановка, изменение направления движения (исследуемый параметр начинал уменьшаться, хотя прежде только увеличивался, или наоборот), сопровождавшееся изменением знака, становились основанием для проведения границы фазы жеста.

При работе с двуручными жестами учитывалась информация о характере изменений расстояния между пальцами: происходило ли изменение одновременно и являлась ли новая характеристика направления одинаковой при одновременном изменении.

Результаты

Исходный фрагмент содержал 48 границ фаз жестов. Правильно определенной считалась граница, которая по временным меткам не отличалась более чем на 100 мс от исходной. Под полнотой работы алгоритма подразумевается отношение количества правильно определенных границ к количеству границ в исходном фрагменте, что соответствует метрике recall, используемой в машинном обучении. Точность, или precision, означает отношение количества правильно определенных границ к общему количеству строк вывода алгоритма.

Метрики работы каждого из алгоритмов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты работы алгоритмов

	Точность (precision)	Полнота (recall)
Алгоритм вычисления движения на основании перемещения каждой из точек	7.7 % (48 из 623)	100.00 % (48 из 48)
Алгоритм вычисления движения на основании изменений расстояний между точками двух рук, изменения не обязательно должны происходить одновременно	14.3 % (46 из 322)	95.83 % (46 из 48)
Алгоритм вычисления движения на основании изменений расстояний между точками двух рук, изменения должны происходить одновременно, но не обязательно однонаправленно	26.5 % (35 из 132)	72.9 % (35 из 48)
Алгоритм вычисления движения на основании изменений расстояний между точками двух рук, изменения должны происходить одновременно и однонаправленно	31.0 % (23 из 74)	47.92 % (23 из 48)

Обсуждение и выводы

Как видно из результатов работы алгоритмов, отслеживая внешние признаки движения, можно действительно найти границы жестов и их фаз в пределах 100 мс. Однако ни один из алгоритмов не проявил высокую точность. При

уменьшении чувствительности алгоритмов и вводе дополнительных условий можно уменьшить вероятность появления ложных границ, однако вместе с тем падает и полнота — вероятность найти все исходные границы. Помимо попыток изменения упомянутых алгоритмов, например при помощи различных ограничений на время отслеживаемых изменений и минимально допустимое расстояние, считающееся изменением, возможны и новые направления для дальнейшей работы: например, использование нейросетевых моделей на основе компьютерного зрения для отслеживания формальных признаков жеста.

Литература

Литвиненко А. О., Николаева Ю. В., Кибрик А. А. Аннотирование русских мануальных жестов: теоретические и практические вопросы // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: по материалам международной конференции «Диалог 2017» (Москва, 31 мая — 3 июня 2017). М.: РГГУ, 2017. С. 271–286. URL: <http://dialogue-conf.org/media/3925/litvinenkoetal.pdf>.

Ekman P., Friesen W. The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding // *Semiotica*. 1969. Vol. 1. No. 1. P. 49–98. <https://doi.org/10.1515/semi.1969.1.1.49>

Kendon A. How gestures can become like words // *Crosscultural perspectives in nonverbal communication* / F. Poyatos (Ed.). Toronto: Hogrefe, 1988. P. 131–141.

Kendon A. Gesticulation and speech: Two aspects of the process of utterance // *The Relationship of Verbal and Nonverbal Communication* Berlin, New York: De Gruyter Mouton, 1980. P. 207–228. <https://doi.org/10.1515/9783110813098.207>

Kendon A. *Gesture visible action as utterance*. N. Y.: Cambridge University Press, 2004. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511807572>

Kita S., van Gijn I., van der Hulst H. Movement phases in signs and co-speech gestures, and their transcription by human coders // *Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction* / I. Wachsmuth, M. Fröhlich (Eds.). Bielefeld, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 1997. Vol. 1371. P. 23–35. <https://doi.org/10.1007/bfb0052986>

Litvinenko A. O., Kibrik A. A., Fedorova O. V., Nikolaeva J. V. Annotating hand movements in multichannel discourse: Gestures, adaptors and manual postures // *The Russian Journal of Cognitive Science*. 2018. Vol. 5. No. 2. P. 4–17.

McNeill D. *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Müller C., Bressemer J., Ladewig S. H. Towards a grammar of gestures: A form-based view // *Body — Language — Communication (HSK38.1)* / C. Müller, A. Cienki, E. Fricke, S. Ladewig, D. McNeill, S. Tessendorf (Eds.). Berlin: De Gruyter Mouton, 2013. Vol. 1. P. 707–733. <https://doi.org/10.1515/9783110261318.707>

EVALUATING ALGORITHMS FOR THE AUTOMATIC DETECTION OF HAND GESTURE PHASE BOUNDARIES

A. P. Serbina (1), Y. V. Nikolaeva* (1, 2)

julianikk@gmail.com

1 – Lomonosov Moscow State University, Moscow,

2 – National Research University Higher School of Economics, Moscow

Abstract. This research tests the automatic annotation of hand gestures. It presents a comparative analysis of different algorithms based on tracking formal signs of hand movements using the MediaPipe library. The aim of the study is to evaluate these algorithms in identifying gesture phase boundaries. The methodology involves analyzing a 22-second video fragment from the multimodal corpus "RUPEX". For each frame of the video, we obtained the coordinates of the tips of the thumb and index finger of both hands. The algorithms were evaluated on the metrics of precision and recall. The results showed that tracking external motion features can identify gesture phase boundaries with an accuracy of 100 ms, but none of the algorithms demonstrated both high precision and high recall.

Keywords: gesticulation, automatic gesture annotation, motion recognition, gesture structure, MediaPipe

ВЫЗВАННАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ БЕТА-РИТМА ЭЭГ КАК КОРРЕЛЯТ НАРУШЕНИЙ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ КЛИНИЧЕСКИ ВЫСОКОМ РИСКЕ ШИЗОФРЕНИИ

М. В. Славущая*(1, 2), А. В. Павлов (1), В. Г. Каледа (2), И. С. Лебедева (2)
mvslav@yandex.ru

1 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия;

2 — ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия

Аннотация. На 20 здоровых испытуемых и 20 больных с клинически высоким риском (КВР) манифестации шизофрении изучали выраженность и топографию вызванной синхронизации бета 1 (13 – 20 Гц) и бета 2 (20 – 30 Гц) ритмов ЭЭГ в период задержки в задаче «Саккады по памяти» как возможных маркеров нарушения когнитивного контроля у больных с КВР манифестации шизофрении. Выявлены различия в показателях мощности вызванной синхронизации (ВС) бета 1 и 2 ритмов ЭЭГ у больных с КВР и здоровых испытуемых, которые могут свидетельствовать о снижении эффективности и нарушении когнитивной регуляции на доманифестном этапе шизофрении. Показано усиление мощности бета 1 и 2 синхронизации у больных с КВР в период задержки по сравнению с нормой, что, возможно, отражает компенсаторные процессы активации мозговых сетей когнитивного контроля на этапах кодирования, хранения и трансформации информации в рабочей памяти в условиях «префронтального дефицита». Полученные данные выраженности ВС бета-ритмов в трех последовательных интервалах периода задержки могут свидетельствовать о различном функциональном значении «нижнего» (1) и «верхнего» (2) диапазонов бета-ритма.

Ключевые слова: когнитивный контроль, вызванная синхронизация ЭЭГ, бета 1 и 2 ритмы ЭЭГ, задача «Саккады по памяти», КВР шизофрении

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (темы № 121032500081-5 и № 1023032700308-5).

Введение

Актуальной проблемой современной психо- и нейрофизиологии является изучение структурно-функциональных механизмов когнитивной регуляции адаптивного поведения, включающего процессы внимания, хранения информации в рабочей памяти и двигательную преднастройку, нарушения которых при шизофрении ассоциируются с дисфункцией префронтальной коры (Perlstein et al., 2003). Адекватным методом анализа мозговых механизмов когнитивного контроля является связанная с событием (или вызванная) синхронизация ритмов ЭЭГ (ERS или ВС), которую рассматривают как механизм

регуляции активности мозговых сетей когнитивного контроля (Wang et al., 2010). В литературе имеются сведения об изменениях в синхронизации ритмов ЭЭГ у пациентов с шизофренией и клинически высоким риском (КВР) ее развития (Başar, Güntekin, 2013). Одним из наименее изученных ритмов ЭЭГ, функциональная значимость ВС которого окончательно не установлена, является бета-ритм, который ассоциируется как с сенсомоторными процессами, так и с процессами памяти. Информативной моделью для анализа вызванной синхронизации ритмов ЭЭГ может служить задача «Саккады по памяти», которая включает этапы восприятия, хранения информации в памяти и премоторную подготовку (Hikosaka, Wurtz, 1983).

Цель данной работы — изучить параметры и топографию вызванной синхронизации бета 1 и 2 ритмов ЭЭГ в период межстимульной паузы (задержки) в задаче «Саккады по памяти» как возможных коррелятов нарушения когнитивной регуляции у больных с клинически высоким риском (КВР) шизофрении.

Методика

В исследовании приняли участие 20 здоровых мужчин в возрасте 20 ± 2 лет и 20 мужчин в возрасте 19 ± 2 лет группы КВР развития шизофрении, которые были впервые госпитализированы в клинику ФГБНУ НЦПЗ по поводу депрессивного состояния (по данным МКБ-10: F32.1, F32.2, F32.38, F32.8). Критериями включения являлись: юношеский возраст (17 – 25 лет), первый депрессивный эпизод общей продолжительностью не более 5 лет с соответствующим уровнем преморбидного функционирования, а также наличие в структуре депрессивного состояния аттенуированных позитивных симптомов (АПС), соответствующих критериям DSM-5 (Омельченко, 2021). Нейрофизиологическое обследование проводилось однократно перед выпиской на фоне редукции депрессивных симптомов, что позволило расценить полученные изменения как вносимые статусом КВР шизофрении. Все участники имели нормальное или скорректированное до нормального зрение, ведущую правую руку.

Регистрировали ЭЭГ от 23 отведений головы и ЭОГ горизонтальных движений глаз. На темном экране монитора предъявляли 2 типа зрительных стимулов белого цвета: центральный фиксационный стимул (ЦФС, 3800 – 4000 мс) и периферический стимул (ПС, 150 мс), расположение которого надо было запомнить. ПС предъявляли на фоне ЦФС через 1000 мс после его включения на расстоянии 7 град слева или справа от ЦФС (с вероятностью 50 %). Согласно инструкции испытуемые должны были фиксировать взгляд на ЦФС и запомнить расположение ПС, постоянно удерживая взгляд на ЦФС. Через 2800 – 3000 мс с момента предъявления ПС ЦФС выключали, что служило сигналом как можно быстрее совершить саккаду на запомненный стимул. Стимулы предъявляли блоками по 50 реализаций стимулов в каждом. Между блоками стимулов участникам предоставляли возможность отдыха. Общее число реализаций стимулов зависело от скорости зрительного утомления участника и колебалось от 350 до 450 реализаций. Исследованию предшествовало обучение участников не совершать саккады на ПС, в течение которого предъявляли от одного до трех стимульных блоков.

Планирование и управление экспериментом, сбор и первичный анализ данных проводили средствами комплексной электрофизиологической лаборатории CONAN-NVX. Фильтрацию сигналов проводили в диапазоне 0.05 – 70 Гц, постоянная времени записи ЭЭГ 1 с и 0.5 с для записи ЭОГ. ВС бета-ритма ЭЭГ в период задержки между включением ПС и выключением ЦФС анализировали по методике Дж. Фуртшеллера (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999). Записи ЭЭГ подвергали цифровой фильтрации в частотных диапазонах бета 1 (13–20 Гц) и бета 2 (20–30 Гц) ритмов, а затем усредняли на интервале –500 мс и 3000 мс от момента включения ПС. Отрезок усреднения ЭЭГ записи в 500 мс до момента предъявления ПС использовался в качестве референтного. Записи ЭЭГ с артефактами от движения глаз исключались из обработки. В период задержки применялся программный метод локального удаления артефактов от морганий.

Анализировали индивидуальные значения максимального пика ВС бета 1 и 2 диапазонов в соответствующем отведении ЭЭГ в трех интервалах задержки по 900 мс: первый от 0 до 900 мс; второй от 900 до 1800 мс; третий от 1800 до 2700 мс. Для статистической оценки данных использовали двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA, критерий Стьюдента (t) и двухвыборочный критерий Вилкоксона (W). Для коррекции множественных сравнений применяли поправку Бонферрони. Различия в частотах событий оценивали по Z -критерию согласия частот.

Результаты

Анализ поведенческих данных выявил увеличение числа ошибочных ответов у больных с КВР по сравнению с нормой: для саккад по памяти влево – $25 \pm 2\%$ и $5 \pm 4\%$ соответственно ($W=0.54$, $p<.001$), и для саккад вправо – $18 \pm 1\%$ и $5 \pm 6\%$ ($W=0.34$, $p<.001$). Величина латентного периода (ЛП) саккад по памяти у больных с КВР также была больше, чем у здоровых испытуемых: на 36.6 ± 1 мс ($W=0.001$, $p<.001$) для саккад влево и на 27 ± 1 мс ($W=0.33$, $p<.001$) для саккад вправо.

Анализ данных ЭЭГ выявил влияние фактора «группа» на выраженность ВС бета 1 и 2 ритмов в зависимости от интервала задержки и направления саккады. Средние значения величины ВС бета 1 и 2 ритмов в период задержки представлены в табл. 1.

В первом интервале задержки независимо от направления саккады величина пиков ВС бета 1 ритма была выше у больных с КВР по сравнению со здоровыми испытуемыми (при саккадах влево: $F(2, 19)=4.40$; $p=.001$; при саккадах вправо: $F(2, 19)=3.31$; $p=.002$).

Во втором интервале было обнаружено увеличение мощности ВС бета 1 ритма по сравнению с нормой (при саккадах влево: $F(2, 19)=21.5$; $p<.001$; при саккадах вправо: $F(2, 19)=20.04$; $p<.001$). При этом значения ВС у больных с КВР были более чем в два раза выше, чем в первом интервале. Величина ВС бета 2 ритма также была более чем двукратно увеличена по сравнению с первым интервалом как у больных с КВР, так и у здоровых испытуемых (в норме: $F(2, 19)=3.87$, $p<.001$ для саккад влево и $F=3.55$,

Таблица 1. Величина пиков ВС бета 1 и 2 ритмов ($M \pm SEM$, %) перед саккадами по памяти в зависимости от их направления в трех интервалах периода задержки у здоровых испытуемых и у больных с КВР шизофрении

	Саккады							
Диапазон ЭЭГ	Бета 1				Бета 2			
Группа	здоровые		больные		здоровые		больные	
Направление саккады	влево	вправо	влево	вправо	влево	вправо	влево	вправо
I	11 $\pm$ 2.4*	11 $\pm$ 1.3*	18 $\pm$ 5.4*	16 $\pm$ 8.2*	15 $\pm$ 3.7	21 $\pm$ 4.0	18 $\pm$ 3.2	16 $\pm$ 2.2
II	16 $\pm$ 2.4***	17 $\pm$ 3.1***	42 $\pm$ 5.4***	42 $\pm$ 7.7***	50 $\pm$ 6.9	52 $\pm$ 8.4	47 $\pm$ 5.7	46 $\pm$ 4.3
III	12 $\pm$ 1.9***	13 $\pm$ 1.1***	28 $\pm$ 4.5***	29 $\pm$ 3.3***	14 $\pm$ 4.1***	14 $\pm$ 2.1***	36 $\pm$ 2.7***	33 $\pm$ 3.3***

Условные обозначения: M — среднее значение пика ВС бета 1, 2 ритмов, SEM — стандартная ошибка средней величины. I, II, III — интервалы задержки. Звездочки обозначают достоверные межгрупповые различия средних значений ВС бета 1 и 2 ритмов с вероятностью: * — $p \leq .01$, *** — $p \leq .0001$

$p < .001$ для саккад вправо; в группе КВР: $F(2, 19) = 3.7$, $p < .001$ для саккад влево и $F(2, 19) = 4.65$, $p < .001$ для саккад вправо). При этом межгрупповых различий в представленности ВС бета 2 ритма установлено не было.

В третьем интервале периода задержки у больных с КВР наблюдалось увеличение ВС как бета 1, так и бета 2 ритма по сравнению со здоровыми испытуемыми (для бета 1: $F(2, 19) = 14.48$, $p < .001$ при саккадах влево и $F(2, 19) = 21.52$, $p < .001$ при саккадах вправо; для бета 2: $F(2, 19) = 35.9$, $p < .001$ при саккадах влево и $F(2, 19) = 14.5$, $p < .001$ при саккадах вправо). В большинстве случаев в обеих группах пики ВС бета 1 и 2 ритма располагались равномерно как в передних, так и в задних отведениях ЭЭГ ($Z = -3.67$, $p < .001$).

Обсуждение и выводы

Таким образом, проведенное исследование с использованием задачи «Саккады по памяти» выявило различия между здоровыми испытуемыми и больными с КВР манифестации шизофрении в поведенческих и ЭЭГ показателях. Увеличение ЛП саккады по памяти и числа ошибок у больных с КВР шизофрении по сравнению с нормой свидетельствует о снижении эффективности подготовки саккадических ответов на запомненные стимулы, что может быть следствием ослабления активности префронтальной коры, осуществляющей нисходящий контроль исполнительных функций. Обнаружено усиление ВС бета 1 и 2 ритмов у больных с КВР на различных этапах задержки, что можно рассматривать как компенсаторную активацию мозговых сетей когнитивного контроля в условиях снижения эффективности префронтальной коры. При этом величина ВС бета 1 ритма была выше нормы во всех трех интервалах задержки, а ВС бета 2 ритма — только в третьем. Выявлен-

ные различия в выраженности ВС бета 1 и 2 ритмов в зависимости от группы участников и интервала задержки позволяют нам предположить различное функциональное значение этих ритмов. Три интервала периода задержки ассоциируют с последовательными этапами хранения информации в рабочей памяти: 1) кодирование и «запись» информации в рабочую память, 2) удержание и трансформация информации в памяти, 3) извлечение информации из памяти и опережающая подготовка ответного действия (Brignani, 2007). При этом на каждом из этапов в когнитивную регуляцию вовлекаются определенные формы внимания: 1) сенсорно-перцептивное и пространственное внимание, 2) поддерживающее, 3) моторное и предиктивное. На основании полученных результатов можно предположить, что ВС бета 1 синхронизации отражает процессы регуляции мозговых сетей пространственной памяти, сопряженные с сенсорно-перцептивным, поддерживающим и предиктивным вниманием, а ВС бета 2 ритма — процессы регуляции мозговых сетей моторной памяти, сенсомоторной трансформации нейронных репрезентаций в рабочей памяти и моторное внимание.

Усиление бета 1 и 2 синхронизации на различных этапах задержки в задаче «Саккады по памяти» могут рассматриваться как потенциально значимые нейробиологические маркеры доманифестного периода шизофрении.

Литература

- Омельченко М. А. Клинико-психопатологические особенности юношеских депрессий с аттенуированными симптомами шизофренического спектра // Психиатрия. 2021. Т. 19. № 1. С. 16 – 25. <https://doi.org/10.30629/2618-6667-2021-19-1-16-25>
- Başar E., Güntekin B. Review of delta, theta, alpha, beta, and gamma response oscillations in neuropsychiatric disorders // Supplements to Clinical Neurophysiology. 2013. P. 303 – 341. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-5307-8.00019-3>
- Brignani D., Maioli C., Maria Rossini P., Miniussi C. Event-related power modulations of brain activity preceding visually guided saccades // Brain Research. 2007. Vol. 1136. No. 1. P. 122 – 131. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.12.018>
- Hikosaka O., Wurtz R. H. Visual and oculomotor functions of monkey substantia nigra pars reticulata. III. Memory-contingent visual and saccade responses // Journal of Neurophysiology. 1983. Vol. 49. No. 5. P. 1268 – 1284. <https://doi.org/10.1152/jn.1983.49.5.1268>
- Perlstein W. M., Dixit N. K., Carter C. S., Noll D. C., Cohen J. D. Prefrontal cortex dysfunction mediates deficits in working memory and prepotent responding in schizophrenia // Biological Psychiatry. 2003. Vol. 53. No. 1. P. 25 – 38. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(02\)01675-x](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(02)01675-x)
- Pfurtscheller G., Lopes da Silva F. H. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: Basic principles // Clinical Neurophysiology. 1999. Vol. 110. No. 11. P. 1842 – 1857. [https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(99\)00141-8](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(99)00141-8)
- Wang X.-J. Neurophysiological and computational principles of cortical rhythms in cognition // Physiological Reviews. 2010. Vol. 90. No. 3. P. 1195 – 1268. <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2008>

EEG BETA RHYTHM EVENT-RELATED SYNCHRONIZATION AS A MARKER OF COGNITIVE CONTROL IMPAIRMENT IN CLINICALLY HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

M. V. Slavutskaya*(1, 2), A. V. Pavlov (1), V. G. Kaleda (2), I. S. Lebedeva (2)

mvslav@yandex.ru

1 – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

2 – Mental Health Research Center, Moscow, Russia

Abstract. The magnitude and topography of the beta 1 (13 – 20 Hz) and beta 2 (20 – 30 Hz) EEG rhythms event-related synchronization (ERS) during the delay period of the “memory-guided saccades” paradigm were studied as possible markers of cognitive control impairment in patients with a clinically high risk (CHR) of schizophrenia manifestation. Differences in the power of beta 1 and beta 2 synchronization in 20 patients with CHR and 20 healthy subjects were revealed, which may indicate decreased efficiency and the impairment of cognitive regulation at the prodromal stage of schizophrenia. An increase in the power of beta 1 and beta 2 synchronization in patients with CHR during the delay period compared to the norm was shown, which possibly reflects compensatory activation processes of cognitive control networks at the stages of encoding, storing, and information transforming in working memory under conditions of “prefrontal deficit”. The obtained data of the beta rhythms ERS magnitude in three consecutive intervals of the delay period may indicate the different functional significance of the “lower” (beta 1) and “upper” (beta 2) ranges of the beta rhythm.

Keywords: cognitive control, EEG event-related synchronization, beta 1 and beta 2 EEG rhythms, “memory guided saccades” paradigm, CHR of schizophrenia

This work was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Projects No. 121032500081-5 and No. 1023032700308-5).

ЕСТЬ ЛИ У ИСПЫТУЕМЫХ ЭКСПЛИЦИТНЫЙ ДОСТУП К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ОРИЕНТАЦИЙ МНОЖЕСТВА ОБЪЕКТОВ?

И. В. Соколова* (1), В. А. Хвостов (2)

irn.sklv@gmail.com

1 — НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Университет штата Огайо, Колумбус

Аннотация. Когда мы видим ансамбль объектов (например, яблоки на дереве), в каком виде мы репрезентируем это множество? *Гипотеза сводных статистик* предполагает, что зрительная система имеет доступ исключительно к сводным статистикам ансамбля (средний цвет яблок и его вариативность), а *гипотеза распределения признака* допускает возможность репрезентации полного распределения признака и эксплицитного (сознательного) доступа к этому распределению (относительное количество яблок разных оттенков). Настоящее исследование направлено на проверку наличия эксплицитного доступа к распределению ориентаций в зрительных ансамблях. Испытуемым ($N=6$) показывали наборы из 36 равнобедренных треугольников, ориентации которых соответствовали одному из трех распределений — нормальному, равномерному или бимодальному. Затем испытуемым предъявлялся треугольник со случайной ориентацией, и им нужно было оценить, сколько треугольников с такой ориентацией они видели в наборе, используя слайдер (от 0 до 8). Было обнаружено, что усредненные кривые ответов испытуемых соответствуют формам предъявленных распределений, что было формально проверено с помощью анализа направления наклонов сегментированных регрессий. Полученные результаты согласуются с *гипотезой распределения признака* и противоречат *гипотезе сводных статистик*. Кроме того, полученные данные свидетельствуют, что эксплицитный доступ к форме распределения возможен не только для цветов, но и для ориентаций объектов.

Ключевые слова: зрительное восприятие, восприятие ансамблей, репрезентация распределения признака, сводные статистики ансамблей, зрительные признаки

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Зрительная система человека обладает ограниченными возможностями для детальной обработки каждого объекта сцены (Luck, Vogel, 2013), но при этом способна быстро и эффективно обрабатывать группы объектов — так называемые *ансамбли* (Alvarez, 2011). Было показано, что при предъявлении группы объектов люди могут достаточно точно оценить средние значения признаков — например, размер (Ariely, 2001), ориентацию (Parkes et al., 2001), цвет (Maule et al., 2014), а также их вариативность (Suárez-Pinilla et al., 2018). Однако механизмы, лежащие в основе эффективной обработки множеств, до сих пор не ясны.

Первоначально предполагалось, что зрительная система извлекает только сводные статистики ансамбля (например, среднее и дисперсию), в то время как более детальная информация о распределении после их извлечения не сохраняется (Alvarez, 2011). В дальнейшем мы будем обозначать эту точку зрения как *гипотезу сводных статистик*. При этом более поздние исследования показали, что зрительная система может формировать представление о полном распределении признаков, включающее больше деталей, чем среднее и дисперсия (Chetverikov et al., 2017). До недавнего времени считалось, что подобные репрезентации распределений недоступны на эксплицитном, то есть сознательном уровне (Hansmann-Roth et al., 2021), но последние исследования показали, что испытуемые имеют эксплицитный доступ к полному распределению цветов в ансамбле (Khvostov et al., 2025). Эти данные легли в основу нового подхода, согласно которому репрезентации ансамбля содержат полное распределение признаков, а испытуемый имеет сознательный доступ к этим репрезентациям. Далее мы будем обозначать этот подход как *гипотезу распределения признака*.

Однако зрительная система может обрабатывать цвет не так, как другие признаки. Так, было показано, что цвет сильнее интерферирует с обработкой других признаков (Callaghan, 1989), больше привлекает избирательное внимание (Theeuwes, 1992), имеет менее выраженный эффект сгущивания (Yashar et al., 2019), а его обработка, предположительно, может вообще не требовать ресурсов внимания (Bronfman et al., 2014). Таким образом, цель настоящего исследования — проверить, имеет ли зрительная система надежный эксплицитный доступ к распределению других признаков — в частности, ориентаций объектов.

В рамках данного исследования в каждой пробе испытуемым предъявлялся набор из треугольников, ориентации которых имели одну из трех форм распределения. Затем участники оценивали частоту появления одного случайно выбранного значения ориентации в наборе. В соответствии с *гипотезой распределения признака* мы ожидали, что кривые ответов испытуемых будут повторять форму предъявленных распределений ориентаций. В свою очередь, предсказание *гипотезы сводных статистик* заключалось в том, что независимо от типа распределения испытуемые должны переоценивать частоту значений, близких к среднему, что должно приводить к схожим формам кривых во всех условиях.

Методика

В эксперименте использовалась парадигма «Отчет о частоте признака» (Feature Frequency Report; Khvostov et al., 2024). В каждой пробе участникам на короткое время (800 мс) предъявлялся ансамбль из 36 равнобедренных треугольников с разными ориентациями, соответствующими распределению одной из трех форм: нормальному, равномерному или бимодальному (рис. 1А). Среднее значение и вид распределения ориентаций выбирались случайным образом для каждой пробы. После этого предъявлялся один треугольник (тестируемое значение), и участники должны были оценить, сколько треугольников с такой ориентацией они видели в наборе, используя шкалу от 0 до 8 (это значение соответствовало максимальному числу объектов одной ориентации).

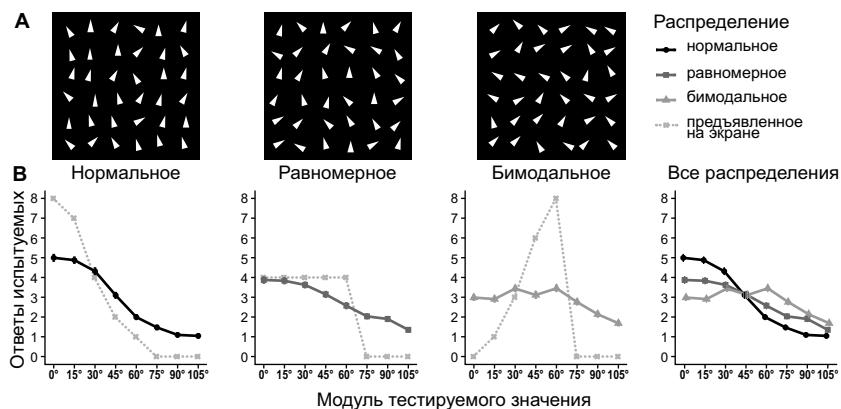


Рисунок 1. (А) — Примеры ансамблей с разной формой распределения ориентации и одинаковой средней ориентацией. (Б) — Кривые усредненных ответов испытуемых как функции модуля тестируемого значения в пробе (0° — среднее предъявленного распределения, 60° — край распределения); слева — ответы испытуемых и предъявленное распределение в каждом из условий; справа — комбинация ответов испытуемых во всех трех условиях. Столбики ошибок отражают стандартную ошибку среднего (SE)

Мы тестировали девять значений ориентаций: 0° (среднее распределения), $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 60^\circ$, а также шесть значений за пределами распределения ($\pm 75^\circ$, $\pm 90^\circ$, $\pm 105^\circ$) для точной оценки значений на краях распределения. Благодаря симметричности распределений относительно среднего анализ проводился по абсолютным отклонениям от центра, то есть распределения как бы «складывались пополам» вокруг среднего. Каждый участник выполнил 720 проб (3 распределения $\times$ 8 тестируемых значений (по модулю) $\times$ 30 проб).

Результаты

Представленный эксперимент является пилотным, в нем приняли участие 6 добровольцев (возраст от 21 до 57 лет; 2 женщины). Ответы испытуемых усреднялись для каждой комбинации условий, полученные значения использовались для построения кривых, отражающих, как часто, по мнению испытуемых, встречалась каждая ориентация в ансамбле (рис. 1Б).

Для формальной оценки формы полученных кривых использовалась сегментированная регрессия, которая позволяет разбить сложную кривую на несколько линейных сегментов с различными наклонами (до и после точки излома). Согласно гипотезе распределения признака, кривая, отражающая нормальное распределение, должна состоять из сегмента с отрицательным наклоном до точки излома и горизонтального участка после нее. И действительно, для нормального распределения наклон до точки излома (82.19°) был значимо меньше нуля ($M = -0.05$, $t(5) = -6.17$, $p < .001$, d Козна = 2.25), а после излома — не отличался от нулевого ($M = -0.003$, $t(5) = -0.84$, $p = .436$). Кривая для равномерного распределения должна включать сначала горизонтальный, а затем

убывающий участок. Согласно результатам, наклон до излома (21.14°) действительно был неотличимым от нуля ($M = -0.003$, $t(5) = -0.35$, $p = .738$), а после излома — отрицательным ($M = -0.03$, $t(5) = -6.75$, $p < .001$, $d = 2.76$). Для двухпикового распределения мы ожидали положительный наклон перед точкой излома и отрицательный — после. Вторая часть кривой после излома (60°) действительно имела отрицательный наклон ($M = -0.04$, $t(5) = -4.80$, $p = .005$, $d = 1.96$), а первая — положительный, однако значение не достигло статистической значимости ($M = 0.01$, $t(5) = 2.47$, $p = .057$, $d = 1.01$).

Для проверки того, что модель с изломом описывала данные значимо лучше, чем обычная линейная регрессия с одним сегментом, был использован тест Девиса. Для бимодального распределения было показано преимущество модели с изломом по сравнению с линейной моделью ($p = .001$). Для нормального и равномерного распределения результаты теста оказались незначимы ($p > .211$).

Обсуждение и выводы

Несмотря на то, что данное исследование задумывалось как пилотное, даже на относительно небольшой выборке были показаны значимые различия в ответах для разных форм распределений, а также получены высокие размеры эффектов ($d > 1.96$). Это свидетельствует в пользу основной гипотезы исследования о том, что кривые ответов испытуемых следуют форме предъявленных распределений, то есть о наличии эксплицитного доступа к распределению признаков. Мы планируем проведение основного исследования с большим количеством испытуемых. Оно позволит реплицировать полученные результаты, а также проверить гипотезы, требующие большей статистической мощности (положительный наклон в условии бимодального распределения и тест Девиса для нормального и равномерного распределений). В данном исследовании минимальный размер эффекта (для первого наклона в бимодальном распределении) составил 1.01, и при таком размере эффекта для достижения 0.95 мощности при уровне значимости 0.05 мы планируем набрать 15 участников в основное исследование.

Подводя итоги, текущее исследование позволяет генерализовать феномен эксплицитного доступа к полному распределению ориентаций, который ранее был показан только для распределений цвета (Khvostov et al., 2024). Полученные паттерны ответов испытуемых соответствуют ключевым предсказаниям *гипотезы распределения признака* (Khvostov et al., 2024), согласно которой эксплицитные репрезентации ансамблей отражают полное распределение признаков, а не сводятся к сводным статистикам (Hansmann-Roth et al., 2021). Данные результаты позволяют предположить, что испытуемые формируют структурированные, хотя и зашумленные, распределения признаков, из которых эксплицитно могут извлекаться как глобальные сводные статистики (например, среднее), так и локальные особенности распределения (например, пики и границы). Также это соответствует современной биологически правдоподобной модели, согласно которой ансамблевые репрезентации, сформированные на основе механизмов популяционного кодирования и пулинга, по своей природе являются распределениями признаков (Utochkin et al., 2024).

Литература

- Alvarez G. A.* Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122 – 131. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.01.003>
- Ariely D.* Seeing sets: Representation by statistical properties // Psychological Science. 2001. Vol. 12. No. 2. P. 157 – 162. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00327>
- Bronfman Z. Z., Brezis N., Jacobson H., Usher M.* We see more than we can report: “Cost free” color phenomenality outside focal attention // Psychological Science. 2014. Vol. 25. No. 7. P. 1394 – 1403. <https://doi.org/10.1177/0956797614532656>
- Callaghan T. C.* Interference and dominance in texture segregation: Hue, geometric form, and line orientation // Perception & Psychophysics. 1989. Vol. 46. No. 4. P. 299 – 311. <https://doi.org/10.3758/bf03204984>
- Chetverikov A., Campana G., Kristjánsson Á.* Representing color ensembles // Psychological Science. 2017. Vol. 28. No. 10. P. 1510 – 1517. <https://doi.org/10.1177/0956797617713787>
- Hansmann-Roth S., Kristjánsson Á., Whitney D., Chetverikov A.* Dissociating implicit and explicit ensemble representations reveals the limits of visual perception and the richness of behavior // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. No. 1:3899. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83358-y>
- Khvastov V., Kristjánsson A., Asgeirsson A. G.* Explicit access to detailed feature distribution representations // PsyArXiv. 2024. <https://doi.org/10.31234/osf.io/vt98a>
- Luck S. J., Vogel E. K.* Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences // Trends in Cognitive Sciences. 2013. Vol. 17. No. 8. P. 391 – 400. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.006>
- Maule J., Witzel C., Franklin A.* Getting the gist of multiple hues: Metric and categorical effects on ensemble perception of hue // Journal of the Optical Society of America A. 2014. Vol. 31. No. 4. P. A93. <https://doi.org/10.1364/josaa.31.000a93>
- Parkes L., Lund J., Angelucci A., Solomon J. A., Morgan M.* Compulsory averaging of crowded orientation signals in human vision // Nature Neuroscience. 2001. Vol. 4. No. 7. P. 739 – 744. <https://doi.org/10.1038/89532>
- Suárez-Pinilla M., Seth A. K., Roseboom W.* Serial dependence in the perception of visual variance // Journal of Vision. 2018. Vol. 18. No. 7:4. P. 1 – 24. <https://doi.org/10.1167/18.7.4>
- Theeuwes J.* Perceptual selectivity for color and form // Perception & Psychophysics. 1992. Vol. 51. No. 6. P. 599 – 606. <https://doi.org/10.3758/bf03211656>
- Utochkin I. S., Choi J., Chong S. C.* A population response model of ensemble perception // Psychological Review. 2024. Vol. 131. No. 1. P. 36 – 57. <https://doi.org/10.1037/rev0000426>
- Yashar A., Wu X., Chen J., Carrasco M.* Crowding and binding: Not all feature dimensions behave in the same way // Psychological Science. 2019. Vol. 30. No. 10. P. 1533 – 1546. <https://doi.org/10.1177/0956797619870779>

DO OBSERVERS HAVE EXPLICIT ACCESS TO THE DISTRIBUTION OF MULTIPLE ORIENTATIONS?

I. V. Sokolova* (1), V. A. Khvostov (2)

irn.sklyv@gmail.com

1 — Higher School of Economics, Moscow;

2 — Ohio State University, Columbus

Abstract. How do we represent sets/ensembles of objects (e.g., apples on a tree) in the visual system? The *summary statistics view* suggests that the visual system has access only to ensemble summary statistics (the average apple color and its variability). The *feature distribution view* claims that the visual system has explicit (conscious) access to the entire feature distribution (the relative quantity of different apple colors). This study aims to test explicit access to the distribution of orientations. Participants ($N=6$) were presented with sets of 36 isosceles triangles whose orientations followed one of three distributions: Gaussian, uniform, or bimodal. Then, a triangle with a random orientation was presented, and observers had to estimate how many triangles with that orientation they saw in the set, using a slider from 0 to 8. The results showed that the averaged response curves followed the shapes of the presented distributions. We formally tested that by analyzing slopes from segmented regressions. These findings are consistent with the *feature distribution view* and contradict the *summary statistics view*. Moreover, the results indicate that explicit access to distribution is possible not only for colors but also for object orientations.

Keywords: visual perception, ensemble perception, feature distribution representations, ensemble summary statistics, visual features

This research is supported by the Basic Research Program of HSE University.

МОЗГОВАЯ СВЯЗНОСТЬ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА, ПЕРЕНЕСШИХ ИШЕМИЧЕСКИЙ ИНСУЛЬТ

Д. И. Сыттыков* (1), А. И. Котюсов (1), О. А. Львова (2)

danil.sytykov@urfu.ru

1 — Учебно-научная лаборатория нейротехнологий, Екатеринбург;

2 — ГАУЗ СО Детская городская клиническая больница № 9, Екатеринбург

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению функциональной мозговой связности у детей раннего возраста, перенесших артериальный ишемический инсульт (ИИ). В исследовании приняли участие 28 детей, из которых 11 составили экспериментальную группу с клинически подтвержденным ИИ (15.4 ± 1.9 мес.), а 17 — контрольную группу без неврологических нарушений (14.6 ± 0.4 мес.). Для анализа использовалась электроэнцефалография (ЭЭГ) со 128 каналами в условиях зрительного внимания. Запись ЭЭГ проводилась дважды с интервалом 10 месяцев. Были рассчитаны сетевые показатели, включая степень посредничества, коэффициент кластеризации, модульность и коэффициент «клуба избранных». Вопреки ожиданиям, статистически значимых различий между группами и внутри них по данным показателям не обнаружено. Возможными причинами могут быть малый размер выборки, специфичность стимуляции и возраст испытуемых. Результаты отличаются от данных других исследований, где изучались более старшие возрастные группы или применялась ЭЭГ в состоянии покоя. В будущем предполагаются расширение выборки, учет латерализации поражений и включение когнитивных тестов для комплексной оценки восстановления мозговых функций.

Ключевые слова: ЭЭГ, ишемический инсульт, функциональная связность, центральность, модульность, коэффициент кластеризации

Введение

Развитие нервной системы особенно динамично происходит в раннем возрасте, в том числе активно происходит миелинизация проводящих путей в различных отделах головного мозга (Bethlehem et al., 2022). Эта динамика может отражаться в связности, измеряемой при помощи электроэнцефалографии. При этом локальные поражения, как артериальный ишемический инсульт, могут приводить к изменениям в проводящих путях, что в свою очередь может сказаться на показателях мозговой связности (Siegel et al., 2018). Повреждения мозга могут приводить к нарушению модульности мозговой сети и снижению ее эффективности (Aerts et al., 2016). По мере выздоровления наблюдается восстановление организации и эффективности мозговой сети практически до исходного уровня (Stam et al., 2010). Для детей процесс восстановления мо-

жет оказаться более удачным, чем для взрослых, однако поражение мозговых структур в раннем возрасте может оказать значительное влияние на развитие и вызывать процессы перестройки сетей. Инсульт может сопровождаться тяжелыми и стойкими неврологическими последствиями, включая выраженные когнитивные дефициты, однако в некоторых случаях возможно и полное восстановление функций (Rawanduzu et al., 2022). Изучение этих процессов может дать важную информацию об особенностях восстановления мозга.

Целью нашего исследования была оценка различий в показателях мозговой связности у детей раннего возраста, перенесших ишемический инсульт, и с типичным развитием.

Методика

В исследовании приняли участие 28 детей, в экспериментальную группу были включены дети ($n = 11$) с клинически подтвержденным ишемическим инсультом и возрастом манифестации симптомов до двух лет (перинатальный инсульт — 5 детей, 6 месяцев — 2 ребенка и по одному ребенку в 3, 9, 12 и 17 месяцев). Поражения имеют подкорковую локализацию в области средней мозговой артерии и задевают базальные ганглии (поражения слева — 7 детей, справа — 4 ребенка). Для сравнения была собрана контрольная ($n = 17$) группа без нарушений кровообращения в мозге. Запись ЭЭГ проводилась в два сеанса. Возраст в месяцах в первый прием в группе ИИ: $M = 15.4$, $SD = 1.9$, в контрольной группе: $M = 14.6$, $SD = 0.3$, во второй прием группа ИИ: $M = 24.8$, $SD = 0.3$, контрольная группа: $M = 25.2$, $SD = 0.9$. Средний период восстановления до первого сеанса в экспериментальной группе составил 9 месяцев. Запись проводилась на 128-канальном ЭЭГ-усилителе GEODESIC EEG SYSTEM 300. ЭЭГ записывалась в состоянии зрительного внимания. В качестве стимульного материала выступало трехминутное видео нейтрального содержания — запись аквариума с музыкальным сопровождением. ЭЭГ-запись была разбита на эпохи длиной 2.5 секунды (0.5 — перекрытие записи для исключения потери сигнала между эпохами). Для оценки функциональной связности использовался взвешенный индекс фазовой задержки (wPLI). Для анализа был выбран диапазон, соответствующий тета- и нижнему альфа-диапазонам (4–10 Гц). Расчет показателей был сделан в пространстве сенсоров. Для оценки сети были использованы взвешенные показатели сети по таким характеристикам, как степень посредничества (betweenness centrality), коэффициент кластеризации (clustering coefficient), модульность (modularity) и коэффициент «клуба избранных» (rich-club coefficient); порог связности равен 0.9. Для сравнения показателей был применен тест Уилкоксона для парных сравнений между визитами и непарный аналог для сравнений между группами.

Результаты

Показатели степени посредничества для группы детей с ИИ составили 143.75 в первый визит и 133.08 во второй визит и не показали статистически значимых различий ($V = 52$, $p = .102$), для контрольной группы между визитами (131.37 и 134.00) различий выявлено не было ($V = 54$, $p = .306$). Фактор группы

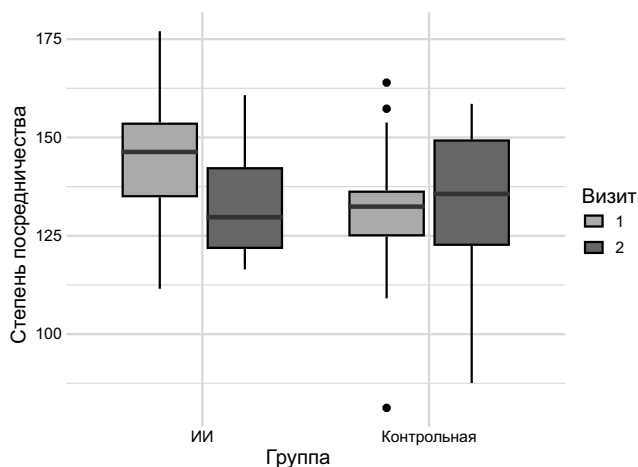


Рисунок 1. Сравнение степени посредничества по группам и визитам

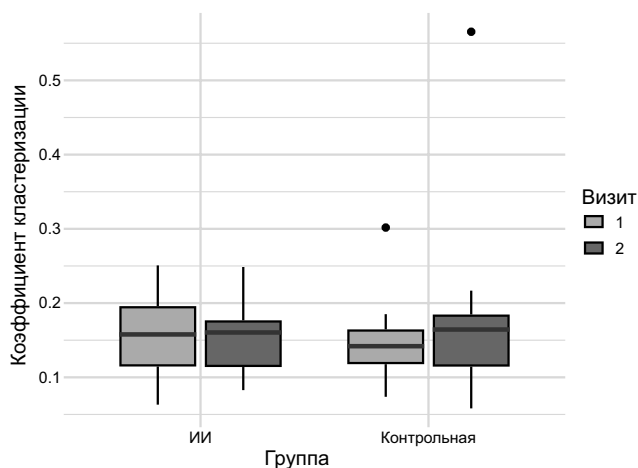


Рисунок 2. Сравнение коэффициентов кластеризации по группам и визитам

не оказал значимого влияния ни для первого ($W = 127, p = .122$), ни для второго ($W = 82, p = .611$) визитов (рис. 1).

Коэффициент кластеризации в группе ИИ между первым (0.157) и вторым (0.153) визитом статистически не различался ($V = 31, p = .898$), в контрольной между первым (0.147) вторым (0.174) визитом статистических различий также нет ($V = 57, p = .378$). Фактор группы не оказал значимого влияния (первый визит — $W = 111, p = .43$; второй визит — $W = 88, p = .817$; рис. 2).

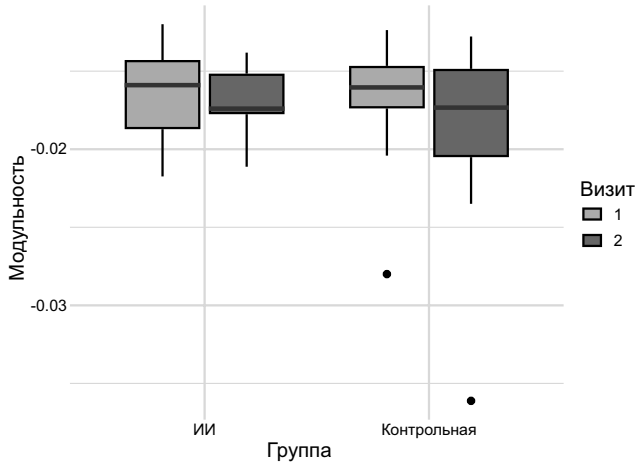


Рисунок 3. Сравнение модульности по группам и визитам

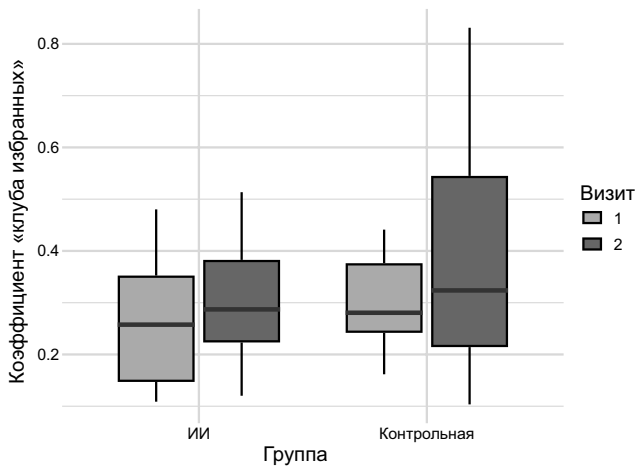


Рисунок 4. Сравнение коэффициента «клуба избранных» по группам и визитам

Значения модульности отрицательные как в группе ИИ (первый визит – -0.016 , второй – -0.017 , статистических различий нет: $V=40$, $p=.577$), так и в контрольной группе (первый визит – -0.017 , второй – -0.018 , статистических различий нет: $V=103$, $p=.225$). Фактор группы не является статистически значимым для первого ($W=92$, $p=.963$) и второго ($W=102$, $p=.711$) визитов (рис. 3).

Значение коэффициента «клуба избранных» для группы ИИ: 0.266 для первого визита и 0.302 для второго (различия статистически незначимы: $V=28$, $p=.7$), для контрольной группы: 0.303 для первого визита и 0.377 для второго (различия статистически незначимы: $V=51$, $p=.243$). Не было выявлено различий между группами ни в первый ($W=73$, $p=.353$), ни во второй ($W=79$, $p=.517$) визиты (рис. 4).

Обсуждение и выводы

В данном исследовании не были найдены статистически значимые различия между показателями внутри групп и между ними. Полученные результаты не соотносятся с данными других исследователей. В исследовании (Kavčič et al., 2023) в группе детей, перенесших ИИ, наблюдались более высокие значения коэффициента кластеризации по сравнению с контрольной группой. Аналогичные результаты были получены в работе (Craig et al., 2022), при этом было замечено снижение степени посредничества для глобальной сети. Предполагается, что эти результаты говорят о сниженном уровне централизации и преобладании характеристик локального взаимодействия, что может быть вызвано потерей части путей в результате ИИ. Стоит заметить, что возрастные группы в этих исследованиях были старше, потому можно предположить, что подобные изменения в функциональных связях могут возникать в более позднем возрастном периоде. Помимо этого, многие исследования берут для изучения состояние покоя (resting state), а в нашем случае у детей была задача наблюдать за визуальными стимулами в виде рыб в аквариуме.

Основные ограничения этого исследования связаны с размером выборки и ее спецификой. Вероятно, важным развитием исследований в данной области является увеличение количества наблюдений в экспериментальной группе. Стоит делить группы по локализации в зависимости от полушария ввиду латерализации функций мозга. Также может оказаться интересным метод срезов с целью наблюдения за динамикой развития сетей. Важным будет включение в исследование дополнительных методов, связанных с когнитивными характеристиками, например использования тестов на интеллект для нахождения связей между особенностями сетей и уровнем IQ.

Проведенная работа показывает, что метод ЭЭГ в сетевом анализе может быть полезным инструментом для изучения изменений функциональных сетей у детей с артериальным ишемическим инсультом. Однако для более точных выводов необходимы более масштабные исследования.

Литература

- Aerts H., Fias W., Caeyenberghs K., Marinazzo D. Brain networks under attack: robustness properties and the impact of lesions // *Brain*. 2016. Vol. 139. No. 12. P. 3063 – 3083. <https://doi.org/10.1093/brain/aww194>
- Bethlehem R.A.I. et al. Brain charts for the human lifespan // *Nature*. 2022. Vol. 604. No. 7906. P. 525 – 533. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04554-y>
- Craig B. T., Kinney-Lang E., Hilderley A. J., Carlson H. L., Kirton A. Structural connectivity of the sensorimotor network within the non-lesioned hemisphere of children with perinatal

stroke // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. No. 1. P. 3866:1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07863-4>

Kavčič A., Demšar J., Georgiev D., Meglič N. P., Šalamon A. S. EEG functional connectivity after perinatal stroke // Cerebral Cortex. 2023. Vol. 33. No. 17. P. 9927–9935. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhad255>

Rawanduzay C. A., Earl E., Mayer G., Lucke-Wold B. Pediatric stroke: A review of common etiologies and management strategies // Biomedicines. 2022. Vol. 11. No. 1. P. 2:1–10. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11010002>

Siegel J. S., Seitzman B. A., Ramsey L. E., Ortega M., Gordon E. M., Dosenbach N. U. F., Petersen S. E., Shulman G. L., Corbetta M. Re-emergence of modular brain networks in stroke recovery // Cortex. 2018. Vol. 101. P. 44–59. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.12.019>

Stam C., Hillebrand A., Wang H., Van Mieghem P. Emergence of modular structure in a large-scale brain network with interactions between dynamics and connectivity // Frontiers in Computational Neuroscience. 2010. Vol. 4. P. 133:1–13. <https://doi.org/10.3389/fncom.2010.00133>

BRAIN CONNECTIVITY IN YOUNG CHILDREN AFTER ISCHEMIC STROKE

D. I. Sytтыkov* (1), A. I. Kotyusov (1), O. A. Lvova (2)

daniil.syttykov@urfu.ru

1 — Neurotechnology Research and Education Laboratory, Ekaterinburg;

2 — City Clinic Children's Hospital № 9, Ekaterinburg

Abstract. This study focuses on the investigation of functional brain connectivity in early childhood following arterial ischemic stroke (AIS). The sample included 28 children, with 11 in the experimental group diagnosed with AIS and 17 in a control group without neurological impairments. EEG recordings were conducted using a 128-channel system during visual attention tasks. Network metrics such as betweenness centrality, clustering coefficient, modularity, and rich-club coefficient were analyzed. Contrary to expectations, no statistically significant differences were found between or within groups across these parameters. Potential reasons include the small sample size, the specific nature of visual stimulation, and the young age of participants. These results diverge from previous studies that involved older children or that used EEG during resting-state conditions. Future research should consider larger samples, account for lesion lateralization, and incorporate cognitive testing to provide a more comprehensive understanding of brain function recovery.

Keywords: EEG, ischemic stroke, connectivity, betweenness centrality, modularity, clustering coefficient

СВЯЗЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И ВЕРБАЛЬНОГО И НЕВЕРБАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Д. А. Тарасов* (1), Е. Р. Райманова (1), В. И. Исмагуллина (2),

П. В. Колясников (1), С. Б. Малых (2)

dmitrij.tarasov22@gmail.com

1 — УрФУ, Екатеринбург;

2 — ПИ РАО, Москва

Аннотация. Пространственные способности определяют эффективность манипуляций человека с пространственными зрительными образами. Также они являются предикторами в успешности освоения STEM-специальностей (наука, технологии, инженерия, математика). В исследованиях, посвященных связям пространственных способностей и шкал интеллекта, часто бывают противоречивые данные. Данная работа является пилотным исследованием и направлена на уточнение связей пространственных способностей и вербального и невербального интеллекта. Для оценки вербального интеллекта была использована методика «Прогрессивные матрицы Равена», для невербального — «Словарный запас» Г. В. Головина. Пространственные способности оценивались с помощью задач «Вращение точек», «Сгибание бумаги», «Механика» и «Сборка модели». По результатам корреляционного анализа была обнаружена связь между показателями невербального интеллекта и теста на пространственные способности «Сгибание бумаги» ($r = .30$). Более значимых связей между шкалами интеллекта и пространственными способностями не обнаружено.

Ключевые слова: пространственные способности, зрительно-пространственные способности, ментальное вращение, невербальный интеллект, вербальный интеллект, интеллект

Введение

Пространственные способности определяются как способности к созданию, воспроизведению, сохранению и преобразованию зрительно-пространственной информации (Lohman, 1993). Пространственные способности изучаются и рассматриваются как способности, определяющие успешность индивида в STEM-дисциплинах: науке, технологии, инженерии и математике (Wai et al., 2009).

Пространственные способности первоначально рассматривались как вторичные факторы интеллекта (Lohman, 1993), однако на текущий момент их выделяют в отдельный кластер когнитивных способностей. Но существуют свидетельства и обратного: так, пространственные способности и обусловленность культурным развитием связывают с успешностью выполнения задач на невербальный интеллект (Gonthier, 2022) и вербальный интеллект (Liu et al., 2021). Также сейчас существуют подтверждения того, что пространственные способности могут являться не разрозненными способностями, а единым конструктом (Rimfeld et al., 2017; Esipenko et al., 2018).

Таким образом, целью нашего пилотного исследования становится выявление связей между пространственными способностями, имеющими наибольшую связь с единым фактором пространственных способностей, и вербальным и невербальным интеллектом (Esipenko et al., 2018).

Методика

Для оценки невербального интеллекта использовался тест «Прогрессивные матрицы Равена». Методика представляет из себя 5 серий по 12 заданий, в которых участнику предлагается дополнить представленный в стимульном материале ряд недостающим элементом. В каждом задании таких элементов предложено по шесть штук. Для оценки невербального интеллекта было выбрано количество правильно выполненных заданий (Распопин, 2020).

Для оценки вербального интеллекта была использована короткая версия теста «Словарный запас» Г. Головина (Головин, 2015; Масленникова и др., 2017). Методика представляет собой список из 99 слов, 95 из которых настоящие и 4 – фальшивые. Настоящие слова подобраны в соответствии с частотой употребления. Для оценки вербального интеллекта по данной методике использовалось количество выбранных реальных слов.

Для оценки пространственных способностей использовались тесты «Вращение точек», «Механика», «Сгибание бумаги», «Сборка модели». Тесты были выбраны на основании исследования Есипенко Е. А. и др., показавшего унифакторную структуру пространственных способностей на выборке российских студентов (Esipenko et al., 2018). Задачи, выбранные нами, имеют наибольшую нагрузку в факторной структуре, а также наиболее дифференцированы как отдельные пространственные способности.

Тест «Вращение точек» включал в себя задания на ментальное вращение объектов. В задачах теста «Сгибание бумаги» участникам показывали схему сворачивания листа, в котором затем проделывали отверстие. Далее предлагалось выбрать развертку, соответствующую свернутому проколотому листу. В тесте «Сборка модели» участникам предстояло объединить элементы в один объект. Тест «Механика» представлял из себя задачи с простыми физическими механизмами и их совместными перемещениями.

В каждом тесте было 15 заданий (16 в тесте «Механика»), время выполнения всех заданий было ограничено 5 минутами (6 минут для теста «Механика»). Для анализа было использовано количество правильных ответов на каждый из тестов.

Выборку составили 158 человек. По результатам методики «Словарный запас» Г. Головина было исключено 50 участников, выбравших одно и более фальшивых слов. Такой результат считается недостоверным (Головин, 2015). Также девять из них были исключены как статистические выбросы (размер отклонения составил больше, чем 1.5 межквартильных интервала). В итоговую выборку вошло 99 человек, 19 из которых юноши. Возраст участников от 18 до 35, средний возраст участников 20.26 ± 3.13 . Все участники являются студентами Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина.

Результаты

Статистический анализ был проведен в программной среде RStudio с использованием пакетов tidyverse (организация данных), psych (расчет описательной статистики и корреляционного анализа), corrplot (визуализация) и writexl (сохранение результатов расчетов).

Согласно показателям асимметрии и эксцесса в таблице описательной статистики (см. табл. 1), наши данные имеют распределение, близкое к нормальному. В дальнейшем для анализа был использован параметрический коэффициент корреляции Пирсона с поправкой на множественное тестирование данных Бонферрони – Холма.

Таблица 1. Описательная статистика по показателям пространственных способностей, вербального и невербального интеллекта, 99 человек

Переменная	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>skew</i>	<i>kurt</i>
Прогрессивные матрицы Равена	51.6	3.91	42	60	-0.27	-0.34
Словарный запас	73.3	9.69	47	92	-0.51	-0.11
Сгибание бумаги	9.4	2.94	1	15	-0.43	-0.21
Вращение точек	9.3	3.00	1	15	-0.41	-0.25
Сборка модели	7.3	2.00	2	13	-0.11	0.09
Механика	10.2	1.87	6	14	-0.09	-0.56

Примечание: *M* – среднее значение, *SD* – стандартное отклонение, *min* – минимальное значение, *max* – максимальное значение, *skew* – асимметрия, *kurt* – эксцесс.

По результатам корреляционного анализа наблюдаются связь невербального интеллекта и теста «Сгибание бумаги». Значимых связей невербального интеллекта с задачами на пространственные способности не было обнаружено (см. рис. 1).

Также стоит отметить, что показатели корреляции между тестами пространственного интеллекта являются значимыми. Корреляция между тестами «Вращение точек», «Сгибание бумаги» и «Сборка модели» составляет .31 – .46, что указывает на слабую связь. Результаты теста «Механика» коррелируют только с задачей «Вращение точек».

Обсуждение и выводы

Целью данной работы было изучение связи пространственных способностей с вербальным и невербальным интеллектом. В ходе работы была выявлена значимая корреляция теста «Сгибание бумаги» с невербальным интеллектом. Эта связь может быть объяснена тем, что сама задача «Сгибание бумаги» предполагает ментальное моделирование слоев бумаги и дальнейшую оценку получившегося от прокола узора, что может быть более близко к задачам на невербальный интеллект. В то же время задачи «Вращение точек» и «Сборка модели» предполагают использование других пространственных навыков, связь которых с невербальным интеллектом может быть меньше, поэтому наблюдаются низкие (.22 и .18 соответственно) корреляции. Однако с увеличением размера выборки эффект связи может оказаться низким, но значимым. Также, говоря о единой структуре пространственных способностей, стоит отметить, что наиболее показательными тестами являются «Сгибание бумаги», «Вращение точек»

Таблица 2. Корреляционная матрица для пространственных способностей и вербального и невербального интеллекта, 99 человек

	1	2	3	4	5	6
Прогрессивные матрицы Равена (1)	1	.21	.30*	.22	.18	-.02
Уровень словарного запаса (2)	.21	1	.01	.04	.11	-.05
Сгибание бумаги (3)	.30*	.01	1	.46***	.34**	.23
Вращение точек (4)	.22	.04	.46***	1	.31*	.33**
Сборка моделей (5)	.18	.11	.34**	.31*	1	.12
Механика (6)	-.02	-.05	.23	.33**	.12	1

Примечание: * — значимо на уровне 0.05, ** — значимо на уровне 0.01, *** — значимо на уровне 0.001.

и «Сборка моделей». Тест «Механика» имеет с ними умеренную корреляцию (Esipenko et al., 2018) и отражает способность применения пространственных способностей в реальной жизни. Этим объясняется отсутствие корреляции теста «Механика» с другими тестами на пространственные способности (кроме «Вращение точек»), а также с вербальным и невербальным интеллектом.

Полученные результаты относительно связи вербального интеллекта с пространственными способностями согласуются с предыдущими исследованиями (Likhanov et al., 2022), свидетельствующими о низкой или незначительной связи.

Литература

Головин Г. В. Измерение пассивного словарного запаса русского языка // Социо- и психолингвистические исследования. 2015. № 3. С. 148–159.

Масленникова Е. П., Фекличева И. В., Есипенко Е. А., Шарафиева К. Р., Исмагуллина В. И., Головин Г. В., Миклашевский А. А., Чипеева Н. А., Солдатова Е. Л. Словарный запас как показатель вербального интеллекта: применение экспресс-методики оценки словарного запаса // Психология. Психофизиология. 2017. Т. 10. № 3. С. 63–69. <https://doi.org/10.14529/psy170306>

Распопин Е. В. Стандартизация прогрессивных матриц Равена // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2020. Т. 9. № 1А. С. 14–18.

Esipenko E. A., Maslennikova E. P., Budakova A. V., Sharafieva K. R., Ismatullina V. I., Feklicheva I. V., Chipeeva N. A., Soldatova E. L., Borodaeva Z. E., Rimpfeld K., Shakeshaft N. G., Malanchini M., Malykh S. B. Comparing spatial ability of male and female students completing humanities vs. technical degrees // Psychology in Russia: State of the Art. 2018. Vol. 11. No. 4. P. 37–49. <https://doi.org/10.11621/pir.2018.0403>

Gonthier C. Cross-cultural differences in visuo-spatial processing and the culture-fairness of visuo-spatial intelligence tests: An integrative review and a model for matrices tasks // *Cognitive Research: Principles and Implications*. 2022. Vol. 7. No. 1. P. 11:1 – 27. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00350-w>

Likhanov M., Maslennikova E., Costantini G., Budakova A., Esipenko E., Ismatullina V., Kovas Y. This is the way: Network perspective on targets for spatial ability development programmes // *British Journal of Educational Psychology*. 2022. Vol. 92. No. 4. P. 1597 – 1620. <https://doi.org/10.1111/bjep.12524>

Liu S., Wei W., Chen Y., Hugo P., Zhao J. Visual – spatial ability predicts academic achievement through arithmetic and reading abilities // *Frontiers in Psychology*. 2021. Vol. 11. P. 591308:1 – 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591308>

Lohman D. F. Spatial ability and G. Paper presented at the first Spearman Seminar, University of Plymouth, July 21, 1993. Iowa, USA: The University of Iowa Iowa City, 1993.

Rimfeld K., Shakeshaft N. G., Malanchini M., Rodic M., Selzam S., Schofield K., Dale P. S., Kovas Y., Plomin R. Phenotypic and genetic evidence for a unifactorial structure of spatial abilities // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. Vol. 114. No. 10. P. 2777 – 2782. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607883114>

Wai J., Lubinski D., Benbow C. P. Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance // *Journal of Educational Psychology*. 2009. Vol. 101. No. 4. P. 817 – 835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>

THE RELATIONSHIP BETWEEN SPATIAL ABILITY AND VERBAL AND NONVERBAL INTELLIGENCE: A PILOT STUDY

D. A. Tarasov* (1), E. R. Raimanova (1), V. I. Ismatullina (2), P. V. Kolyasnikov (1), S. B. Malykh (2)
dmitriij.tarasov22@gmail.com

1 – Ural Federal University, Yekaterinburg;

2 – Psychological Institute of the Russian Academy of Education, Moscow

Abstract. Spatial abilities are responsible for the efficiency of human interactions with spatial-visual images. They are also predictors of success in STEM fields (science, technology, engineering, math). Studies on the relationship between spatial abilities and intelligence scales often have conflicting data. This paper is a pilot study that aims to clarify the links between spatial ability and verbal and nonverbal intelligence. The “Raven's Progressive Matrices” method was used to assess verbal intelligence, with non-verbal intelligence assessed by G.V. Golovin's “My vocabulary”. Spatial abilities were assessed using the “Shape rotation”, “Paper folding”, “Mechanics”, and “Pattern assembly” tasks. According to the results of the correlation analysis, there was a correlation between the indicators of non-verbal intelligence and the “Paper folding” test for spatial abilities ($r = .30$). No other significant relationships were found between intelligence scales and spatial abilities.

Keywords: spatial ability, visual-spatial ability, mental rotation, nonverbal intelligence, verbal intelligence, intelligence

ОСОБЕННОСТИ УПОТРЕБЛЕНИЯ РЕДУЦИРОВАННЫХ РЕФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ КАК ИНДИКАТОР ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

Т. Е. Тыщишина

tyshchishinat@mail.ru

МГУ, Москва

Аннотация. В речи больных с расстройствами шизофренического спектра выделяются характерные особенности, связанные с когнитивными нарушениями. Референциальный выбор — процесс определения языкового средства для обращения к объектам реального мира в дискурсе, задействующий многие когнитивные функции, поэтому ожидается, что в речи больных с психическими заболеваниями будут наблюдаться ошибки референциального выбора, не характерные для здоровых людей. В нашей работе мы исследовали употребление редуцированных референциальных средств при пониженной активации референта и неоднозначные случаи как ошибки, способные характеризовать речь больных с шизофреническими расстройствами. В исследовании принимали участие юноши 16–24 лет трех групп здоровья (контроль, шизотипическое расстройство, шизофрения), которым было предложено прокомментировать и пересказать «Фильм о грушах» У. Чейфа (Chafe, 1980). В расшифрованных записях выделялись употребления референциальных средств и случаи неоднозначности. Данные показали, что в речи испытуемых с психическими заболеваниями употребления редуцированных референциальных средств при низкой активации референта встречаются значительно чаще, чем в норме, кроме того, при пересказе доля исследуемых употреблений значимо отличается клинические группы друг от друга. Высокая доля неоднозначных употреблений референциальных средств также характеризует речь больных с шизофренией. Таким образом, anomальное употребление редуцированных референциальных средств действительно может являться характерной особенностью речи больных с расстройствами шизофренического спектра и способствовать более точной диагностике этих заболеваний.

Ключевые слова: шизофрения, шизотипическое расстройство, дискурс, референция, референциальный выбор, порождение речи

Введение

Шизофренические расстройства — спектр тяжелых психических заболеваний, которые сопровождаются фундаментальными нарушениями мышления и речи.

Референцией называется обращение к объектам реального мира (референтам) в процессе коммуникации. Говорящий может отсылать к референту с использованием различных референциальных выражений, или средств (полные именные группы, местоимения, нулевые выражения).

Являясь сложным процессом, референция требует больших когнитивных усилий: говорящий должен оценивать модель мира в сознании адресата и выбирать соответствующие ситуации референциальные средства. Согласно многофакторной модели референциального выбора (Kibrik, 2011), на степень активации референта влияет дискурсивный контекст, в том числе расстояние в клаузах до antecedента (предыдущего упоминания). Если расстояние большое, активация референта в сознании слушающего снижается и использование говорящим редуцированных референциальных средств (местоимений и нулевых выражений) становится невозможным.

При когнитивных нарушениях, сопровождающих психические заболевания, наблюдаются нехарактерные для здоровой нормы референциальные паттерны. Например, во многих работах (Çokal et al., 2018; Sevilla et al., 2018; и др.) отмечалась повышенная частотность в речи больных шизофренией неоднозначных употреблений референциальных средств (когда неясно, к какому именно antecedенту отсылает говорящий, как в примере (1)). В нашем исследовании было замечено, что в речи испытуемых с расстройствами шизофренического спектра наблюдаются не только неоднозначные употребления, но и употребления, не соответствующие предполагаемому уровню активации референта (2). Мы полагаем, что эти параметры действительно отличают речь юношей из клинических групп от здоровой нормы.

(1) Один мальчик заметил, что шляпа =

Тот мальчик, который ударился, уронил шляпу.

Потом **он** эту шляпу (0.6) дал обратно **ему**.

(2) Снова картина как человек собирает... груши. Он их срывает. Человек на заднем плане — мальчик едет на велосипеде. Он в шляпе в ээ... рубашке, каком-то тоже своеобразном платке. Вот он подъехал к ээ (0.26) дереву. Ø Остановился. Ø Слез с велосипеда. Ø кладет велосипед. Видимо Ø крадет грушу. А нет, он скорее всего помогает **ему**.

Методика

Для проверки выдвинутой гипотезы нами были проанализированы записи испытуемых трех групп здоровья: нормы, больных с шизофренией и с шизотипическим расстройством (F20 и F21 по международной классификации болезней). В каждую группу входило 8 испытуемых (мужчины, 16–24 года). В качестве стимульного материала использовался фильм У. Чейфа «Фильм о грушах» (Chafe, 1980), который испытуемые должны были смотреть, комментировать, а затем пересказывать.

Аудиозаписи расшифровывались в программе Praat с выделением ЭДЕ и используемых референциальных средств.

Результаты

Несмотря на одинаковый стимульный материал, нарративы в трех исследуемых группах различались по объему и количеству использованных референциальных средств. Данные о среднем количестве употребленных референциальных средств по группам представлены в табл. 1.

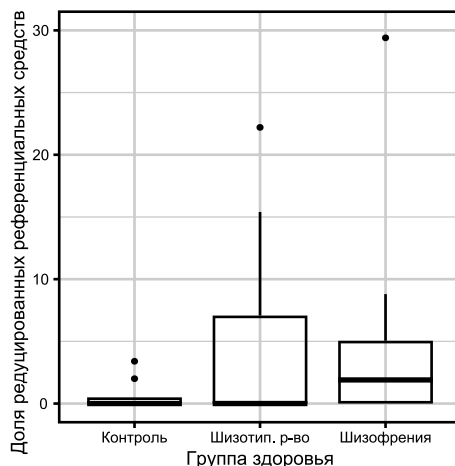


Рисунок 1. Доля употреблений редуцированных референциальных средств на расстоянии более 4 клауз до antecedента при онлайн-комментировании

Таблица 1. Среднее количество референциальных средств в речи испытуемых

	Шизофрения	Шизотипическое р-во	Контроль
Комментирование	43.00	61.75	87.50
Пересказ	31.50	45.75	67.75
Всего	74.50	107.50	155.25

Мы проанализировали долю употреблений редуцированных референциальных средств на расстоянии более четырех клауз от antecedента в речи испытуемых при пересказе и комментировании. Результаты представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

При комментировании паттерны в трех группах являются довольно схожими. Кроме того, в речи четырех человек из группы с шизофренией и пяти человек из группы с шизотипическим расстройством при комментировании не было ни одного употребления редуцированного референциального средства при пониженной активации референта. Проверка различий между группами критерием Краскала – Уоллеса показывает отсутствие статистической значимости ($p = .369$).

Обратная картина наблюдается при анализе результатов обработки данных пересказов, отраженных на рис. 2.

Диаграммы отражают сильное отличие клинических групп не только от здоровой нормы, но и между собой. Доля употреблений, не соответствующих уровню активации референта в речи больных с шизофренией значительно выше, чем в речи больных с шизотипическим расстройством, что коррелирует с тяжестью заболевания и уровнем наблюдаемых когнитивных нарушений.

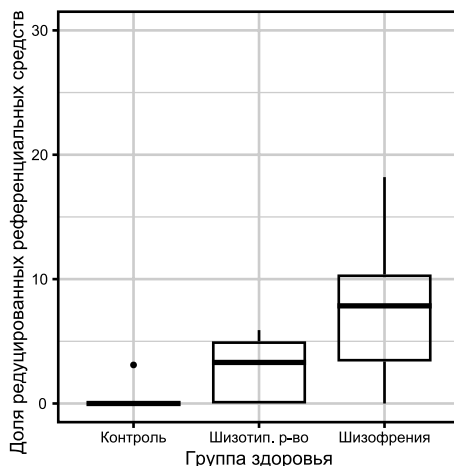


Рисунок 2. Доля употреблений редуцированных референциальных средств на расстоянии более четырех клауз до antecedента при пересказе

Различие между группами при анализе критерием Краскала – Уоллеса тоже является значимым ($p = .007$).

Помимо доли употребления редуцированных референциальных средств при низкой активации в речи больных с психическими заболеваниями, мы проанализировали долю неоднозначных употреблений референциальных средств при пересказе в речи испытуемых и получили данные, соответствующие ожиданиям: в группе больных шизофренией доля неоднозначных употреблений референциальных средств в среднем составила 8.9 %, в группе с шизотипическим расстройством – 1.1 %, а в группе здоровой нормы – 0.1 %. Полученные данные представлены в табл. 2.

Обсуждение и выводы

Анализируя данные, мы можем сказать, что паттерны выбора референциальных средств, в том числе употребление редуцированных средств при низкой активации референта, действительно различаются у исследуемых нами групп испытуемых. В более независимой от внешнего контекста речевой ситуации пересказа референциальные особенности речи проявляются наиболее полно, отличая речь испытуемых клинических групп между собой и от речи группы контроля.

Клинические группы различаются в том числе и по доле неоднозначных употреблений референциальных средств. Можно утверждать, что высокая доля подобных ошибок в речи характерна для пациентов с шизофренией, тогда как отсутствие референциальных конфликтов не может характеризовать психическое состояние говорящего.

Когнитивные нарушения, характерные для расстройств шизофренического спектра, отражаются в речи, в том числе способствуют появлению характер-

Таблица 2. Доля неоднозначных употреблений референциальных средств при пересказе

Шизофрения			Шизотипическое р-во			Контроль		
Исп.	Кол-во	Доля	Исп.	Кол-во	Доля	Исп.	Кол-во	Доля
A	3	17.6	I	0	0	Q	1	0.8
B	8	21.6	J	1	2.3	R	0	0
C	3	7.7	K	0	0	S	0	0
D	1	4.2	L	0	0	T	0	0
E	0	0	M	1	2.5	U	0	0
F	6	8.2	N	0	0	V	0	0
G	3	12	O	1	2.1	W	0	0
H	0	0	P	1	1.6	X	0	0

ных ошибок референциального выбора. Полученные наблюдения могут быть полезны при диагностике наличия заболевания и при последующей спецификации диагноза. В дальнейших исследованиях мы планируем проверить наблюдаемые паттерны на большей выборке и выделить дополнительные параметры, влияющие на референциальный выбор в речи людей с психическими заболеваниями.

Литература

Çokal D., Sevilla G., Jones W. S., Zimmerer V., Deamer F., Douglas M., Spencer H., Turkington D., Ferrier N., Varley R., Watson S., Hinzen W. The language profile of formal thought disorder // *npj Schizophrenia*. 2018. Vol. 4. No. 1. P. 1 – 8. <https://doi.org/10.1038/s41537-018-0061-9>

Kibrik A. A. Reference in discourse. *Oxford studies in typology and and linguistic theory*. Oxford: Oxford University Press, 2011. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199215805.001.0001>

Sevilla G., Rosselló J., Salvador R., Sarró S., López-Araquistain L., Pomarol-Clotet E., Hinzen W. Deficits in nominal reference identify thought disordered speech in a narrative production task // *PLOS ONE*. 2018. Vol. 13. No. 8. P. e0201545:1 – 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201545>

The pear stories: Cognitive, cultural, and linguistic aspects of narrative production / W. Chafe (Ed.). Norwood: Ablex, 1980.

THE USE OF REDUCED REFERENTIAL DEVICES AS A MARKER OF MENTAL DISORDERS

T. E. Tyshchishina

tyshchishinat@mail.ru

Moscow State University, Moscow

Abstract. There are characteristic features associated with cognitive impairment in the speech of patients with schizophrenia spectrum disorders. Referential choice is a complex process that requires cognitive resources, so we expect that the speech of patients with mental disorders will show atypical features of referential choice. In our work, we investigated the use of reduced referential devices with low referent activation and ambiguous use of referential devices as typical errors. The study involved young men aged 16–24 from three health groups (control, schizotypal disorder, schizophrenia), who commented on and retold “The Pear Stories” by W. Chafe (Chafe, 1980). The data showed that in the speech of subjects with mental disorders, the use of reduced referential devices with low referent activation is significantly more common than normal. In addition, when retelling, the proportion of the studied reduced uses significantly distinguishes the clinical groups from each other. A high proportion of unclear uses of referential devices also characterizes the speech of patients with schizophrenia. Thus, the abnormal use of reduced referential devices may actually be a characteristic feature of the speech of patients with schizophrenia spectrum disorders, which could contribute to a more accurate diagnosis of these diseases.

Keywords: schizophrenia, schizotypal disorder, discourse, reference, referential choice, speech production

ДЕТСКИЙ КОМПОНЕНТ СЛУХОВОГО ОТВЕТА P100m ЧУВСТВИТЕЛЕН К ПАТТЕРНАМ И ОТРАЖАЕТ РЕЧЕВЫЕ СПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

К. А. Фадеев* (1), И. В. Ромеро Рейес (1), Д. Э. Гояева (1), Т. С. Обухова (1),
Т. М. Овсянникова (1), А. О. Прокофьев (1), А. М. Рытикова (1), А. Ю. Новиков (2),
Т. А. Строганова (1), Е. В. Орехова (1)

fadeevk.fefu@gmail.com

1 — Центр нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центр), Московский
государственный психолого-педагогический университет, Москва;

2 — РБОО «Центр лечебной педагогики», Москва

Аннотация. Предыдущие исследования показали, что компонент слухового ответа P100m, регистрируемый с помощью магнитоэнцефалографии (МЭГ), отражает уровень речевого развития у детей и, в частности, нарушение речевых способностей при расстройствах аутистического спектра (РАС). В настоящем исследовании изучалось влияние паттернов, присущих гласным звукам, — их спектральной (формантной) и временной (периодичность) структуры — на амплитуду и латентность компонента P100m у детей с РАС и у их типично развивающихся (ТР) сверстников. Результаты показали, что как спектральные, так и временные паттерны ведут к росту устойчивой негативности (УН), которая, в свою очередь, влияет на параметры P100m. Таким образом, компонент P100m отражает как фазические процессы детекции звука, так и тонические механизмы анализа акустических паттернов. Для компонента P100m не было выявлено групповых различий в амплитуде и латентности или во влиянии на них типа стимула. Независимо от типа стимула, более высокая амплитуда P100m в левой слуховой коре у детей с РАС была связана с худшими речевыми и когнитивными показателями. Поскольку P100m уменьшается с возрастом, а также при повторении стимула, данные результаты свидетельствуют о возможной связи речевых и когнитивных нарушений с задержкой созревания слуховой коры левого полушария и/или с нарушением адаптации корковых механизмов у детей с РАС.

Ключевые слова: слуховая кора, магнитоэнцефалография, аутизм, P100m, устойчивая негативность, гласные звуки

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-18-00739).

Введение

P100m — компонент магнитного слухового ответа, возникающий примерно через 100 мс после предъявления звукового стимула. Он рассматривается как возможный нейрофизиологический маркер нарушений слухового вос-

приятия и речевых способностей при расстройствах аутистического спектра (РАС) (Yoshimura et al., 2021; Roberts et al., 2019). При этом влияние типа стимуляции на характеристики P100m предыдущими авторами не учитывалось. В то же время стимулы, содержащие временные или частотные паттерны, такие как высоты тона или спектральная (форманты) структура гласной, ведут к увеличению устойчивой негативности (УН; *sustained negativity*; Gutschalk, Uppenkamp, 2011; Orekhova et al., 2024; Fadeev et al., 2024), которая, пересекаясь во времени с P100m, может влиять на его параметры (Molloy et al., 2019). В данной работе мы исследовали, зависят ли амплитуда и латентность компонента P100m у детей с РАС и у типично развивающихся (ТР) детей от регулярности звукового стимула. Мы также проверяли, подтверждаются ли результаты предыдущих исследований о связи показателей P100m с речевыми способностями у детей с РАС (Roberts et al., 2019) и, если да, будет ли эта связь зависеть от наличия звукового паттерна.

Методы

В исследовании приняли участие 35 мальчиков с РАС (6.9–12.8 лет, $M=10.2 \pm 1.7$) и 39 ТР мальчиков (7.3–13.0 лет, $M=9.8 \pm 1.8$). Выборку составили только мальчики, поскольку, во-первых, они составляют около 80 % популяции детей с РАС, а во-вторых, диагностика аутизма у девочек затруднена, поскольку девочки лучше камуфлируют свои трудности. Стимулы являлись синтетическими гласными (/a/, /o/, /y/) длительностью 800 мс, различались наличием или отсутствием периодичности и формантной структуры и были представлены четырьмя типами: периодическими гласными, непериодическими гласными, периодическими негласными и непериодическими негласными (контрольные стимулы). Для каждого из четырех типов гласных было по 270 предъявлений, представленных в случайном порядке. Межстимульный интервал — 500–800 мс. Регистрация магнитных полей проводилась с помощью МЭГ. Для локализации источников использовался метод sLORETA и индивидуальные MPT-модели мозга каждого ребенка. Латентность и амплитуда компонента P100m, а также амплитуда УН оценивались в корковых источниках P100m. Корковый источник P100m определяли в верхней височной коре как конфигурацию пяти точечных диполей с наибольшим значением амплитуды сигнала в диапазоне 50–140 мс. Уровень речевого развития детей оценивали с помощью русской батареи оценки речевого развития детей (КОРАБЛИК; Ivanova et al., 2016). Для оценки уровня интеллектуального развития применяли тест КАВБС-II, рассчитывая Mental Processing Index (MPI). Поскольку у детей с РАС наблюдалась высокая корреляция ($r_s = .5$, $p = .005$) между этими шкалами, мы далее использовали интегральную оценку речевого и когнитивного развития, выделенную на основе анализа главных компонент.

Для анализа эффекта группы (ТР, РАС) и факторов типа стимула (4 уровня) и полушария (2 уровня) на зависимые переменные — амплитуду или латентность компонента P100m или амплитуду устойчивой негативности (УН) — использовался дисперсионный анализ с повторными измерениями (rmANOVA).

Пост-хок-сравнения между условиями проводились с помощью критерия Уилкоксона с FDR-коррекцией. Для проверки равенства дисперсий использовался критерий Левена. Корреляционный анализ между нейрофизиологическими параметрами и речевыми/когнитивными показателями проводился с использованием *r*-Спирмена.

Результаты

Группы ТР и РАС различались по уровню интеллектуального развития (*t*-Стьюдента: $t(71) = 9.7$, $p < .001$). У детей обеих групп амплитуда компонента P100m была наибольшей в ответ на контрольные стимулы (непериодические негласные звуки без временной и спектральной регулярности) и достоверно снижалась в ответ на стимулы, содержащие периодичность, формантную структуру или их сочетание (рис. 1). Дисперсионный анализ с повторными измерениями с факторами «Группа», «Тип стимула» и «Полушарие» показал значимость основного эффекта типа стимула ($F(3, 213) = 146.9$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .67$) без значимого основного эффекта группы и взаимодействия эффекта группы и типа стимула.

Это снижение амплитуды P100m между условиями сопровождалось пропорциональным увеличением амплитуды УН, противоположной по знаку (рис. 1). Пост-хок-анализ сравнения контрольного условия и тестовых (критерий Уилкоксона с FDR-коррекцией) показал, что для амплитуды P100m во всех случаях значения были достоверно выше в контрольном условии по сравнению с тестовыми (все $p < .0001$). Для УН наблюдалась противоположная картина: ее амплитуда была достоверно выше в тестовых условиях, содержащих регулярности, по сравнению с контрольным условием (все $p < .0001$).

Латентность компонента P100m также зависела от наличия временной и/или спектральной регулярности стимула: она была наибольшей при предъявлении контрольных стимулов и сокращалась при наличии в звуках периодичности и формантной структуры. Это подтвердил основной эффект фактора «Тип стимула» в дисперсионном анализе ($F(3, 213) = 136.7$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .66$) без значимых основного эффекта группы и взаимодействия группы и типа стимула. Последующий пост-хок-анализ (критерий Уилкоксона с FDR-коррекцией) также подтвердил, что латентность P100m была достоверно длиннее в контрольном условии по сравнению с тестовыми условиями во всех случаях (все $p < .0001$).

Сравнение между группами не выявило значимых различий ни в амплитуде, ни в латентности компонента P100m (*t*-тест Стьюдента, все $p > .25$), ни в степени модуляции этих параметров характеристиками стимулов. Однако вариабельность латентности компонента P100m была существенно выше в группе детей с РАС, что свидетельствует о большей гетерогенности нейронных ответов в этой группе. Тест Левена показал значительно большую дисперсию в группе РАС по сравнению с группой ТР в левом полушарии для периодических негласных ($F = 5.58$, $p = .021$), непериодических гласных ($F = 5.74$, $p = .019$) и непериодических негласных ($F = 4.76$, $p = .032$) и в правом полушарии для непериодических негласных ($F = 6.01$, $p = .016$).

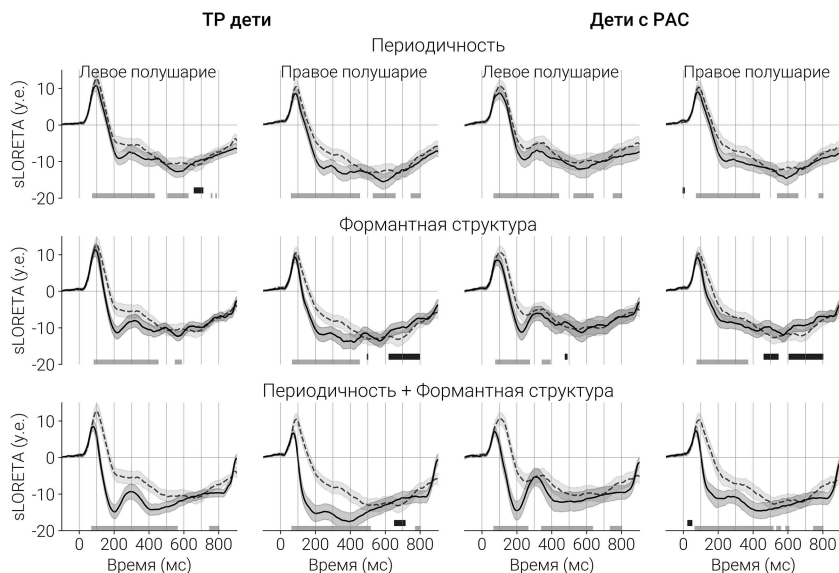


Рисунок 1. Усредненные по группам вызванные ответы в левом и правом источниках компонента P100m в слуховой коре у типично развивающихся (ТР) детей и детей с РАС. Верхняя панель: эффект периодичности (периодические негласные стимулы). Средняя панель: эффект формантной структуры (непериодические гласные стимулы). Нижняя панель: совместный эффект периодичности и формантной структуры (периодические гласные стимулы). Тестовые условия обозначены сплошными линиями; контрольное условие (непериодические негласные стимулы) — черной пунктирной линией. Прямоугольниками под кривыми отмечены статистически значимые различия между тестовыми и контрольным условиями в каждой временной точке (парный t -тест, $p < .05$, поправка на множественные сравнения методом FDR). Прямоугольники снизу обозначают меньшие значения тока в тестовом условии по сравнению с контролем, прямоугольники сверху — большее. Заштрихованные области — 95 %-ый доверительный интервал

Примечательно, что тест КОРАБЛИК специально разработан для оценки речевых способностей у детей с нарушениями речи. Как следствие, ТР дети часто достигают потолка показателей, что исключает возможность статистического анализа взаимосвязи результатов теста КОРАБЛИК и P100m в этой группе. По этой причине анализ был ограничен детьми с расстройствами аутистического спектра, у которых имелись полные оценки речевых способностей и IQ ($N = 31$). Несмотря на отсутствие межгрупповых различий в средних значениях амплитуды P100m, в группе детей с РАС была выявлена значимая отрицательная корреляция между амплитудой этого компонента в левой слуховой коре и общим уровнем речевых и интеллектуальных способностей (r -Спирмена: периодическая гласная: $r = -.29$, $p = .115$; непериодическая гласная: $r = -.48$, $p = .007$; периодическая негласная: $r = -.42$, $p = .022$; непериодическая негласная: $r = -.57$, $p = .001$). Данная связь была наиболее выражена для непериодических негласных стимулов, вызывающих наибольшую амплитуду P100m.

Обсуждение и выводы

Результаты исследования подтверждают, что компонент P100m отражает как фазические процессы детекции и ориентировочного реагирования на звук, так и тонические механизмы анализа акустических паттернов, связанные с усилением УН (Molloy et al., 2019; Wang, 2018). Нормальная модуляция P100m звуковыми паттернами у детей с PAC свидетельствует о сохранности «тонических» механизмов обработки акустических паттернов, характерных для гласных звуков, в данном временном диапазоне.

Отсутствие различий в амплитуде и латентности P100m у детей с PAC и у ТР детей говорит о том, что, рассматриваемые отдельно, параметры P100m вряд ли могут являться надежными маркерами PAC или сопутствующих речевых расстройств. В то же время связь амплитуды P100m с уровнем речевого и когнитивного развития у детей с PAC, не зависящая от наличия/отсутствия звуковых паттернов, позволяет сделать предположения о связи фазических процессов генерации P100m с наблюдаемыми у них речевыми и когнитивными нарушениями. Эти результаты позволяют предположить, что наблюдаемая связь не является специфической для обработки акустических характеристик гласных звуков, а скорее представляет собой более общие нейронные механизмы, которые модулируют ответы P100m на различные слуховые стимулы. Поскольку по данным литературы амплитуда P100m уменьшается с возрастом (Eggermont, Moore, 2011), а также при повторении стимула (Sinclair et al., 2017), выявленная отрицательная связь амплитуды P100m и оценкой речевого и когнитивного развития может отражать задержку созревания слуховой коры левого полушария и/или нарушение механизмов фильтрации нерелевантных повторяющихся звуков.

Литература

- Eggermont J.J., Moore J.K. Morphological and functional development of the auditory nervous system // Human Auditory Development. N. Y.: Springer, 2011. P. 61 – 105. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1421-6_3
- Fadeev K. A., Romero Reyes I. V., Goiaeva D. E., Obukhova T. S., Ovsiannikova T. M., Prokofyev A. O., Rytikova A. M., Novikov A. Y., Kozunov V. V., Stroganova T. A., Orekhova E. V. Attenuated processing of vowels in the left temporal cortex predicts speech-in-noise perception deficit in children with autism // Journal of Neurodevelopmental Disorders. 2024. Vol. 16. P. 67:1 – 24. <https://doi.org/10.1186/s11689-024-09585-2>
- Gutschalk A., Uppenkamp S. Sustained responses for pitch and vowels map to similar sites in human auditory cortex // NeuroImage. 2011. Vol. 56. No. 3. P. 1578 – 1587. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.026>
- Ivanova I., Dragoy D., Akinina A., Soloukhina S., Iskra I., Khudyakova K., Akhutina A. AutoRAT at your fingertips: Introducing the new Russian Aphasia Test on a tablet // Conference Abstract: 54th Annual Academy of Aphasia Meeting. Frontiers Medis SA, 2016. P. 1. <https://doi.org/10.3389/conf.fpsyg.2016.68.00116>
- Molloy K., Lavie N., Chait M. Auditory figure-ground segregation is impaired by high visual load // The Journal of Neuroscience. 2019. Vol. 39. No. 9. P. 2518 – 18. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2518-18.2018>
- Orekhova E. V., Fadeev K. A., Goiaeva D. E., Obukhova T. S., Ovsiannikova T. M., Prokofyev A. O., Stroganova T. A. Different hemispheric lateralization for periodicity and formant structure of

vowels in the auditory cortex and its changes between childhood and adulthood // *Cortex*. 2024. Vol. 171. P. 287 – 307. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2023.10.020>

Roberts T.P.L., Matsuzaki J., Blaskey L., Bloy L., Edgar J.C., Kim M., Ku M., Kuschner E.S., Embick D. Delayed M50/M100 evoked response component latency in minimally verbal/nonverbal children who have autism spectrum disorder // *Molecular Autism*. 2019. Vol. 10. P. 34:1 – 10. <https://doi.org/10.1186/s13229-019-0283-3>

Sinclair D., Oranje B., Razak K.A., Siegel S.J., Schmid S. Sensory processing in autism spectrum disorders and Fragile X syndrome—From the clinic to animal models // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2017. Vol. 76. P. 235 – 253. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.029>

Wang X. Cortical coding of auditory features // *Annual Review of Neuroscience*. 2018. Vol. 41. No. 1. P. 527 – 552. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-072116-031302>

Yoshimura Y., Ikeda T., Hasegawa C., An K.-M., Tanaka S., Yaoi K., Iwasaki S., Saito D.N., Kumazaki H., Hiraishi H., Kikuchi M. Shorter P1m response in children with autism spectrum disorder without intellectual disabilities // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22. P. 2611:1 – 12. <https://doi.org/10.3390/ijms22052611>

CHILDHOOD P100M AUDITORY RESPONSE IS SENSITIVE TO PATTERNS AND REFLECTS LANGUAGE ABILITIES IN CHILDREN WITH ASD

K. A. Fadeev* (1), I. V. Romero Reyes (1), D. E. Goiaeva (1), T. S. Obukhova (1), T. M. Ovsiannikova (1), A. O. Prokofyev (1), A. M. Rytikova (1), A. Y. Novikov (2), T. A. Stroganova (1), E. V. Orekhova (1)

fadeevk.fefu@gmail.com

1 – Center for Neurocognitive Research (MEG Center), Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

2 – RNSO “Center for Curative Pedagogics”, Moscow

Abstract. Previous studies have shown that the P100m auditory response component recorded using magnetoencephalography (MEG) reflects speech development levels in children and specifically indicates impaired speech abilities in autism spectrum disorder (ASD). The current study examined how vowel-specific patterns – their spectral (formant) and temporal (periodicity) structures – affect the amplitude and latency of the P100m component in children with ASD and their typically developing (TD) peers. The results demonstrated that both spectral and temporal patterns lead to increased sustained negativity (SN), which in turn affects P100m parameters. Thus, the P100m component reflects both phasic sound detection processes and tonic mechanisms of acoustic pattern analysis. No group differences were found in P100m amplitude and latency or in their modulation by stimulus type. Regardless of stimulus type, higher P100m amplitude in the left auditory cortex of children with ASD was associated with poorer speech and cognitive performance. Since P100m decreases with age and with stimulus repetition, these results suggest a possible link between speech and cognitive impairments and delayed maturation of the left hemisphere auditory cortex and/or impaired adaptation of cortical mechanisms in children with ASD.

Keywords: auditory cortex, magnetoencephalography, autism, P100m, sustained negativity, vowels

The study was financially supported by RSCF (Project No. 25-18-00739).

РОЛЬ ВНИМАНИЯ В ВОСПРИЯТИИ УСРЕДНЕННОГО ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫРАЖЕНИЯ В АНСАМБЛЕ ЛИЦ

Е. Ф. Федорова*, Д. А. Кох
effyodorova@edu.hse.ru
НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. В последние годы наблюдается рост интереса к исследованию восприятия ансамблей лиц, однако остается открытым вопрос, может ли данный процесс происходить автоматически, без участия внимания. Настоящее исследование было направлено на изучение автоматичности восприятия ансамблей эмоциональных выражений с использованием метода регистрации вызванных потенциалов (ВП), а именно компонента visual mismatch negativity (vMMN), связанного с неосознаваемым обнаружением визуальных изменений. В рамках эксперимента анализировались параметры vMMN при различных условиях направленности внимания (с фокусом на ансамбле и при отвлеченном внимании), а также при различном числе элементов в ансамбле (маленьком и большом). Результаты показали, что vMMN не возникал ни в одном из условий, что может указывать на отсутствие автоматической обработки средней эмоции в ансамбле. Однако учитывая высокую сложность стимулов и методологические ограничения ЭЭГ и компонента vMMN, этот результат не следует интерпретировать как окончательное опровержение гипотезы об автоматичности. Поведенческие данные показали, что участники точнее идентифицировали ансамбли со средней позитивной эмоцией по сравнению с негативной, также точность была выше при восприятии стандартных стимулов по сравнению с девиантными.

Ключевые слова: восприятие ансамблей, внимание, восприятие эмоций, вызванные потенциалы (ВП)

Введение

Эмоциональные экспрессии являются ключевыми компонентами невербальной коммуникации. В настоящее время ученые проявляют все больший интерес к исследованию социальных сигналов, в частности выражений лица. Большинство работ фокусируется на восприятии отдельных лицевых экспрессий (Palermo, Rhodes, 2007; Astikainen, Hietanen, 2009). Однако гораздо меньше известно о восприятии множества лиц — частном случае феномена, известного как восприятие ансамблей. При этом известно, что зрительная система человека способна быстро извлекать сводную статистику (например, среднюю эмоцию) из множества лиц, что обеспечивает эффективную обработку социально значимой информации (Whitney, Leib, 2018).

Одним из ключевых вопросов в этой области остается роль внимания в восприятии ансамблей лиц. Литература демонстрирует противоречивые данные: одни авторы предполагают, что формирование репрезентации ансамбля происходит автоматически (Ji et al., 2018), тогда как другие подчеркивают необходимость направленного внимания в этом процессе (McNair et al., 2017; Goldenberg et al., 2021).

Одним из методов, позволяющих дать ответ на этот вопрос, является анализ компонента вызванных потенциалов ЭЭГ — visual mismatch negativity (vMMN). vMMN — это отрицательный сдвиг в ЭЭГ-сигнале, связанный с неосознаваемым обнаружением изменений в визуальной среде, что может быть индикатором автоматической обработки информации (Czigler, 2007). В ряде исследований было обнаружено наличие vMMN в ответ на изменения в среднем эмоциональном выражении группы лиц, что интерпретировалось как свидетельство автоматической обработки ансамблей лиц (Haberman, Whitney, 2007; Ji et al., 2024). Однако в этих работах использовались относительно небольшие ансамбли (4–5 лиц), что могло повлиять на механизм обработки информации. В частности, Голденберг и коллеги (Goldenberg et al., 2021) предположили, что степень вовлеченности внимания возрастает при увеличении количества лиц в ансамбле, что ставит под сомнение возможность экстраполяции полученных результатов на более крупные группы лиц.

Таким образом, ключевыми вопросами остаются степень зависимости восприятия ансамблей от внимания и влияние количества лиц в ансамбле на этот процесс. Цель исследования: определить роль внимания в восприятии ансамблей эмоциональных лиц и выяснить, зависит ли степень вовлеченности внимания от количества лиц в ансамбле. Предполагалось, что vMMN-компонент будет обнаружен даже при отсутствии направленного внимания на лица. Дополнительно ожидалось, что vMMN может наблюдаться лишь при восприятии малочисленных ансамблей (4 лица), тогда как для более крупных групп (16 лиц) потребуются участие внимания.

Выборка. В эксперименте приняли участие 37 неврологически типичных участников (28 женщин; $M = 23.09$, $SD = 4.18$). Необходимый размер выборки был рассчитан при помощи G*Power.

Аппаратура. Электроэнцефалографические (ЭЭГ) сигналы регистрировались с использованием 64-канальной системы, соответствующей стандарту 10–20 (actiCHamp, BrainProducts).

Стимулы. Стимулы состояли из 32 изображений лиц в оттенках серого (16 счастливых, 16 злых), выбранных из базы данных NimStim (Tottenham et al., 2009).

Исследование представляет собой экспериментальное изучение восприятия средних эмоций ансамблей лиц в различных условиях обработки информации. В задаче категоризации участники оценивали, является ли средняя эмоция ансамбля лиц позитивной или негативной. В эксплицитной задаче они реагировали на изменения средней эмоции ансамбля нажатием на пробел. В имплицитном условии внимание участников было отвлечено от ансамблей и сосредоточено на центральной задаче, в которой надо было реагировать на изменения фиксационного креста. Для этого испытуемые нажимали на стрелку

«влево», если изменялась горизонтальная линия, или на стрелку «вверх», если изменялась вертикальная. В каждом из условий половина проб включала ансамбли из 16 лиц, а другая половина — из 4 лиц.

Процедура. Основной эксперимент включал 2160 проб, разделенных на три блока по 720 проб, соответствующих трем условиям. Участники делали короткие перерывы каждые 90 проб.

Ансамбли лиц формировались случайным образом и имели различное среднее эмоциональное выражение: 75 % лиц в ансамбле демонстрировали позитивные эмоции и 25 % — негативные (условие «средняя эмоция скорее позитивная») или наоборот. Частота предъявления ансамблей варьировалась в соответствии с парадигмой вероятностного предъявления: стандартный стимул (80 % предъявлений одной эмоции) и девиантный стимул (20 % предъявлений другой эмоции). Каждые 90 проб стандартная и девиантная эмоции менялись.

Каждый ансамбль предъявлялся в течение 500 мс на сером фоне, в центре которого находился белый фиксационный крест (длина линий — 70 пикселей). В центральной задаче (имплицитное задание) в 25 % предъявлений длина горизонтальной или вертикальной линии креста составляла 140 пикселей. Межстимульный интервал варьировался со средним значением 1000 мс.

Анализ поведенческих данных

Точность выполнения задания на категоризацию оценивалась через процент правильных ответов. Для выявления влияния количества лиц в ансамбле, его средней эмоциональной экспрессии, а также типа стимула (стандартный или девиантный) на точность был проведен трехфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями.

Для эксплицитного и имплицитного условий рассчитывались процент правильных ответов и индекс чувствительности d' , который использовался для оценки способности участников различать стандартные и девиантные стимулы в эксплицитном условии и оценки уровня вовлеченности в центральную задачу в имплицитном условии.

Анализ ЭЭГ данных

Временное окно генерации vMMN не постоянно, поэтому в этом исследовании использовался кластерный пермутационный t -тест перестановки для сравнения амплитуды сигнала в ответ на стандартный и девиантный стимул. Предполагалось, что vMMN может возникать в интервале 140–200 мс, соответствующем компоненту N170 (Ahumada-Mendez et al., 2022). Помимо этого, более поздние различия, совпадающие с временными интервалами P3 и LPP, могут быть характерны для условий с направленным вниманием.

Поведенческие результаты

В имплицитном условии участники выполняли центральную задачу с точностью, превышающей 97 % для всех типов стимулов, что говорит

о высокой вовлеченности и о том, что внимание действительно было отвлечено от ансамблей. В эксплицитном условии анализ чувствительности (d') выявил лучшую дискриминацию для ансамблей из 4 лиц ($d' = 0.503$), чем для ансамблей из 16 лиц ($d' = 0.430$), и более высокую чувствительность для счастливых ансамблей ($d' = 0.582$) по сравнению с злыми ансамблями ($d' = 0.382$ для 16 лиц). Эти значения говорят о том, что d' был достаточно низким, тем не менее он был выше случайного угадывания ($t(36) = 7.36, p < .001$).

Дисперсионный анализ показал, что в условиях категоризации ансамбли со средней позитивной эмоцией воспринимались с большей точностью, чем с негативной ($F(1, 36) = 30.076, p < .001, \eta^2 = .105$). А также точность была выше при восприятии стандартных стимулов по сравнению с девиантными ($F(1, 36) = 6.648, p = .014, \eta^2 = .025$).

Результаты анализа ЭЭГ

Статистически значимых различий между стандартными и девиантными стимулами не было обнаружено ни в одном из условий.

Обсуждение

Гипотеза об автоматическом восприятии средней эмоции в ансамбле лиц не нашла подтверждений. Эти результаты расходятся с предыдущими исследованиями (Haberman, Whitney, 2007; Ji et al., 2024). Результаты могут говорить о необходимости внимания в обработке таких сложных и высокоуровневых признаков, как эмоциональная экспрессия. Альтернативное объяснение полученных результатов связано с особенностями стимульного материала: в отличие от большинства предыдущих исследований, где использовались однородные по эмоции лица, в настоящем эксперименте в одном ансамбле одновременно присутствовали как радостные, так и злые лица. Такой смешанный состав мог восприниматься не как единый ансамбль, а как два отдельных, что, согласно данным Чонг и Трейсман (Chong, Treisman, 2005), снижает точность усреднения и могло дополнительно осложнить и без того сложную задачу обработки эмоциональных ансамблей.

Кроме того, необходимо учитывать методологические ограничения, связанные с применением ЭЭГ и компонента vMMN. Несмотря на высокое временное разрешение, ЭЭГ обладает низкой способностью к пространственной локализации, особенно для глубинных структур мозга, участвующих в эмоциональной обработке и обработке лиц. Помимо этого, ЭЭГ-запись содержит большое количество шума, который даже при качественной предобработке может сказываться на данных. В то же время vMMN — это полезный индикатор автоматического восприятия, однако его отсутствие не является однозначным маркером необходимости направленного внимания. Этот компонент чувствителен к параметрам стимулов и требует формирования стабильного перцептивного шаблона. При высокой сложности или неоднородности стимулов такой шаблон может не формироваться, что приводит к отсутствию vMMN. Следовательно, отсутствие vMMN не обязательно означает отсутствие автоматизма — оно может быть следствием особенностей обработки сложных стимулов.

Отсутствие различий амплитуды в условиях стандартных и девиантных стимулов в условиях как с отвлеченным, так и с направленным вниманием, может свидетельствовать о том, что восприятие средней эмоции требует достаточной перцептивной простоты и согласованности стимулов для того, чтобы это проявилось в рассогласованности амплитуд ВП. Тем самым необходимость внимания при обработке ансамблей лиц может быть не единственным объяснением полученных результатов.

В поведенческих данных было обнаружено, что радостные ансамбли обрабатываются лучше, чем злые, что соответствует предыдущим исследованиям одного лица (Calvo, Lundqvist, 2008). Для более глубокого анализа этих различий планируется использовать методы анализа латентностей и многомерной классификации (MVPA).

Литература

Ahumada-Méndez F., Lucero B., Avenanti A., Saracini C., Muñoz-Quezada M. T., Cortés-Rivera C., Canales-Johnson A. Affective modulation of cognitive control: A systematic review of EEG studies // *Physiology & Behavior*. 2022. Vol. 249. P. 113743:1–40. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113743>

Astikainen P., Hietanen J. K. Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions // *Behavioral and Brain Functions*. 2009. Vol. 5. P. 30:1–9. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-5-30>

Calvo M. G., Lundqvist D. Facial expressions of emotion (KDEF): Identification under different display-duration conditions // *Behavior Research Methods*. 2008. Vol. 40. No. 1. P. 109–115. <https://doi.org/10.3758/brm.40.1.109>

Chong S. C., Treisman A. Statistical processing: Computing the average size in perceptual groups // *Vision Research*. 2005. Vol. 45. No. 7. P. 891–900. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.10.004>

Czigler I. Visual mismatch negativity: Violation of nonattended environmental regularities // *Journal of Psychophysiology*. 2007. Vol. 21. No. 3–4. P. 224–230. <https://doi.org/10.1027/0269-8803.21.34.224>

Goldenberg A., Weisz E., Sweeny T. D., Cikara M., Gross J. J. The crowd-emotion-amplification effect // *Psychological Science*. 2021. Vol. 32. No. 3. P. 437–450. <https://doi.org/10.1177/0956797620970561>

Haberman J., Whitney D. Rapid extraction of mean emotion and gender from sets of faces // *Current Biology*. 2007. Vol. 17. No. 17. P. R751 – R753. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.039>

Ji L., Chen W., Loeys T., Pourtois G. Ensemble representation for multiple facial expressions: Evidence for a capacity limited perceptual process // *Journal of Vision*. 2018. Vol. 18. No. 3. P. 17:1–19. <https://doi.org/10.1167/18.3.17>

Ji L., Chen Z., Zeng X., Sun B., Fu S. Automatic processing of unattended mean emotion: Evidence from visual mismatch responses // *Neuropsychologia*. 2024. Vol. 202. P. 108963:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2024.108963>

McNair N. A., Goodbourn P. T., Shone L. T., Harris I. M. Summary statistics in the attentional blink // *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2017. Vol. 79. No. 1. P. 100–116. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1216-2>

Palermo R., Rhodes G. Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact // *Neuropsychologia*. 2007. Vol. 45. No. 1. P. 75–92. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.025>

Tottenham N., Tanaka J. W., Leon A. C., McCarry T., Nurse M., Hare T. A., Marcus D. J., Westerlund A., Casey B. J., Nelson C. The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants // *Psychiatry Research*. 2009. Vol. 168. No. 3. P. 242 – 249. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2008.05.006>

Whitney D., Yamanashi Leib A. Ensemble perception // *Annual Review of Psychology*. 2018. Vol. 69. No. 1. P. 105 – 129. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044232>

THE ROLE OF ATTENTION IN THE PERCEPTION OF THE AVERAGE EMOTIONAL EXPRESSION OF A FACIAL ENSEMBLE

E. F. Fedorova*, D. A. Koch

effyodorova@edu.hse.ru

National Research University Higher School of Economics, Moscow

Abstract. In recent years, there has been a growing interest in the study of facial ensemble perception. However, a key question remains unresolved: can this process occur automatically, without focused attention? The present study aimed to address this issue using event-related potentials (ERP), specifically the visual mismatch negativity (vMMN) component, which is associated with the unconscious detection of visual changes. We examined vMMN responses under different attentional conditions (directed vs. diverted attention) and for ensembles containing either a small or large number of faces. The results showed that the vMMN did not occur in any of the conditions, which may indicate the absence of automatic processing of the average emotion in the ensemble. However, given the high complexity of stimuli and methodological limitations of EEG and vMMN components, this result should not be interpreted as definitive refutation of the automaticity hypothesis. Behavioral data showed participants more accurately identifying ensembles with average positive emotions compared to negative ones, and accuracy was also higher for standard stimuli compared to deviant ones.

Keywords: ensemble perception, attention, emotion perception, evoked potentials (ERP)

ПОСТРОЕНИЕ ОБЩЕЙ МОДЕЛИ ТРЕХ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОСТРАНСТВ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЭКСПРЕССИЙ ЛИЦА

А. Д. Фомичева
fomichevaad@ipran.ru
ИП РАН, Москва

Аннотация. Данная работа посвящена построению единого перцептивного пространства полных переходных рядов эмоциональных экспрессий лица. В ходе экспериментов участники оценивали степень сходства фотоизображений эмоциональных выражений одного человека. На основе полученных оценок с помощью многомерного шкалирования реконструировались перцептивные пространства экспрессий. Предполагалось, что реконструкции, включающие по три полных переходных ряда, будут иметь форму треугольников, которые затем смогут быть интегрированы в единую модель посредством общих экспрессий. Было проведено три экспериментальные серии, в которых один из переходных рядов был одинаковым (общим). По результатам каждой серии были созданы отдельные перцептивные пространства. Для построения единой модели три пространства были совмещены в одной плоскости через общий ряд путем смещения и вращения координат с сохранением конфигураций точек каждого пространства. В результате была получена двумерная модель, согласующаяся со структурой модели ядерного аффекта (Core Affect) Дж. Расселла. Предлагается дальнейшая реконструкция единого пространства за счет присоединения следующих двух «треугольников» переходных эмоциональных рядов. Ожидается, что искомое пространство будет соответствовать модели ядерного аффекта и описываться измерениями «приятности» и «активации». Обсуждаются дополнительные способы определения оптимальной размерности полного пространства эмоций.

Ключевые слова: восприятие эмоциональных экспрессий лица, переходные эмоциональные ряды, воспринимаемое сходство, перцептивное пространство, многомерное шкалирование, модель ядерного аффекта (Core Affect)

Введение

Данная работа направлена на изучение воспринимаемого соотношения переходных эмоциональных экспрессий лица. Подобного рода исследования связаны с описанием характера восприятия эмоций (например, как обособленных категорий или непрерывного пространства) и позволяют оценить точность, с которой человек способен различать эмоциональные экспрессии другого.

В настоящее время построение (реконструкция) перцептивных пространств обнаруживает большой потенциал в изучении воспринимаемого соотношения эмоциональных состояний (Барабанщиков и др., 2016). Данный подход представляет эмоции как точки в n -мерном пространстве, которые могут располагаться на разном расстоянии друг относительно друга в зависимости от

степени перцептивного или семантического сходства. Одним из примеров является двумерная модель ядерного аффекта (Core Affect) Дж. Расселла (Russell, Barrett, 1999), описываемая измерениями «приятности – неприятности» (ось X) и «активации – деактивации» (ось Y).

Подобные модели строятся с помощью многомерного шкалирования на основе результатов сортировки изображений по сходству / различию или прямого сравнения. Метод прямого сравнения дает более полную информацию о расстояниях между каждой парой стимульных изображений, однако имеет существенный недостаток: ограничение по количеству сравниваемых стимулов, которые могут быть включены в один эксперимент. В связи с этим большинство известных нам реконструкций включали в себя сильные базовые экспрессии и/или фрагменты переходных рядов из смешанных выражений между ними. Например, в эксперименте А. В. Жегалло (2021) было реконструировано пространство 13 экспрессий (6 сильно, 6 слабо выраженных базовых эмоций и нейтральное лицо), которое соответствовало двумерной модели ядерного аффекта.

В продолжение этого исследования была поставлена цель реконструировать общее перцептивное пространство семи базовых эмоций, состоящее из полных переходных рядов (по две базовые и четыре переходные экспрессии в каждом). Ввиду большого объема сравниваемых экспрессий эксперимент проводится по сериям, результаты которых планируется объединить в общее пространство. Каждая серия включает три переходных ряда (18 экспрессий), образующих замкнутую фигуру. Предполагалось, что каждая полученная таким образом реконструкция будет иметь форму треугольника с базовыми экспрессиями на вершинах и переходными на гранях и описываться измерениями «приятности» и «активации». В данной работе представлены результаты соединения трех перцептивных пространств в единую двумерную модель. Два измерения были выбраны, поскольку в предшествующих исследованиях, проведенных с применением метода прямого сравнения (Жегалло, 2021; Жегалло, Басюл, 2023), для семи базовых эмоций такая размерность оказалась оптимальной.

Методика

Были проведены три экспериментальные серии, включающие следующие переходные ряды из базы ВЕПЭЛ (Куракова, 2012):

- 1) спокойствие – радость – удивление – спокойствие (далее Рад – Уд – Спок), $N_1 = 40$, 13 мужчин и 27 женщин, возраст: 17 – 41 год ($M = 22.1$, $SD = 7.1$);
- 2) спокойствие – отвращение – удивление – спокойствие (далее Отвр – Уд – Спок), $N_2 = 40$, 5 мужчин и 35 женщин, возраст: 17 – 51 год ($M = 21.6$, $SD = 6.2$);
- 3) спокойствие – страх – удивление – спокойствие (далее Страх – Уд – Спок), $N_3 = 40$, 9 мужчин и 31 женщина, возраст: 17 – 46 лет ($M = 22.9$, $SD = 5.8$).

Переходные ряды выбирались таким образом, чтобы в реконструкции присутствовали положительные (радость) и отрицательные эмоции, входящие

в один или в разные кластеры с удивлением (страх и отвращение соответственно). Ряд «Уд–Спок» выбран в качестве общего ряда для соединения разных пространств как наиболее нейтральный по модальности.

Процедура эксперимента. Во всех сериях эксперимент проводился на ноутбуке с диагональю экрана 15.5 дюймов и разрешением 1366 × 768 пикселей (px). Участникам предлагалось оценить степень сходства между двумя фотоизображениями одного человека с разными выражениями лица по шкале от 1 (совсем не похожи) до 9 (максимально похожи). Ответ вводился с помощью клавиш-цифр в верхней части клавиатуры. Перед началом основной части на экране демонстрировался весь набор изображений, которые входили в данную серию. Далее предъявлялись пары фотографий размером 421 × 584 px (расстояние между центром экрана и серединой каждой фотографии — 300 px). Пары экспрессий исчезали после нажатия клавиши-ответа, следующая пара появлялась через 500 мс. Каждое изображение сравнивалось со всеми другими, кроме самого себя (153 сравнения).

Обработка данных. Полученные оценки сходства переводились в оценки различия. На их основе в среде RStudio методом многомерного шкалирования с помощью пакета smacof (De Leeuw, Mair, 2009) реконструировались двумерные перцептивные пространства для каждой серии отдельно.

Построение общей модели. Были извлечены координаты точек каждого пространства. Основой стало пространство Рад–Уд–Спок. Расстояние (d) между общей точкой (удивление 100 % — Уд100–Спок0) модели Рад–Уд–Спок и двух добавляемых пространств (Отвр–Уд–Спок и Страх–Уд–Спок) было вычислено по евклидовой метрике:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}, \quad (1)$$

где $\sqrt{}$ — квадратный корень из выражения в скобках; x_1, y_1 — координаты общей точки в пространстве Рад–Уд–Спок; x_2, y_2 — координаты общей точки в добавляемом пространстве.

Все точки пространств Отвр–Уд–Спок и Страх–Уд–Спок были сдвинуты так, чтобы Уд100–Спок0 совместились с таковой из пространства Рад–Уд–Спок при сохранении конфигурации. Следующий этап — вращение пространств Отвр–Уд–Спок и Страх–Уд–Спок вокруг общей точки на величину от 1° до 360° по формулам преобразования координат:

$$x_2 = x_0 (x_1 - x_0) \times \cos(\text{Alpha}) - (y_1 - y_0) \times \sin(\text{Alpha}); \quad (2)$$

$$y_2 = y_0 (x_1 - x_0) \times \sin(\text{Alpha}) + (y_1 - y_0) \times \cos(\text{Alpha}), \quad (3)$$

где x_2, y_2 — итоговые координаты смещаемой точки, x_0, y_0 — координаты общей точки, x_1, y_1 — исходные координаты смещаемой точки, Alpha — угол поворота конфигурации (от 1° до 360°). Для каждого угла поворота рассчитывались средние расстояния между общими точками пространств (между экспрессиями ряда «удивление — спокойствие») по формуле (1). В качестве итоговой конфигурации была выбрана такая, в которой средние расстояния между эквивалентными точками общего ряда были минимальными.

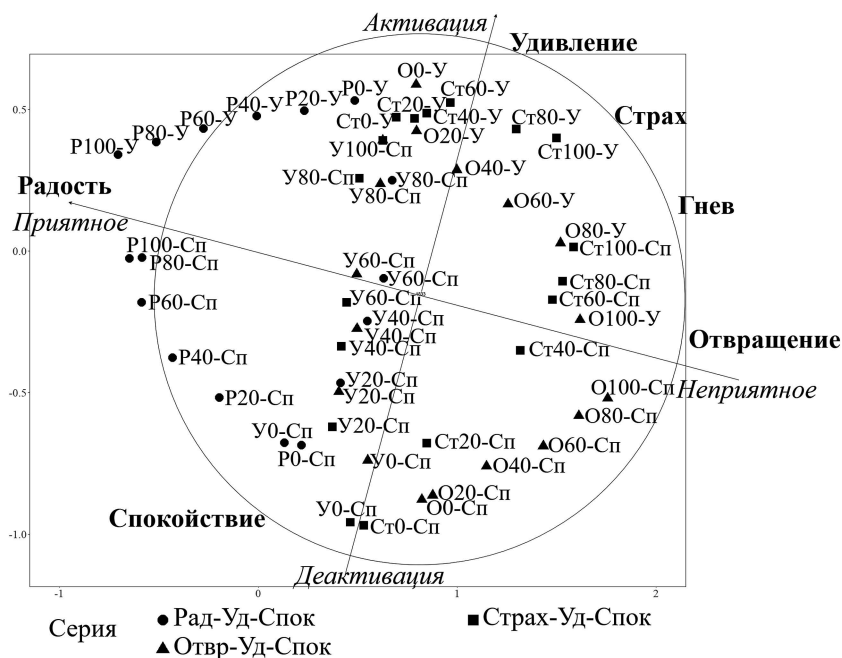


Рисунок 1. Общая модель перцептивных пространств Рад-Уд-Спок, Отвр-Уд-Спок, Страх-Уд-Спок и наложенная на него модель ядерного аффекта (в виде круговой диаграммы).

Примечание. Сокращенные обозначения: Р – радость, У – удивление, О – отвращение, Сп – спокойствие, Ст – страх. Число после 1-й эмоции – процент ее участия в экспрессии (Р20-Сп – 20 % радости и 80 % спокойствия)

Результаты

Результат объединения трех пространств представлен на рис. 1.

Среднее расстояние между общими точками ряда «удивление – спокойствие» между пространствами Рад-Уд-Спок и Отвр-Уд-Спок составило .12, между пространствами Рад-Уд-Спок и Страх-Уд-Спок – .13.

Обсуждение и выводы

Реконструированные пространства Рад-Уд-Спок, Отвр-Уд-Спок и Страх-Уд-Спок визуально соответствуют форме треугольника с переходными экспрессиями на гранях и сильными эмоциями на вершинах. Для описания каждого из них по отдельности оказалось достаточно двух измерений. Соединение данных пространств на плоскости также дало осмысленный результат. Построенная общая модель в целом согласуется со структурой модели ядерного аффекта. Вершины объединенного пространства, включающие сильные базовые эмоции, располагаются вблизи соответствующих эмоций, распределенных вдоль окружности модели.

Данный результат позволяет предположить, что последовательная реконструкция общего пространства по отдельным «треугольникам» приведет к получению двумерной модели ядерного аффекта, в которой сильные базовые эмоции окажутся вблизи соответствующих областей циркумплекса, а полные переходные ряды экспрессий расположатся между ними. В завершение данной модели планируется провести две экспериментальные серии, включающие ряды «спокойствие — печаль — удивление — спокойствие» и «спокойствие — гнев — удивление — спокойствие».

Чтобы дополнительно проверить оптимальную размерность полного пространства, необходимо узнать непосредственные расстояния между эмоциями, которые входят в разные исходные «треугольники» (например, «радость — отвращение»). Для этого предполагается построить пространство «радость — отвращение — удивление — радость» и добавить его к описанной модели. Если при их соединении расположение идентичных эмоций окажется примерно одинаковым и будет варьировать в пределах допустимой ошибки измерения, то двух измерений достаточно. Иначе говоря, точное наложение эмоций радости / отвращения / удивления из одной реконструкции на соответствующие им эмоции из другой будет свидетельствовать в пользу двумерного полного пространства. Если расположение эквивалентных экспрессий будет значимо различаться, то потребуются корректировка общей модели до трехмерной.

Таким образом, реконструкция отдельных фрагментов по три полных переходных ряда представляется эффективным способом создания общего перцептивного пространства экспрессий. На данном этапе исследований была получена двумерная модель ядерного аффекта Дж. Расселла. Последующие исследования будут направлены на реконструкцию полного пространства, а также установление наиболее оптимальной размерности.

Литература

Барабанщиков В. А., Жегалло А. В., Королькова О. А. Перцептивная категоризация выражений лица. М.: Когито-Центр, 2016.

Жегалло А. В. Прямое сравнение изображений: границы применимости «дискретной» и «многомерной» моделей восприятия эмоциональных экспрессий // Экспериментальная психология. 2021. Т. 14. № 2. С. 37 – 52. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140203>

Жегалло А. В., Басюк И. А. Процесс сравнения изображений эмоциональных экспрессий // Российский психологический журнал. 2023. Т. 20. № 2. С. 106 – 121. <https://doi.org/10.21702/rpj.2023.2.7>

Куракова О. А. Создание новой базы фотоизображений естественных переходов между базовыми эмоциональными экспрессиями лица // Лицо человека как средство общения: Междисциплинарный подход / Под ред. В. А. Барабанщикова, А. А. Демидова, Д. А. Дивеева. М.: Институт психологии РАН, 2012. С. 287 – 309.

Leeuw J. d., Mair P. Multidimensional scaling using majorization: SMACOF in R // Journal of Statistical Software. 2009. Vol. 31. No. 3. P. 1 – 30. <https://doi.org/10.18637/jss.v031.i03>

Russell J. A., Barrett L. F. Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant // Journal of Personality and Social Psychology. 1999. Vol. 76. No. 5. P. 805 – 819. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.805>

CONSTRUCTION OF A UNIFIED MODEL OF THREE PERCEPTUAL SPACES OF EMOTIONAL FACIAL EXPRESSIONS

A. D. Fomicheva

fomichevaad@ipran.ru

Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. This work addresses the construction of a unified perceptual space of complete transitional rows of emotional facial expressions. During the experiments, participants assessed the degree of similarity of images of a person's emotional expressions. Based on the obtained ratings, perceptual spaces of expressions were reconstructed using multidimensional scaling. We suggested that reconstructions including three complete transitional rows would have the shape of triangles, which could be integrated into a unified model by the common expressions. Three perceptual spaces were created in separate experimental series. Each of them included the same (common) transitional row. To construct a unified model, three spaces were connected in one plane through a common row by shifting and rotating coordinates. The configuration of points in each space was saved. As a result, a two-dimensional model was obtained that is consistent with the structure of J. Russell's Core Affect model. Further reconstruction of the unified space is proposed by adding two "triangles" of transitional emotional rows. We expect that the full space would correspond to the Core Affect model and be described by the pleasantness and activation dimensions. Additional methods for determining the optimal dimensionality of the full emotion space are discussed.

Keywords: perception of emotional facial expressions, transitional rows of emotions, perceived similarity, perceptual space, multidimensional scaling, Core Affect model

ЧАСТОТНОСТЬ ПАДЕЖЕЙ В РЕЧИ ВЗРОСЛЫХ, ОБРАЩЕННОЙ К ДЕТЯМ В ВОЗРАСТЕ ОТ 1 ДО 3 ЛЕТ, И РЕЧИ ВЗРОСЛЫХ ИЗ УСТНОГО ПОДКОРПУСА НКРЯ

Д. С. Фролов* (1), Д. И. Волянский (2), М. А. Захаров (2), С. А. Черноусенко (2),
В. П. Лелик (2), М. Д. Дьячкова (2)
dmitry_fr_who@outlook.com

1 – РГГУ, Москва;

2 – НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Одним из значимых факторов в усвоении детьми родного языка является направленная к ним речь взрослых. В настоящей работе исследуются особенности употребления падежных форм существительного на материалах корпусов спонтанной речи двух русскоязычных детей-монолингвов и их родителей, созданных по протоколу базы данных CHILDES. Целью исследования стало выявление и описание особенностей в распределении падежных форм из речи взрослых в зависимости от того, к кому эта речь обращена: к детям или ко взрослым. В результате проведенного исследования нам удалось обнаружить значимые расхождения в относительной частотности падежей между речью, обращенной к детям и к взрослым, и подтвердить, что взрослые используют особые стратегии речи, общаясь с детьми. При этом степень различий зависит от того, какие падежи рассматриваются и данные какого из корпусов детской речи взяты в сравнение. Результаты исследования демонстрируют адаптацию языка взрослыми при общении с детьми и дают возможность дальнейшего изучения этого фактора на разных этапах речевого развития ребенка.

Ключевые слова: усвоение родного языка, корпус CHILDES, диалог взрослый – взрослый, диалог взрослый – ребенок, усвоение морфологии

Введение

Речь взрослого, обращенная к ребенку, имеет ряд особенностей, отличающих ее от речи, обращенной к другому взрослому. Так, например, исследования на материале русского языка, касающиеся употребления уменьшительно-ласкательных конструкций (Kempe, 2001) и императивов (повелительных конструкций) (Иванова, 2014), выявили высокую частотность употребления соответствующих категорий в речи, обращенной к ребенку. Также отмечается низкая частотность существительных-derivатов в речи взрослого, при этом в процессе усвоения ребенком деривационной морфологии (образования слов из уже существующих с помощью словоизменения) число таких существительных в речи взрослого увеличивается (Казаков-

ская, 2018). Еще одно исследование на материале английского языка показало, что в речи, обращенной к ребенку, преобладает ограниченный набор простых (в основном двусловных) конструкций, разнородных и плохо поддающихся классификации с точки зрения синтаксической структуры, и только 15 % высказываний имеют порядок слов субъект — сказуемое — прямой объект (Cameron-Faulkner, 2003). Последние два наблюдения подразумевают, что в речи, обращенной к ребенку, взрослые выбирают более простые морфосинтаксические стратегии. Чтобы убедиться в этом, необходимо провести сравнительный анализ грамматических категорий в речи взрослых, обращенной к другим взрослым и к детям. Наше исследование фокусируется на частотности употребления падежных категорий существительного, так как данная часть речи является наиболее частотной и характеризуется в русском языке богатой парадигмой (Шведова, 1980). Мы предполагаем, что в речи взрослых, направленной к детям, будут чаще употребляться именительный/винительный падежи, так как именно они первыми усваиваются ребенком (Цейтлин, 2000).

Методика

Материалы. В данной работе использовались материалы корпусов русскоязычных детей, созданных по протоколу базы данных CHILDES (MacWhinney, 2000). В них содержатся лонгитюдные записи общения взрослых с детьми. Общий объем подкорпуса речи взрослых составил 205801 словоупотреблений, из них 45050 — существительные. Количество словоупотреблений для каждого падежа было получено при помощи запросов формата (S) & (x) в лексико-грамматическом поиске Национального корпуса русского языка (онлайн-корпус русскоязычных текстов, далее НКРЯ), где S означает принадлежность к существительным, а x — переменная, принимающая значение падежа. Словоупотребления из детских корпусов сравнивались с использованием имен существительных в устном подкорпусе НКРЯ со снятой омонимией. Основная масса текстов в нем является публичными выступлениями или разговорами между несколькими взрослыми. Так, настройки подкорпуса, позволяющие задать возраст говорящего, показывают 9 текстов, в которых записана речь детей до трех лет, из 3112 текстов, присутствующих в НКРЯ. Следовательно, речь, обращенная к детям, не может значительно сказаться на распределении падежей в устном корпусе НКРЯ.

Участники. Данная работа основана на данных корпусов двух русскоязычных детей-монолингвов (девочки Тоси и мальчика Яши). Оба ребенка на момент записи жили в русскоговорящих семьях в России. В корпусе Тоси содержатся расшифровки записей ребенка в возрасте от 10 месяцев до 3 лет 10 месяцев (2016–2019 годы), в корпусе Яши — от 1 года 5 месяцев до 3 лет (2018–2019 годы). Для анализа были использованы существительные из речи взрослых, обращенной к детям: 20524 словоупотреблений от 13 говорящих из первого и 3994 словоупотреблений от 5 говорящих из второго корпусов соответственно. Основными говорящими в обоих корпусах были родители (и няня у Тоси), но так как приоритетными в записях были их регулярность и естественность, на них могли оказываться и прочие взрослые люди.

Процедура. Сначала мы провели ручную обработку случаев с морфологической омонимией (сходство в звучании слов при их смысловом различии) и исправление ошибок, допущенных парсером MyStem. Таким образом, была обработана вся обращенная к детям речь взрослых из соответствующих корпусов. Для каждого существительного мы получили морфологические характеристики, включая падеж. Далее был проведен расчет частотности употребления существительных в каждом падеже согласно разметке MyStem (Segalovich, 2003): именительный, родительный, дательный, винительный, творительный, предложный, партитив (второй родительный), местный (второй предложный), звательный. Затем были рассчитаны относительные частотности падежей в собранных корпусах. Аналогичные операции были совершены для существительных в устном подкорпусе НКРЯ с вручную снятой омонимией: извлечение падежных форм, подсчет частотности употреблений существительных в каждом падеже, подсчет относительной частотности каждого падежа. Для сравнения распределений падежей в речи взрослых, обращенной к детям, и в устном подкорпусе НКРЯ мы использовали критерий хи-квадрат (χ^2) с расчетом размера эффекта по показателю Крамера для сравнения между падежами, где ожидаемые значения соответствуют относительным частотам в НКРЯ, а наблюдаемые – частотам в речи, обращенной к детям. Расчеты статистических показателей производились при помощи Python и библиотек `scipy.stats` и `NumPy`. При этом в каждом тесте значения каждого корпуса детской речи сравнивались с НКРЯ отдельно.

Результаты

В табл. 1 представлено процентное соотношение всех падежей существительных в устном подкорпусе НКРЯ в сравнении с речью взрослых, обращенной к детям, в каждом из детских корпусов.

Таблица 1. Относительная частотность падежей (в процентах) в устном подкорпусе НКРЯ и в речи взрослых корпусов детской речи

Падеж	% в НКРЯ	% в корпусе Тоси	% в корпусе Яши
именительный	38.63	56.96	62.27
родительный	21.59	6.61	7.61
дательный	4.86	2.81	1.75
винительный	18.43	21.15	19.90
творительный	5.81	4.08	1.80
предложный	10.10	4.40	4.46
звательный	0.19	3.53	2.03
партитив	0.11	0.08	0
местный	0.04	0.38	0.18

Значения теста хи-квадрат были получены при сравнении следующих данных: относительная частотность всех полученных без учета второго винительного падежа и счетной формы; косвенных падежей; именительного, винительного и звательного падежа. В табл. 2 представлены значения статистических тестов, уровни значимости и размер эффекта для всех полученных данных.

Таблица 2. Результаты статистического анализа для распределения падежей в речи, обращенной к детям

Статистические показатели для:	df	χ^2 (Тося)	χ^2 (Яша)	p (Тося)	p (Яша)	Показатель Крамера	
						НКРЯ / Корпус Тоси	НКРЯ / Корпус Яши
падежей в корпусе	8	17.772	19.833	.023	.011	.180	.071
косвенных падежей	5	15.030	17.279	.010	.004	.163	.083
именительного, винительного и звательного падежа	2	67.586	32.259	$< 10^{-14}$	$< 10^{-7}$	.404	.149

Обсуждение и выводы

Результаты настоящего исследования демонстрируют, что распределение падежей в речи взрослых, обращенной к детям, значительно отличается от распределения в повседневной речи взрослых. Тест продемонстрировал статистически значимые различия как для всех представленных падежей, так и для косвенных падежей, рассмотренных отдельно, что может быть связано со сложностью усвоения всей падежной парадигмы.

Наибольший размер эффекта наблюдался для именительного и звательного падежей, что подтверждает гипотезу об упрощении синтаксиса в речи, обращенной к детям, возможно, за счет уменьшения числа косвенных дополнений. Это свидетельствует об адаптации речи взрослых как на морфологическом (выбор падежа), так и на синтаксическом уровне (упрощение конструкций).

Также данные статистических тестов показали больший размер эффекта во всех сравнениях для корпуса Тоси, что может быть объяснено большей длиной наблюдений и количеством собранных данных.

Полученные результаты открывают перспективы для дальнейших исследований, направленных на изучение динамики использования падежей в речи, обращенной к детям, в разные возрастные периоды, а также на изучение влияния индивидуальных характеристик говорящих взрослых на адаптацию речи и взаимосвязи между использованием определенных падежей в речи, обращенной к детям, и успешностью усвоения этих падежей детьми.

Литература

- Иванова К., Воейкова М. Императивы несовершенного вида на ранних этапах усвоения детьми русского языка // Scando-Slavica. 2014. Т. 60. № 2. С. 212 – 230. <https://doi.org/10.1080/00806765.2014.984463>
- Казаковская В. Производные существительные в русской детской речи // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2018. № 189. С. 94 – 108.
- Цейтлин С. Н. Язык и ребенок: Лингвистика детской речи: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: ВЛАДОС, 2000.
- Шведова Н. Ю. Русская грамматика. В двух томах. М.: Наука, 1980.
- Cameron-Faulkner T. A construction based analysis of child directed speech // Cognitive Science. 2003. Vol. 27. No. 6. P. 843 – 873. <https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2003.06.001>
- Kempe V., Brooks P. J., Pirott L. How can child-directed speech facilitate the acquisition of morphology // Research on Child Language Acquisition: Proceedings of the 8th conference of the International Association for the Study of Child Language / M. Almgren, A. Barreña, M.-J. Ezeizabarrena, I. Idiazabal, B. MacWhinney (Eds.). Somerville, MA: Cascadilla Press, 2001. Vol. 1. P. 1237 – 1247.
- MacWhinney B. The CHILDES Project: Tools for analyzing talk. 3rd Edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
- Segalovich I. A fast morphological algorithm with unknown word guessing induced by a dictionary for a web search engine // Proceedings of MLMTA. Las Vegas: CSREA Press, 2003. P. 273 – 280.

FREQUENCY OF NOUN CASES IN CHILD-DIRECTED SPEECH, AS OBSERVED FOR CHILDREN FROM 1 TO 3 YEARS OLD, COMPARED TO ADULT-DIRECTED SPEECH IN THE RUSSIAN NATIONAL CORPUS

D. S. Frolov* (1), D. I. Volyansky (2), M. A. Zakharov (2), S. A. Chernousenko (2), V. P. Lelik (2), M. D. Diachkova (2)
dmitry_fr_who@outlook.com

1 – Russian State University for Humanities, Moscow;
 2 – Higher School of Economics, Moscow

Abstract. Parental input is known to play a vital role in the process of child language acquisition, and it has been shown that child-directed speech (CDS) portrays significant differences from an adult's regular language use. The present work focuses on the use of Russian noun cases by adults, based on the spontaneous speech corpora of two monolingual Russian children and their families, created according to the CHILDES protocol. The aim of the study was to observe and evaluate the differences between case distribution in adult- and child-directed speech. The analysis revealed significant differences in the relative frequencies of noun cases between CDS and adult speech, confirming the presence of specific adaptations in CDS. Moreover, the degree of variation depends on what cases are compared and from which corpus the data come. These results reinforce the need for further investigation into the specific linguistic strategies employed in CDS and their impact on language development over time.

Keywords: first language acquisition, CHILDES corpus, adult-directed speech, child-directed speech, morphology acquisition

СЕКУНДЫ ПЕРЕД ПРОХОДОМ: КАК ЗАПРЕТ НА ПОВОРОТ ПЛЕЧ ВЛИЯЕТ НА НАШЕ РЕШЕНИЕ ПРЕОДОЛЕТЬ УЗКИЙ ПРОЕМ

И. А. Хватов*, П. Н. Ганза, Э. В. Старобинец
lttkrot1@gmail.com
Московский институт психоанализа, Москва

Аннотация. Исследование посвящено изучению влияния индекса отношения ширины проема к ширине плеч (ИО) на скорость принятия решения о проходимости узкого проема в условиях запрета поворота плеч. Основная гипотеза гласила, что приближение ИО к 1 увеличивает время принятия решения, однако результаты ее опровергли. В эксперименте участвовали 105 испытуемых, которые оценивали возможность пройти через апертуру различной ширины, сохраняя ориентацию тела анфас. Фиксировались тип решения («Да»/«Нет»), время принятия решения и наличие ошибок (задевание створок или поворот плеч). Результаты показали, что время принятия положительных решений («Да») уменьшалось с ростом ИО, тогда как для отрицательных ответов («Нет») ИО не влиял на скорость. Положительные решения принимались быстрее отрицательных, что связано с автоматизмом поведения в привычных ситуациях. Ошибки чаще возникали при пограничных значениях ИО (0.8–1.2) и коррелировали с увеличением времени принятия решения, что объясняется попыткой подавить привычный поворот плеч через углубленный анализ ситуации и планирование собственной локомоции. Исследование демонстрирует, что аффордансы (возможности действия) не являются статичными, а формируются взаимодействием телесных параметров, контекста и когнитивных процессов. Запрет на поворот плеч создает когнитивный конфликт, влияя на стратегии принятия решений. Результаты подчеркивают роль автоматизмов и контроля в преодолении препятствий, расширяя понимание механизмов восприятия возможностей действия.

Ключевые слова: локомоция, ходьба, апертура, аффорданс, принятие решений, время отклика

Введение

Для осуществления поведения нам необходимо учитывать, какие локомоторные и манипуляторные акты возможны в конкретной ситуации. Дж. Гибсон (Gibson, 1979) ввел понятие «аффорданс» для обозначения возможностей использования субъектом внешних объектов для достижения определенных целей. Аффордансы зависят от физических свойств как самого индивида, так и окружающих тел.

Одной из типичных поведенческих задач, встающей перед каждым из нас регулярно в течение дня, является прохождение через дверной проем. Проход в отверстие (апертуру) подобного типа применяется в качестве экспери-

ментальной методики для изучения аффордансов, а также способности людей учитывать размеры собственного тела.

Уоррен и Ванг рассмотрели, как люди принимают решения о возможности прохождения апертуры для своих тел (Warren, Whang, 1987). Учитывался индекс отношения ширины створок экспериментальной установки к ширине плеч испытуемого (далее — ИО). Было установлено, что в случае, когда индекс менее 1.2–1.3, люди вращали плечами при проникновении. Угол поворота плеч и скорость ходьбы адаптируются к размеру отверстия: чем уже проход, тем сильнее поворот и больше замедление перед прохождением (Wilmut, Barnett, 2010). При проникновении человек стремится создать между собственным телом и рамками апертуры буферную зону, размер которой зависит от скорости локомоции (Franchak et al., 2012). При бере требуется больше места из-за увеличенного бокового колебания тела (Higuchi et al., 2011).

Невзирая на обилие работ в данной сфере, в них крайне мало внимания уделяется скорости принятия решения о возможности прохождения через проем. Между тем учет этой переменной крайне важен, поскольку может свидетельствовать о количественной и качественной специфике когнитивных процессов индивида (Pepping, Li, 2005).

Целью нашего исследования было установить, как ИО влияет на скорость принятия решения о возможности прохождения через апертуру при условии, что испытуемому запрещено изменять ориентацию своего тела (вращать корпусом или вставать боком). Гипотеза исследования: ИО влияет на скорость принятия решения: чем ближе ИО к 1, тем больше времени испытуемый тратит на принятие решения.

Метод

Выборка состояла из 105 испытуемых (12 мужчин и 93 женщины) в возрасте 18–27 лет.

Экспериментальная установка располагалась в комнате со сторонами 391 см и 225 см (рис. 1). Входная дверь, открывающаяся наружу, находилась по середине стены длиной 225 см. Экспериментальная установка находилась на расстоянии 185 см от входной двери и представляла собой две Г-образные перегородки размерами 50 × 200 см с пазами, где располагались вставки, образовавшие апертуру, имитирующую дверной проем. Ее ширина могла варьироваться от 30 до 65 см с шагом в 5 см (всего 8 позиций). В противоположном конце комнаты на расстоянии 218 см располагалась видеокамера.

Перед началом экспериментальных проб испытуемому демонстрировалась комната с установкой, содержавшей максимально широкий проем (65 см). Входная дверь открывалась, и испытуемый мог рассмотреть оборудование, не переступая порога комнаты, в течение 15 с.

В начале пробы входная дверь в комнату открывалась экспериментатором, и испытуемый, не пересекая порога комнаты, должен был вокально (громко и четко произнеся «Да» или «Нет») оповестить о своем решении: способен ли он пройти через проем без контакта со створками. Предварительно испытуемый был проинструктирован, что проходить через апертуру он должен со-

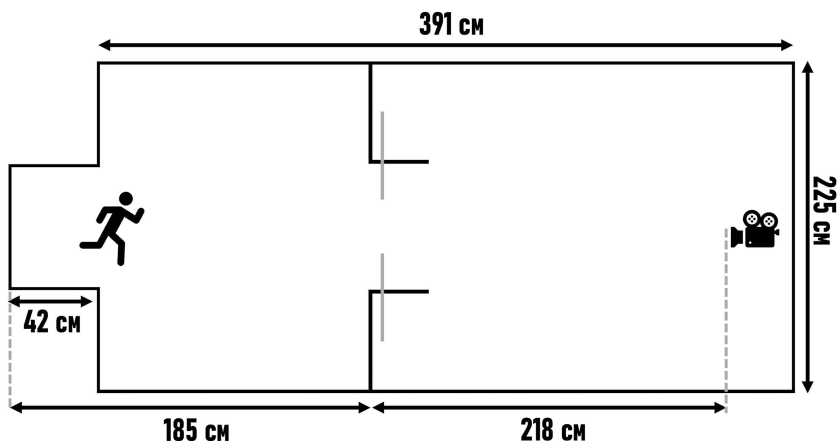


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки (пояснения см. в тексте)

храня ориентацию тела анфас (исключая поворот плечами, держа их прямо). Время визуального изучения оборудования после открывания двери и перед принятием решения не лимитировалось. В случае отрицательного ответа дверь закрывалась, проба завершалась. В случае положительного ответа испытуемый должен был пройти через проем.

С каждым испытуемым проводилась серия из 8 экспериментальных проб, в каждой из которых устанавливалась уникальная ширина апертуры — одна из возможных восьми позиций. При этом использовалось два алгоритма изменения ширины проема (каждый был использован на 50 % испытуемых): от меньшего к большему и наоборот (последующий статистический анализ не выявил влияния типа алгоритма на зависимые переменные).

Фиксировались следующие зависимые переменные: тип принимаемого решения («Да/Нет»), время принятия решения (от момента открывания двери до вокального оповещения испытуемого), задевание телом створок или изменение ориентации собственного тела испытуемого (поворот плеч) при проникновении через апертуру (ошибка).

Статистический анализ. Для анализа времени принятия решения использовались обобщенные линейные смешанные модели (GLMM) с логарифмической связью. Фиксированные эффекты: ИО, тип решения и их взаимодействие; случайный эффект — индивидуальные различия испытуемых. ИО был центрирован для устранения мультиколлинеарности. Нормальность остатков проверена графически (QQ-plot).

Влияние ИО на вероятность ошибки оценивалось с помощью логистической регрессии с Firth-коррекцией — для снижения смещения оценок из-за редкости событий (40 ошибок на 840 проб). Для анализа связи времени принятия и вероятности ошибки также использовалась логистическая регрессия с Firth-коррекцией.

Предварительный анализ исключил влияние алгоритма изменения ширины апертуры и пола испытуемых. Все расчеты выполнены в R 4.5.0 (пакеты lme4, glm, brglm).

Результаты

ИО не оказывал влияния на время принятия решения ($\beta = 0.094$, $p = .411$). Эффект влияния ИО на время был выражен только при положительных решениях ($\beta = -0.791$, $p = .001$, снижение на 54.7 % на единицу ИО), тогда как для отрицательных решений влияние ИО отсутствовало ($\beta = 0.094$, $p = .411$).

Были выявлены значимые различия во времени решения между положительными и отрицательными ответами ($\beta = -0.093$, $p = .001$; сокращение времени на 9 %). Среднее время принятия решения при отрицательных ответах составило 2.93 с ($SD = 0.80$), при положительных ответах – 2.65 с ($SD = 1.62$). Важно подчеркнуть, что 75 % положительных решений принималось при $ИО \geq 1.28$.

Влияние ИО на ошибки. Рост ИО снижал вероятность ошибки ($\beta = -16.172$, $p = .001$). Экстремально низкое OR (9.47×10^{-8}) указывает, что при высоких ИО ошибки практически отсутствовали. При этом 75 % ошибок приходилось на диапазон $ИО = 0.8 - 1.2$ (30/40, $p = .0011$, биномиальный тест).

Время принятия решения значимо увеличивало вероятность ошибки ($\beta = 0.379$, $p = .001$). Каждая дополнительная секунда повышала шансы ошибки на 46 % ($OR = 1.46$, $p = .001$).

Обсуждение и выводы

Гипотеза была опровергнута. Мы полагаем, это объясняется различиями влияния ИО на время принятия положительных и отрицательных решений.

В силу простоты и привычности задачи люди имеют имплицитную готовность принимать положительные решения о проникновении даже в узкий дверной проем ($ИО < 1.2$), осуществляя при этом автоматизм порота плечами (Warren, Whang, 1987). В нашем эксперименте инструкция запрещала поворот плеч, а также физический контакт с апертурой. Вероятно, это вызывало у испытуемых когнитивный конфликт между привычным поведением и инструкцией. По этой причине положительные решения принимались быстрее отрицательных (на 280 мс). При принятии отрицательных решений людям приходилось подавить имплицитную интенцию и автоматизм, что требовало дополнительного времени (Logan, Cowan, 1984).

С возрастанием ИО положительные решения принимались быстрее, что можно объяснить снижением необходимости подавления автоматизма. В целом большинство положительных решений принималось при $ИО > 1.28$, что согласуется с данными предыдущих исследований (Warren, Whang, 1987).

Результаты показывают, что при $ИО > 1.28$ вероятность возникновения ошибки стремится к нулю, однако в целом из-за малого количества ошибок это следует интерпретировать как тенденцию, а не точную величину. Отдельно следует обратить внимание на выявление феномена «медленных ошибок». С одной стороны, большинство ошибок обнаруживается при пограничных зна-

чениях $ИО = 0.8 - 1.2$, что, на первый взгляд, уместно объяснить импульсивностью положительного решения и подавлением автоматизма. Однако было установлено, что на принятие положительных решений с последующим совершением ошибок испытуемые тратили больше времени, нежели на решения без них. Мы объясняем это тем, что ошибки отражают не неудачное подавление автоматизма, а попытку его подавить через углубленный анализ ситуации и планирование собственной локомоции, требующих дополнительного времени. Сами же ошибки, невзирая на усилия, все же возникали, поскольку при $ИО \approx 1$ проход без поворота или задевания апертуры требует идеальной точности моторной координации, которой сложно достичь даже при тщательной оценке.

Ограничения

Следует учесть половой дисбаланс выборки, что затрудняет экстраполяцию данных на генеральную совокупность и требует уточнения в последующих исследованиях.

Дж. Гибсон (Gibson, 1979) утверждал, что четкие аффордансы (явно проходимый проем) позволяют принимать решения почти мгновенно. Полученные нами данные показывают: аффордансы — это не статические свойства среды, а гибкий конструкт, формируемый взаимодействием тела, контекста и когнитивных ресурсов.

Литература

- Franchak J. M., Celano E. C., Adolph K. E. Perception of passage through openings depends on the size of the body in motion // *Experimental Brain Research*. 2012. Vol. 223. No. 2. P. 301 – 310. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3261-y>
- Gibson J. J. The ecological approach to visual perception. Boston, MA: Houghton Mifflin Company, 1979.
- Higuchi T., Murai G., Kijima A., Seya Y., Wagman J. B., Imanaka K. Athletic experience influences shoulder rotations when running through apertures // *Human Movement Science*. 2011. Vol. 30. No. 3. P. 534 – 549. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.08.003>
- Logan G. D., Cowan W. B. On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control // *Psychological Review*. 1984. Vol. 91. No. 3. P. 295 – 327. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.91.3.295>
- Pepping G.-J., Li F.-X. Effects of response task on reaction time and the detection of affordances // *Motor Control*. 2005. Vol. 9. No. 2. P. 129 – 143. <https://doi.org/10.1123/mcj.9.2.129>
- Warren W. H., Whang S. Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1987. Vol. 13. No. 3. P. 371 – 383. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.13.3.371>
- Wilmot K., Barnett A. L. Locomotor adjustments when navigating through apertures // *Human Movement Science*. 2010. Vol. 29. No. 2. P. 289 – 298. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.01.001>

SECONDS BEFORE PASSAGE: HOW RESTRICTING SHOULDER ROTATION AFFECTS DECISION-MAKING IN NAVIGATING NARROW APERTURES

I. A. Khvatov*, P. N. Ganza, A. V. Starobinets

ittkrot1@gmail.com

Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow

Abstract. This study investigates how aperture-to-shoulder width ratio (A/S) influences decision-making speed regarding passability through narrow apertures under restrictions on shoulder rotation. We hypothesized that A/S approaching 1 would increase decision time, but the results contradicted this. The experiment involved 105 participants tasked with passing through apertures of varying widths while maintaining frontal body orientation. Decision type ("Yes"/"No"), decision time, and errors (contact with aperture edges or shoulder rotation) were recorded. Decision time for positive responses decreased as A/S increased, while A/S had no effect on negative responses. Positive decisions were faster than negative ones, which is attributed to behavioral automatism in familiar scenarios. Errors occurred more frequently at borderline A/S values (0.8–1.2) and correlated with longer decision times, suggesting attempts to suppress habitual shoulder rotation through detailed situational analysis. The study demonstrates that affordances (action possibilities) are not static but emerge from interactions between body parameters, context, and cognitive processes. Restricting shoulder rotation creates cognitive conflict, altering decision-making strategies. The findings highlight the interplay of automatisms and conscious control in obstacle navigation, advancing understanding of how action possibilities are dynamically perceived. This underscores the adaptability of affordance perception under conflicting behavioral constraints.

Keywords: locomotion, walking, apertures, affordances, decision-making, response time

МОГУТ ЛИ СЕРЫЕ ВОРОНЫ НАХОДИТЬ ОБЪЕКТЫ, ИСЧЕЗНУВШИЕ ИЗ ИХ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ?

Е. В. Чибисова*, А. С. Дегтярева, А. А. Смирнова

rai_sin@mail.ru

МГУ, Москва

Аннотация. Оценка способности животных находить объекты, исчезнувшие из их поля зрения, позволяет сравнивать уровни развития их когнитивных способностей. Корректное сравнение затруднено методическими проблемами: возможностью перцептивно-го определения местоположения приманки, использованием ненамеренных подсказок экспериментатора или выучиванием ассоциативных правил. Поиску приманки, скрытой в единственном укрытии, животных часто обучают в ходе претренинга, что также затрудняет интерпретацию результатов. Мы ранее разработали методику, в которой были решены вышеперечисленные проблемы, и применили ее для оценки наличия представления о «неисчезаемости» у лошадей. Целью данной работы была оценка наличия или отсутствия представления о «неисчезаемости» у серых ворон. После претренинга, в ходе которого приманку не прятали, воронам предъявили первый тест на поиск приманки, скрытой в одном из двух укрытий. Для предотвращения обучения подкреплением в тестовых пробах было недифференцированным. С таким вариантом теста ни одна из четырех ворон не справилась. С вариантом теста, в котором подкрепление было дифференцированным, две вороны справились. В контрольных пробах, в которых птицы не могли проследить за перемещением приманки, они не находили ее, а значит, на их поведение не влияли ненамеренные подсказки экспериментатора. Благодаря особенностям нашей методики вороны не могли перцептивно определить местоположение приманки или использовать простые ассоциативные правила. Полученные результаты свидетельствуют о наличии у некоторых серых ворон представления о «неисчезаемости» объектов.

Ключевые слова: когнитивные способности животных, формирование представлений, представление о «неисчезаемости» объектов, серые вороны, *corvus cornix*

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121032500080-8).

Введение

В природе животные регулярно оказываются в ситуациях, в которых какие-либо объекты исчезают из их поля зрения. В результате у животных, способных к выполнению операций мышления (обобщению, абстрагированию, анализу, синтезу, сравнению), может сформироваться представление о том, что исчезнувшие из поля зрения объекты продолжают существовать (object

permanence или представление о «постоянстве объектов», Piaget, 1952; закон «неисчезаемости», Крушинский, 1986). Поэтому оценка способности животных находить объекты, исчезнувшие из их поля зрения, позволяет сравнивать уровень развития их когнитивных способностей.

Для оценки наличия или отсутствия у животных представления о «неисчезаемости», а также степени его развития используют батарею постепенно усложняющихся тестов Пиаже (Piaget, 1952) или их аналогов (Uzgiris, Hunt, 1975). В отсутствие перцептивных подсказок (например, запаха приманки или формирования ассоциаций между движением руки экспериментатора и местонахождением приманки) положительный результат тестов может говорить о том, что животное оперирует этим представлением.

Представление о «неисчезаемости» необходимо и для решения более сложных тестов, например теста на экстраполяцию направления движения пищевого раздражителя (Крушинский, 1986). Для решения этого теста животное должно обладать способностью достраивать траекторию движения объекта после его исчезновения из зоны видимости, то есть оперировать еще одним эмпирическим законом — законом движения. Это затрудняет интерпретацию отрицательного результата такого теста, поскольку нельзя точно сказать, сложности с оперированием каким именно из двух элементарных физических законов обуславливают проблемы с решением задачи.

Хотя тесты Пиаже и их аналоги позволяют исследовать развитие представления о «неисчезаемости» как в ходе онтогенеза, так и у взрослых животных, они не позволяют точно ответить на вопрос, сформировало ли животное это представление в ходе предшествующей жизни. Это связано с наличием нескольких методических проблем. В некоторых исследованиях животных в качестве претренинга обучают поиску объекта, спрятанного в единственном укрытии. В результате многократных предъявлений постепенно усложняющихся задач животное может усвоить те или иные ассоциативные правила, позволяющие находить спрятанную приманку, не оперируя представлением о неисчезаемости объектов (например, «ищи приманку в том укрытии, с которым взаимодействовала рука экспериментатора»). Кроме того, животное может научиться использовать ненамеренные подсказки экспериментатора.

В связи с этим продолжает оставаться актуальной задача разработки универсального теста, позволяющего оценить наличие или отсутствие представления о «неисчезаемости» объектов у взрослых животных разных видов. Ранее в нашей лаборатории был разработан вариант такого теста и применен для оценки наличия представления о «неисчезаемости» у лошадей. У исследованных лошадей не было обнаружено способности оперировать представлением о «неисчезаемости» объектов (Дегтярева, Смирнова, 2023).

Серые вороны характеризуются высоким уровнем развития мозга и когнитивных способностей. Они способны формировать понятия и выявлять сходство по аналогии (Wright et al., 2017; Smirnova et al., 2021). Врановые успешнее других групп птиц (голуби, утки, куры, хищные) справляются с тестом на экстраполяцию: 79 % птиц решают его правильно при первом же предъявлении (Крушинский, 1986). Известно, что сороки справляются с задачами на ви-

димое перемещение (Pollok et al., 2000), а грачи — и с тестами на невидимое перемещение (Cornero, Clayton, 2025).

Целью данной работы была оценка наличия представления о «неисчезаемости» объектов у серых ворон при помощи разработанной нами методики.

Методика и результаты

В работе участвовали четыре вороны разного возраста (от 2 до 15 лет). Через щель в передней стенке экспериментальной клетки в нее вдвигали поднос с двумя кормушками, к середине каждой из которых была прикреплена нависающая над ее дальней половиной перегородка. Кормушки имели второе дно, в которое заранее помещали по 5 личинок мучного хрущака. Лицо и глаза экспериментатора, который сидел напротив клетки, были скрыты очками, медицинской маской и козырьком кепки.

В ходе претренинга приманку не прятали. На его первом этапе экспериментатор показывал вороне две сближенные руки. Между большим и указательным пальцами одной руки была зажата личинка (она была в поле зрения птицы). Вторая личинка была спрятана во втором кулаке, благодаря чему обе руки пахли одинаково. Далее экспериментатор одновременно разводил кулаки и подносил их к обоим кормушкам. В половине проб руки переключивали. Он оставлял ту личинку, которая была на виду у птицы, в переднем отсеке одной из кормушек (то есть в поле зрения птицы), а второй рукой совершал симметричное маскирующее движение над второй кормушкой. После этого он возвращал пустые руки в центр подноса, демонстрировал их птице и двумя руками придвигал поднос к ней (эту же последовательность движения рук повторяли в последующих тестах). На втором этапе претренинга кормушки развернули на 90°, так что ворона могла видеть пространство с обеих сторон от перегородки. Личинку помещали на ту сторону, над которой нависала перегородка. Каждый этап претренинга завершали, когда ворона 12 раз подряд брала приманку из кормушки не позднее, чем через 2 минуты после того, как к ней придвигали поднос. Для завершения первого этапа претренинга воронам потребовалось от 12 до 51 проб (некоторые птицы вначале отказывались от выбора, что, вероятно, было связано с неохотой — боязнью нового). Второй этап претренинга все четыре вороны завершили за минимально возможное число проб (12).

Затем четырем воронам предъявили первый тест на поиск спрятанной приманки: 24 тестовые пробы, в которых личинку на глазах у вороны прятали за одной из перегородок (за вторую перегородку личинку прятали ранее вне поля зрения птицы), чередовались с 48 фоновыми (такими же, как и на первом этапе претренинга).

В тестовых пробах ни одна из ворон не находила приманку достоверно чаще случайного уровня. Все вороны чаще искали личинку в определенной (левой или правой) кормушке. Причиной отрицательного результата теста, вероятно, было недифференцированное подкрепление, при котором птицы в тестовых пробах находили приманку в любой из двух кормушек (для предотвращения обучения в ходе теста). Мы предполагаем, что вороны могли заме-

тить, что получение корма не зависело от того, какую кормушку они выбирали, и перешли к более экономичному «одностороннему» выбору.

Поэтому далее мы повторили тест, используя дифференцированное подкрепление: ворона получала приманку только в случае правильного выбора. С таким тестом две птицы справились: они совершили правильный выбор в 22 тестовых пробах из 24 (92 %, $p < .0001$, двусторонний биномиальный тест) и в 17 пробах из 19 (89 %, $p = .0007$).

Далее мы провели контрольную сессию, в которой оценивали возможность определения местоположения приманки за счет ненамеренных подсказок экспериментатора. В контрольных пробах, которые чередовали с фоновыми, экспериментатор прятал личинку в один из кулаков таким образом, что ворона не могла проследить за ее дальнейшим перемещением. В таких пробах ни одна из ворон не находила приманку чаще случайного уровня, что свидетельствует об отсутствии влияния ненамеренных подсказок экспериментатора на результат теста.

Заключение

Благодаря особенностям разработанной нами методики мы можем утверждать, что вороны не могли найти приманку по запаху, не могли научиться решать задачу в ходе претренинга, не решали тест за счет применения простых ассоциативных правил и не использовали ненамеренные подсказки экспериментатора.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о наличии у некоторых серых ворон представления о «неисчезаемости» объектов. Это соответствует как данным о высоком уровне развития мозга и когнитивных способностей врановых птиц, так и результатам предыдущих исследований (Крушинский, 1986; Pollok et al., 2000; Cornero, Clayton, 2025). Выявленные индивидуальные различия (две вороны из четырех с тестом не справились) часто обнаруживаются в подобных исследованиях (Cornero, Clayton, 2025) и могут быть обусловлены как разной степенью развития когнитивных способностей внутри вида, так и другими факторами.

Литература

Дегтярева А. С., Смирнова А. А. Есть ли у лошадей (*Equus caballus*) представление о «неисчезаемости» объектов? // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21–22 июня 2023 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. М.: БукиВеди, МИП, 2023. С. 133–138.

Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности: Эволюционный и физиолого-генетический аспекты поведения. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1986.

Cornero F. M., Clayton N. S. Object permanence in rooks (*Corvus frugilegus*): Individual differences and behavioral considerations // *Learning & Behavior*. 2025. Vol. 53. No. 1. P. 93–113. <https://doi.org/10.3758/s13420-024-00637-0>

Piaget J. The origins of intelligence in children. New York: W. W. Norton & Company, 1952. <https://doi.org/10.1037/11494-000>

Pollok B., Prior H., Güntürkün O. Development of object permanence in food-storing magpies (*Pica pica*) // *Journal of Comparative Psychology*. 2000. Vol. 114. No. 2. P. 148 – 157. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.114.2.148>

Smirnova A. A., Obozova T. A., Zorina Z. A., Wasserman E. A. How do crows and parrots come to spontaneously perceive relations-between-relations? // *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2021. Vol. 37. P. 109 – 117. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.11.009>

Uzgiris I. C., Hunt J. M. Assessment in infancy: Ordinal scales of psychological development. Champaign: University of Illinois Press, 1975.

Wright A. A., Magnotti J. F., Katz J. S., Leonard K., Vernouillet A., Kelly D. M. Corvids outperform pigeons and primates in learning a basic concept // *Psychological Science*. 2017. Vol. 28. No. 4. P. 437 – 444. <https://doi.org/10.1177/0956797616685871>

ARE HOODED CROWS ABLE TO LOCATE OBJECTS THAT HAVE DISAPPEARED FROM THEIR FIELD OF VIEW?

E. V. Chibisova*, A. S. Degtiareva, A. A. Smirnova
rai_sin@mail.ru
Moscow State University, Moscow

Abstract. The ability of animals to locate objects that have disappeared from their field of view could inform the comparison of cognitive capacities across species. Methodological problems include possible reliance on perceptual cues of bait location, unconscious cues from the experimenter, or learning simple associative rules during testing. Additionally, animals are often pre-trained to search for bait hidden in a single location, potentially complicating result interpretation. We previously developed a methodology to address these problems in assessing object permanence in horses. Here, we examined object permanence in hooded crows. Following a pre-training phase during which the bait was never hidden, crows faced a test in which it was hidden at one of two locations. To prevent trial-and-error learning, the birds were rewarded in each trial. No crows found the bait above chance level. Two crows passed the second test with differential reinforcement. In control trials, in which bait movement could not be followed, none of the crows found it above chance level, suggesting their behavior was not influenced by experimenters' unconscious cues. Our methodology prevented the crows from perceptually locating the bait or using simple associative rules. Thus, it appears that hooded crows can mentally represent objects that have disappeared from their view.

Keywords: animal cognitive abilities, concept formation, object permanence, hooded crows, *corvus cornix*

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 121032500080-8).

РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ, НАПРАВЛЯЮЩЕЙ ВНИМАНИЕ, В ЭФФЕКТЕ ЧРЕЗМЕРНОГО ПОДРАЖАНИЯ ПРИ СОЦИАЛЬНОМ НАУЧЕНИИ ДЕЙСТВИЯМ С ПРЕДМЕТАМИ У ДЕТЕЙ 8 – 9 ЛЕТ

А. А. Чиркина*, Т. Н. Котова
chirkinaanastasiia@gmail.com
РАНХиГС, Москва

Аннотация. Феномен чрезмерного подражания отражает склонность детей повторять демонстрируемые взрослым действия, даже если они очевидно неэффективны для достижения цели, и в силу этого позволяет изучать социальное научение и его изменения в ходе развития. Существующие модели данного эффекта не могут объяснить вариации в значимости тех или иных обстоятельств для подражательного поведения в разных возрастах. В исследованиях с участием 8 – 9-летних детей мы варьировали содержание коммуникации, направляющей внимание ребенка, с помощью предъявления схемы объекта с заданием, привлекающим внимание к различию между лишними и необходимыми действиями, или ко всем действиям. Показано, что эффект чрезмерного подражания снижается при привлечении внимания к различию между лишними и необходимыми действиями у участников, исходно реагировавших на предъявление схемы одним (или менее) сличением схемы и объекта взором. Те же, кто исходно реагировал на предъявление схемы большим количеством сличений, при обеих версиях задания показали сниженный эффект чрезмерного подражания.

Ключевые слова: социальное научение, чрезмерное подражание, возрастное развитие, внимание, схема

Введение

Феномен чрезмерного подражания (ЧП) заключается в копировании детьми не имеющих функциональной необходимости действий с объектом после их демонстрации взрослым (Lyons et al., 2007). Этот эффект можно зафиксировать начиная с 18 месяцев (Kotova et al., 2014) и до подросткового возраста (Whiten et al., 2016). В соответствии с имеющимися в литературе данными обстоятельства, в которых происходит демонстрация взрослым ребенку действий с предметом, повышают или снижают вероятность копирования этих действий ребенком, в зависимости не только от рациональности и эффективности опоры на эти обстоятельства, но и от коммуникативной направленности этих обстоятельств (Gergely, Bekkering, 2002; Schmidt et al., 2011). Так, например, действие нажатия лбом для включения лампы ребенок раннего возраста копирует в случае, если экспериментатор поддерживает контакт глаз с ним/ней при реализации действия, и не копирует (включает лампу, нажимая рукой), если экспериментатор не обращался к нему, реализуя действие (Király et al., 2013).

Однако ряд данных указывает на то, что спектр обстоятельств, влияющих на эффект ЧП, изменяется с возрастом (Hoehl, Keupp, 2019; Keupp, 2013; Marsh et al., 2014; Kotova, Kotov, 2015), и, соответственно, их круг не может быть ограничен врожденной системой остенсивных сигналов, как это закреплено

в модели «естественной педагогики» (остенсивные сигналы — сопровождение коммуникации зрительным контактом, интонацией, паузами, указательными жестами и преувеличенной заметностью демонстрируемых манипуляций, что направляет внимание реципиента и указывает на ценность демонстрируемого способа действий в культуре (Csibra, Gergely, 2009)).

Исходя из этого противоречия, можно предположить, что возникновение эффекта ЧП объясняется тем, что обстоятельства, влияющие на него, представляют собой средства управления вниманием (в отличие от свойств объекта и объективной ситуации, к которой адаптируется ребенок в ходе научения). Мы полагаем, что возрастные изменения в наборе таких средств, которыми пользуется ребенок, происходят в ходе его/ее коммуникации с тем, кто демонстрирует объект и эти обстоятельства (а не при обнаружении ребенком целесообразности опоры на них).

Для построения методики мы опирались на данные о том, что дети в возрасте 8–9 лет демонстрируют два существенно разных паттерна поведения в традиционной методике изучения ЧП при предъявлении схемы объекта, включающей детали для лишних действий (Михайлова, 2017). Часть 8–9-летних участников в таких условиях *не повторяли лишние действия (ЛД)* и производили только необходимое действие (НД), то есть реагировали на демонстрацию схемы как на *инструкцию игнорировать ЛД*, а часть детей этого возраста в таких же условиях *повторяли ЛД*, то есть реагировали на схему как на *указание, что ЛД нужны*. При этом первичная реакция на предъявление схемы у этих групп была разной: те, кто затем игнорировал ЛД, при предъявлении несколько раз переводили взор со схемы на объект и обратно (совершали два и более сличений), как если бы направляли свое внимание на структурное соответствие схемы и объекта (а значит, и на нерациональность ЛД), а те, кто затем повторял ЛД, переводили взор со схемы на объект однократно (одно и менее сличений), как если бы направляли внимание на общее образное соответствие схемы и объекта.

Это подводит нас к предположению, что один и тот же внешний знак — схема объекта с деталями для ЛД — для этих участников выступает как разные средства управления вниманием. В методике настоящего исследования мы дополнили предъявление схемы объекта заданием, либо привлекающим внимание участника к структурному соответствию между схемой и объектом, либо направляющим внимание на общее образное соответствие схемы и объекта, и оценили, в какой мере это приводит к игнорированию ЛД, при разной исходной реакции на предъявление схемы.

Таким образом, мы проверяли гипотезы о том, что содержание коммуникации, направляющей внимание ребенка, влияет на *силу эффекта ЧП и модифицирует средства управления вниманием, задействованные в эффекте ЧП*, при социальном научении действиям с предметами у 8–9-летних детей.

Исследование 1

Методика. Участие приняли 32 ребенка 8–9 лет. Использовался внутрисубъектный план эксперимента с двумя условиями независимой переменной содер-

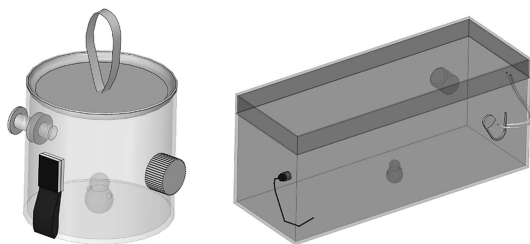


Рисунок 1. Схемы объектов 1 и 2

жения коммуникации, направляющей внимание: (1) задание на привлечение внимания к различию ЛД и НД, где было нужно обвести только детали для ЛД на схеме; (2) задание на привлечение внимания к общему в ЛД и НД, где было нужно обвести все детали на схеме. При предъявлении схемы оценивалось количество сличений схемы и объекта (дополнительная переменная). После выполнения задания участнику предлагали достать игрушку из объекта удобным для него способом, в отсутствие экспериментатора. При обработке видеозаписи оценивалось количество воспроизведенных ЛД до выполнения НД (зависимая переменная). Количество сличений регистрировалось с помощью видеозаписи.

Для проведения исследования были подготовлены два объекта и схемы к ним (рис. 1). Оба объекта имеют крышку, которую необходимо поднять, чтобы получить доступ к игрушке (НД). У каждого из объектов есть детали для трех действий, которые не нужны для извлечения игрушки из объекта (ЛД).

Результаты. При первичной обработке видеозаписей мы зафиксировали ошибку процедуры: в большинстве случаев у детей было мало времени на рассмотрение схемы, из-за чего доля детей, сделавших два и более сличения, оказалась ниже, чем в предыдущих исследованиях; в связи с этим исследование требовало уточнений с корректной реализацией процедуры. Кроме того, в анализе влияния содержания коммуникации, направляющей внимание, мы обнаружили значимый эффект порядка предъявления: участники, начавшие с условия «Различие ЛД и НД», в последующем демонстрировали меньше ЛД даже в условии «Общее в ЛД и НД» ($F(1) = 5.23, p = .029$). Результаты позволили сделать вывод о влиянии содержания коммуникации, направляющей внимание, на силу эффекта ЧП, но гипотеза о модификации средства управления вниманием под его влиянием оставалась непроверенной. В связи с этим мы провели Исследование 2.

Исследование 2

Методика. Повторяет методику Исследования 1 во всем, кроме того, что условия независимой переменной содержания коммуникации, направляющей внимание, варьировались межсубъектно ($N = 47$, возраст 8 – 9 лет; распределение между условиями было случайным).

Результаты. В соответствии с нашими ожиданиями дисперсионный анализ подтвердил, что участники, делающие два и больше сличений, реже совершают ЛД

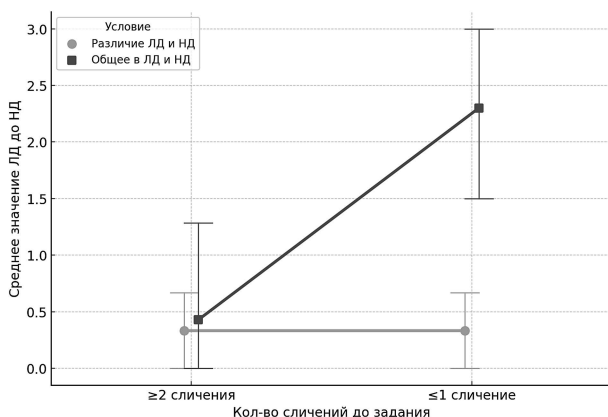


Рисунок 2. Связь условия и количества сличений на количество ЛД до НД

($F(1) = 7.49, p = .011$), а условие влияет на количество совершенных ЛД ($F(1) = 9.09, p = .005$). Гипотеза о связи также подтвердилась: участники, выполнившие при первом предъявлении одно и менее сличений схемы и объекта, совершали значительно меньше ЛД до НД после демонстрации взрослым в условии с привлечением внимания к различию между ЛД и НД, чем в условии с привлечением внимания ко всем действиям с объектом ($F(1) = 7.49, p = .011$) (рис. 2).

Обсуждение и выводы

Наши результаты согласуются с прежде полученными данными в том, что первичная реакция на предъявление схемы и объекта у детей 8–9 лет связана с силой эффекта ЧП. Но, главное, что удалось показать в данном исследовании, — это то, что коммуникация, направляющая внимание, *модифицирует средства управления вниманием, задействованные в эффекте ЧП*, при социальном научении действиям с предметами у детей 8–9 лет. Это позволяет уточнить подход «естественной педагогики» и дополнить существующие модели эффекта ЧП, расширяя представление о закономерностях увеличения репертуара остенсивных сигналов и их влияния на процесс социального научения у детей.

Литература

- Михайлова И. Роль схематических средств в эффекте чрезмерного подражания у детей 8–9 лет: ВКР. РАНХиГС. М., 2017.
- Csibra G., Gergely G. Natural pedagogy // *Trends in Cognitive Sciences*. 2009. Vol. 13. No. 4. P. 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.005>
- Gergely G., Bekkering H., Kirdly I. Rational imitation in preverbal infants // *Nature*. 2002. Vol. 415. No. 6873. P. 755–756. <https://doi.org/10.1038/415755a>
- Hoehl S., Keupp S., Schleihauf H., McGuigan N., Buttelmann D., Whiten A. 'Over-imitation': A review and appraisal of a decade of research // *Developmental Review*. 2019. Vol. 51. P. 90–108. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.12.002>

Keupp S., Behne T., Rakoczy H. Why do children overimitate? Normativity is crucial // Journal of Experimental Child Psychology. 2013. Vol. 116. No. 2. P. 392–406. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.07.002>

Király I., Csibra G., Gergely G. Beyond rational imitation: Learning arbitrary means actions from communicative demonstrations // Journal of Experimental Child Psychology. 2013. Vol. 116. No. 2. P. 471–486. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.12.003>

Kotova T. N., Kotov A. A. The role of referential intention as a component of joint attention in object-label association and shared knowledge acquisition // The Russian Journal of Cognitive Science. 2015. Vol. 2. No. 4. P. 4–11.

Kotova T. N., Yudina T. O., Kotov A. A. The influences of intentionality and effectiveness of adults' behavior on infants' imitation of object-related actions // The Russian Journal of Cognitive Science. 2014. Vol. 1. No. 1–2. P. 39–53.

Lyons D. E., Young A. G., Keil F. C. The hidden structure of overimitation // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007. Vol. 104. No. 50. P. 19751–19756. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704452104>

Marsh L. E., Ropar D., de C. Hamilton A. F. The social modulation of imitation fidelity in school-age children // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. No. 1. P. e86127:1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086127>

Schmidt M. F. H., Rakoczy H., Tomasello M. Young children attribute normativity to novel actions without pedagogy or normative language // Developmental Science. 2010. Vol. 14. No. 3. P. 530–539. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01000.x>

Whiten A., Allan G., Devlin S., Kseib N., Raw N., McGuigan N. Social learning in the real-world: 'Over-imitation' occurs in both children and adults unaware of participation in an experiment and independently of social interaction // PLoS ONE. 2016. Vol. 11. No. 7. P. e0159920:1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159920>

THE ROLE OF ATTENTION-GUIDING COMMUNICATION IN THE OVERIMITATION EFFECT IN SOCIAL LEARNING OF ACTIONS WITH OBJECTS IN 8- AND 9-YEAR-OLD CHILDREN

A. A. Chirkina*, T. N. Kotova
chirkinaanastasiia@gmail.com
RANEPA, Moscow

Abstract. Overimitation reflects the tendency of children to repeat actions demonstrated by an adult, even if they are obviously ineffective in achieving the goal. Thus, it allows us to study the process of social learning and its changes in the course of development. Existing models of this effect cannot explain variations in the importance of certain circumstances for imitative behavior at different ages. In experiments involving 8- and 9-year-old children, we varied the content of the communication directing the child's attention by presenting a scheme of the object with a task drawing attention to the difference between unnecessary and necessary actions, or to all actions. The effect of overimitation was shown to be reduced when attention was drawn to the difference between unnecessary and necessary actions in participants who initially responded to the presentation with no more than one gaze comparison of the scheme and object. Those who initially responded to the presentation of the scheme with more comparisons showed a reduced overimitation effect for both versions of the task.

Keywords: social learning, overimitation, age development, attention, scheme

РАЗНИЦА ЭФФЕКТОВ ПОЗИТИВНОГО И НЕГАТИВНОГО СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРАЙМИНГА В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Д. Ю. Чопчик*, М. Г. Филиппова

dianachopchik@yandex.ru

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Целью настоящего исследования являлось изучение различий в распространении эффектов позитивного и негативного прайминга в зависимости от категориальной близости праймов и целевых стимулов. В эксперименте с участием 40 человек использовалась парадигма семантического прайминга в задаче классификации стимулов на «живое» и «неживое». Категориальная близость варьировалась по четырём градациям — от полного совпадения до принадлежности к широкой категории «живое». Эффект позитивного прайминга проявлялся во всех экспериментальных условиях, усиливаясь по мере возрастания категориальной близости между праймом и целью. В отличие от этого, негативный прайминг регистрировался исключительно при быстрых реакциях (ниже среднего, 714 мс) и не коррелировал со степенью категориальной близости, распространяясь даже на семантически отдаленные категории. Результаты исследования демонстрируют различия в паттернах проявления позитивного и негативного прайминга. Негативный прайминг характеризуется более широким охватом категорий, что подтверждает исходную гипотезу о его большей распространенности по сравнению с позитивным праймингом.

Ключевые слова: семантический прайминг, позитивный прайминг, негативный прайминг, категориальная близость, задача классификации

Исследование поддержано грантом РФФИ № 25-18-01119 «Закономерности изменения временных окон восприятия».

Введение

Селекция информации, необходимая для фильтрации значимых сигналов из сенсорного потока, предполагает активную обработку как релевантных, так и нерелевантных стимулов. Исследования демонстрируют, что нерелевантные стимулы обрабатываются вплоть до семантического уровня (Tirrer, Driver, 1988; Bruno et al., 2020). Свидетельства в пользу предположения о том, что нерелевантные стимулы обрабатываются, мы находим в исследованиях с использованием прайминга. Выделяют два основных эффекта прайминга: позитивный и негативный прайминг, которые отражают соответственно повышение и снижение доступности информации в зависимости от оценки ее релевантности. Позитивный прайминг (ПП) проявляется в ускорении реакции на повторно предъявляемые целевые стимулы или связанные с ними элементы. В противоположность этому негативный прайминг (НП) проявляется в замедлении реакции на целевые стимулы, если они повторяют ранее игнорируемые дистракторы или связаны с ними.

Экспериментальные данные подтверждают, что НП, в отличие от ПП, может проявляться независимо от перцептивного сходства (Schrobsdorff et al., 2012), языкового контекста (Neumann et al., 1999) или переключения между задачами (Leboe et al., 2005). Согласно этим данным, можно прийти к выводу, что НП обладает большей широтой проявлений, будучи регистрируемым в большем числе условий, тогда как ПП остается зависимым от контекста и релевантности стимулов. Эти соображения позволили нам сделать направленное предположение о различиях между ПП и НП по степени охвата семантических категорий.

Цель настоящего исследования — сравнить широту распространения эффектов позитивного и негативного прайминга на одном и том же стимульном материале в условиях варьирования категориальной близости праймов и целей. *Гипотеза* исследования состоит в том, что НП обладает большей широтой эффекта (распространится на большее число семантически смежных категорий) по сравнению с ПП.

Методика.

Выборка. В исследовании приняли участие 40 человек (31 женщина, $M = 24.27$, $SD = 6.58$), все носители русского языка, с нормальным или скорректированным до нормы зрением.

Дизайн исследования. Эксперимент реализовывался с использованием методики семантического прайминга в сочетании с задачей классификации предъявляемых стимулов на «живое» и «неживое». Стимульный материал включал четырехбуквенные слова русского языка, разделенные на иерархические категории: «живое», включающее подкатегории «животные» (звери/птицы) и «растения» (цветы/деревья), и «неживое» (см. пример в табл. 1).

Таблица 1. Стимульный материал

Категория		Стимулы
Живое	Звери	Тигр, Волк
	Птицы	Сова, Утка
	Цветы	Роза, Пион
	Деревья	Липа, Клен
Неживое		Клей, Мыло, Плащ, Зонт, Шкаф, Стул, Игла, Сито

Для оценки степени категориальной близости прайма и цели применялись четыре уровня соответствия — от полного совпадения (прайминг идентичности) до общей категории «живое», в контрольном условии использовались не связанные пары слов (см. пример в табл. 2).

Отношения между праймом и целевым стимулом определяют экспериментальное и контрольное условия: ПП — категория прайма совпадает или связана с целью целевого стимула; НП — дистрактор совпадает или связан с категорией целевого стимула; контрольное условие — прайм и целевой стимул не связаны.

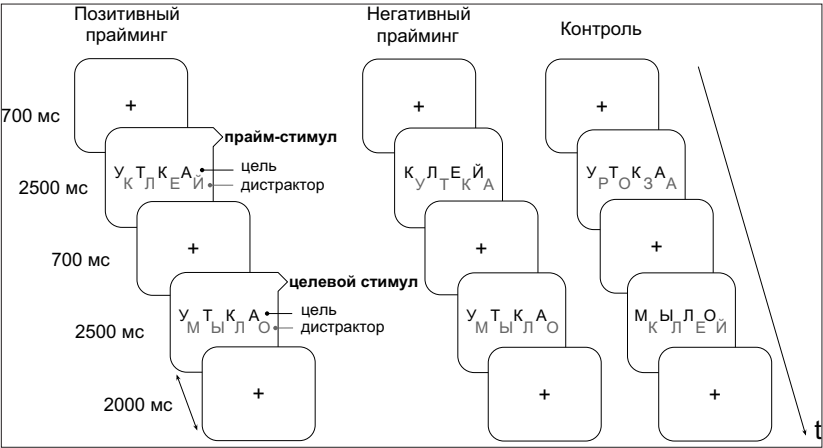


Рисунок 1. Пример последовательности стимулов для каждого из условий предъявления

Таблица 2. Категориальная близость стимулов

Степень категориальной близости	Пример	Объединение в рамках категории
1	Утка – Утка	Полное совпадение
2	Утка – Сова	Птицы
3	Утка – Волк	Животные
4	Утка – Роза	Живое
Контрольное условие	Утка – Клей	Нет объединения

Процедура. Участники выполняли задачу классификации красных (верхних) целевых слов с помощью клавиш-стрелок, игнорируя зеленые (нижние) слова-дистракторы (последовательность предъявления стимулов представлена на рис. 1). Задача включала 170 стимулов, продолжительность исследования составляла 25 – 30 минут.

Анализ данных. Производился в SPSS Statistics 26.0. Применялся дисперсионный анализ с повторными измерениями (rmANOVA) с внутригрупповым фактором «Степень категориальной близости» (5 уровней) отдельно для условий ПП и НП. Для анализа взаимосвязи между временем реакции и степенью категориальной близости применялся коэффициент корреляции Спирмена. Ошибочные ответы и выбросы (± 2 стандартных отклонения) исключались, данные усреднялись по участникам.

Результаты

Позитивный прайминг. Все градации категориальной близости в условии ПП значимо отличались от контрольных условий. Для четырех градаций близости получены следующие показатели:

1: $632.4 < 756.4$ мс (Эффект ПП = 124 мс), $t(39) = 2.4$; $p < .001$;

2: $697.6 < 756.4$ мс (ЭПП = 58.8 мс), $t(39) = -2.9$; $p = .006$;

3: $703.4 < 756.4$ мс (ЭПП = 53 мс), $t(39) = -3.4$; $p = .002$;

4: $729.7 < 756.4$ мс (ЭПП = 26.7 мс), $t(39) = -2.2$; $p = .036$.

Кроме того, между переменными «категориальная близость» и «время классификации» была обнаружена значимая положительная корреляция ($\rho(158) = 0.291$, $p < .001$).

Негативный прайминг. Применение стандартной процедуры обработки к условиям НП не показало значимых различий: ни одна из градаций фактора «категориальная близость» не отличалась от контроля (значимость отличия от контроля для разных градаций: 1: $p = .874$; 2: $p = .900$; 3: $p = .210$; 4: $p = .454$). Эффект НП (ЭНП) был обнаружен только на быстрых реакциях, меньше среднего (714 мс). В этом случае все градации переменной «категориальная близость» значимо отличались от контрольного условия:

1: $617.81 > 603.25$ мс (ЭНП = 14.6 мс), $t(39) = 2.4$, $p = .022$;

2: $615.8 > 603.25$ мс (ЭНП = 11.8 мс), $t(39) = 2.1$, $p = .045$;

3: $617.93 > 603.25$ мс (ЭНП = 14.7 мс), $t(39) = 2.9$, $p = .006$;

4: $616.15 > 603.25$ мс (ЭНП = 12.9 мс), $t(39) = 2.9$, $p = .008$.

При этом корреляции между временем реакции и категориальной близостью праймов и целей не наблюдалось ($\rho(158) = -.025$, $p = .758$).

Обсуждение и выводы

Результаты исследования вносят вклад в разработку проблемы генерализации эффектов ПП и НП. Эффект позитивного прайминга был максимальным (124 мс) в условиях прайминга идентичности (подразумевающий, помимо семантического, также зрительное, фонологическое и лексическое совпадение) и далее ослабевал с уменьшением категориальной близости между праймами и целями. Негативный же прайминг проявлялся независимо от этого параметра, охватывая все уровни категориальной иерархии. Это подтверждает гипотезу о более широкой генерализации НП по семантической сети, что согласуется с данными предыдущих исследований (Caudek, Domini, 2013; Филиппова и др., 2025), а также дополняет уже существующие данные о зависимости ПП от степени семантической близости слов (Sánchez-Casas et al., 2006). Вероятно, НП возникает на ранних этапах семантической обработки, когда создается обобщенная репрезентация игнорируемых стимулов, что может объяснять его устойчивость к изменению категориальной близости.

Эффект НП наблюдался исключительно в быстрых реакциях (ниже среднего, 714 мс), что указывает на его кратковременность. Полученные данные согласуются с работой Фокс (Фох, 1995), где НП проявлялся преимущественно в первые сотни миллисекунд, что может быть связано с ослаблением тормозных механизмов после успешного обнаружения целевого стимула. Однако для уточнения причин кратковременности НП и его функциональной роли требуются дополнительные исследования.

Литература

Филиппова М.Г., Чопчик Д.Ю., Гнедых Д.С., Костина Д.И., Перикова Е.И. Непостоянство границ семантического прайминга: роль информативности праймов // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2025. Т. 75. № 1. С. 24 – 30.

Bruno N. M., Embon I., Díaz Rivera M. N., Giménez L., D'Amelio T. A., Torres Batán S., Guarra-cino J. F., Iorio A. A., Andreau J. M. Faster might not be better: Pictures may not elicit a stronger unconscious priming effect than words when modulated by semantic similarity // *Consciousness and Cognition*. 2020. Vol. 81. No. 102932. P. 1 – 14. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.102932>

Caudek C., Domini F. Priming effects under correct change detection and change blindness // *Consciousness and Cognition*. 2013. Vol. 22. No. 1. P. 290 – 305. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.08.003>

Fox E. Negative priming from ignored distractors in visual selection: A review // *Psychonomic Bulletin & Review*. 1995. Vol. 2. No. 2. P. 145 – 173. <https://doi.org/10.3758/bf03210958>

Leboe J. P., Whittlesea B. W. A., Milliken B. Selective and nonselective transfer: Positive and negative priming in a multiple-task environment // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2005. Vol. 31. No. 5. P. 1001 – 1029. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1001>

Neumann E., McCloskey M. S., Felio A. C. Cross-language positive priming disappears, negative priming does not: Evidence for two sources of selective inhibition // *Memory & Cognition*. 1999. Vol. 27. No. 6. P. 1051 – 1063. <https://doi.org/10.3758/bf03201234>

Sánchez-Casas R., Ferré P., García-Albea J., Guasch M. The nature of semantic priming: Effects of the degree of semantic similarity between primes and targets in Spanish // *European Journal of Cognitive Psychology*. 2006. Vol. 18. No. 2. P. 161 – 184. <https://doi.org/10.1080/09541440500183830>

Schrobsdorff H., Ihrke M., Behrendt J., Herrmann J. M., Hasselhorn M. Identity negative priming: A phenomenon of perception, recognition or selection? // *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7. No. 3. P. e32946:1 – 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032946>

DIFFERENCE IN THE EFFECTS OF POSITIVE AND NEGATIVE SEMANTIC PRIMING IN A CLASSIFICATION TASK

D. Y. Chopchik*, M. G. Filippova

dianachopchik@yandex.ru

N. P. Bechtereva Institute of the Human Brain, RAS, St. Petersburg

Abstract. The aim of the present study was to investigate differences in the breadth of positive and negative priming effects in relation to the categorical proximity of primes and targets. A semantic priming paradigm was employed in a classification task involving 40 participants, who were asked to categorize stimuli as either “living” or “non-living”. Categorical proximity was manipulated across four levels, ranging from an exact match to inclusion within the broad superordinate category “living”. Positive priming effects were observed across all experimental conditions and increased progressively with greater categorical proximity between the prime and the target. In contrast, negative priming effects emerged exclusively in trials with rapid responses (below average, 714 ms) and did not correlate with the degree of categorical proximity, extending even to semantically distant categories. The findings reveal distinct patterns in the manifestation of positive and negative priming. Negative priming was associated with a broader categorical spread, thereby supporting the initial hypothesis concerning its wider generalization relative to positive priming.

Keywords: semantic priming, positive priming, negative priming, categorical proximity, classification task

This research is supported by RSF grant Project № 25-18-01119: “Regularities of change in temporal windows of perception”.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В «ПОВЕРХНОСТНОЙ» ОБРАБОТКЕ ПРИ ПОНИМАНИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ: СЕРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. С. Шаповалова*, С. А. Малютина

asshapovalova@edu.hse.ru

Центр языка и мозга, НИУ «Высшая школа экономики», Москва

Аннотация. При чтении предложений в некоторых случаях люди формируют неполные или искаженные репрезентации воспринимаемых предложений. Причиной этого может выступать опора на «поверхностную» обработку при понимании предложений, а не на алгоритмический анализ их грамматической структуры. В психолингвистике проводилось достаточное количество исследований того, какой языковой материал провоцирует «поверхностную» обработку, но практически не исследованы индивидуальные различия в степени опоры на нее. В настоящей работе впервые изучаются личностные, когнитивные и психолингвистические факторы, которые могут влиять на степень опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений. В первом исследовании рассматривались следующие индивидуальные характеристики: объем фонологической рабочей памяти, исполнительное внимание, читательский опыт, объем словарного запаса. Показано, что низкий уровень исполнительного внимания связан с большей степенью опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений. Далее было выдвинуто предположение, что на степень опоры на «поверхностную» обработку могут влиять личностные характеристики. Для изучения были выбраны факторы диспозициональной модели «Большой пятерки»: экстраверсия, добросовестность, негативная эмоциональность, открытость к опыту. Было показано, что добросовестность и экстраверсия связаны со степенью опоры на «поверхностную» обработку. В будущем планируется попытаться найти связь между полученными когнитивным и личностными характеристиками относительно изучаемого механизма обработки.

Ключевые слова: «поверхностная» обработка, психолингвистика, «Большая пятерка», понимание предложений, индивидуальные различия

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 24-78-00194, <https://rscf.ru/project/24-78-00194/>

Введение

При чтении предложений в некоторых случаях люди формируют неполные или искаженные репрезентации воспринимаемых предложений. Причиной этого может выступать опора на «поверхностную» обработку при понимании предложений, а не на алгоритмический анализ их синтаксической структуры. При такой обработке человек затрачивает гораздо меньше когнитивных ресурсов на понимание предложений (Ferreira, Patson, 2007). Для провокации

опоры на «поверхностную» обработку в психолингвистических экспериментах создается конфликт между нисходящей и восходящей обработкой, что приводит к ошибкам при понимании предложений (Lopukhina et al., 2022). Так, люди могут ошибочно интерпретировать предложение «The dog was bitten by the man» как «собака укусила человека», что связано с низкой частотой употребления пассивного залога (Ferreira, 2003). В настоящее время существуют исследования, рассматривающие, какой языковой материал провоцирует «поверхностную» обработку (Ferreira, Patson, 2007), однако очень мало работ посвящено индивидуальным различиям в степени опоры на нее (Lopukhina et al., 2022). В данной работе описывается серия исследований, посвященных изучению индивидуальных характеристик, с которыми может быть связана степень опоры на «поверхностную» обработку.

Первое исследование

Целью работы являлся поиск индивидуальных факторов, связанных с индивидуальной степенью опоры на «поверхностную» обработку. Гипотезой эксперимента выступило следующее предположение: объем рабочей памяти (семантическая и фонологическая память), исполнительное внимание, скорость обработки информации, читательский опыт, объем словарного запаса, уровень образования связаны со степенью опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений. Было проведено пилотное исследование, которое показало, что большая степень опоры на «поверхностную» обработку связана с более низким уровнем исполнительного внимания (Шаповалова, Малютина, 2025). Для оценки исполнительного внимания в рамках фланговой задачи Эриксона чаще всего используются время реакции для всех условий и общая правильность, но так как в случае последнего параметра в нашем исследовании наблюдался «эффект потолка», то в итоговую статистическую модель в этой работе и последующей вошло только время реакции для всех условий (для правильных ответов).

В основном исследовании были учтены методические ограничения пилотного и собраны данные новой выборки. Во-первых, количество изучаемых факторов было сокращено до четырех: фонологическая рабочая память, исполнительное внимание, читательский опыт, объем словарного запаса, — чтобы уменьшить возможную мультиколлинеарность. Во-вторых, возрастной диапазон для испытуемых был сужен до 18 – 30 лет.

Метод. Путем симуляционного анализа мощности (Mooney, 1997) с использованием метода Монте-Карло (Metropolis, Ulam, 1949) был определен необходимый объем выборки в 60 человек. Симуляционный анализ проводился при уровне статистической мощности .8 и уровне значимости — .05. Сбор данных продолжается.

Промежуточный анализ основан на выборке из 20 здоровых носителей русского языка (из них 13 женщин), возраст от 18 до 29 лет ($M=21.6$; $SD=3.67$ лет). Уровень образования варьировал от 11 до 18 лет ($M=13.3$; $SD=2.10$). Участники эксперимента не имели диагностированных психиатрических и неврологических расстройств, а также нарушений зрения и слуха.

В качестве основной методики, оценивающей степень опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений, была выбрана методика А. А. Лопухиной (Lopukhina et al., 2022). Стимульным материалом являлись русские предложения с причастным оборотом, согласующимся с одним из двух грамматически связанных существительных. Предложения делились на два типа по семантическому соответствию причастного оборота и существительного, с которым он согласуется: семантически ожидаемые (англ. *plausible*; например, «Ксюша писала о дизайнере актера, проектирующем новые модели одежды») и семантически неожиданные (англ. *implausible*; например, «Ксюша писала о дизайнере актера, проектирующего новые модели одежды»). Семантически ожидаемые и семантически неожиданные предложения были сбалансированы по типу синтаксического закрытия (то есть по тому, к первому или второму существительному синтаксически относилось причастие). Участники читали предложения, которые предъявлялись по одному слову на экране ноутбука, после чего устно отвечали на вопрос на понимание согласования причастного оборота (например, «Кто проектирует новые модели одежды?»). Предполагалось, что большее снижение правильности ответов участника в семантически неожиданных предложениях относительно семантически ожидаемых отражает большую степень «поверхностной» обработки. Также в методике присутствовали филлеры – предложения с простой грамматической структурой, необходимые для проверки вовлеченности испытуемых в задание.

Из перечисленных типов предложений методом «латинского квадрата» было сформировано четыре экспериментальных листа, в каждый из которых вошло по одному предложению из каждой группы стимулов. В целом в методике представлено 84 предложения: 28 экспериментальных (по 14 семантически ожидаемых и неожиданных) и 56 филлеров.

Контрольное задание количественно оценивало общий уровень понимания предложений (безотносительно опоры конкретно на «поверхностную» обработку) по методике Д. А. Черновой (Chernova et al., 2023). Стимульный материал состоял из грамматически сложных предложений различной структуры; после каждого предложения шел вопрос с вариантами ответа.

Для оценки когнитивных и психолингвистических характеристик участников были использованы следующие методики: тест на категоризацию оценивал семантическую рабочую память (Martin et al., 1994), тест на обратное воспроизведение цифр – фонологическую рабочую память, фланговая задача Эриксона со стимулами-стрелками – исполнительное внимание (Stoffels, Van der Molen, 1988), субтест «Шифровка» теста Векслера – скорость обработки информации (Панасюк, 1973), тест для оценки читательского опыта – читательский опыт (Chernova, Bakhturina, 2023), тест словарного запаса Г. Головина – объем словарного запаса (Головин, 2015).

Для анализа данных использовались две обобщенные смешанные линейные модели с биномиальным распределением. В экспериментальной модели анализировалась связь индивидуальных характеристик участников со степенью опоры на «поверхностную» обработку. Зависимой переменной была правильность ответов на вопрос к каждому предложению методики Лопухиной.

В качестве фиксированных факторов анализировались семантическое соответствие (семантически ожидаемые / семантически неожиданные предложения), тип синтаксического закрытия, фонологическая рабочая память, исполнительное внимание, читательский опыт, объем словарного запаса и уровень образования, а также взаимодействие семантического соответствия и перечисленных индивидуальных характеристик. Предполагалось, что значимый эффект взаимодействия семантического соответствия и индивидуальной характеристики будет указывать на связь данной характеристики со степенью опоры на «поверхностную» обработку. В контрольной модели анализировалась связь индивидуальных характеристик с общим уровнем понимания предложений (по методикам Лопухиной и Черновой). Зависимой переменной выступала правильность ответов на вопросы; фиксированными факторами – индивидуальные характеристики участников и тип методики. В моделях также включались случайные свободные члены (англ. random intercepts) для факторов «Участник» и «Стимул».

Статистический анализ был выполнен в Jamovi 2.3.28. Обобщенные смешанные линейные модели были построены с использованием библиотеки *gamIj*, а описательные статистики подсчитаны с помощью библиотеки *jmv*.

Результаты. Правильность понимания семантически ожидаемых предложений (82.5 %) была значимо выше, чем семантически неожиданных (29.3 %), $Est. = 3.318$, $SE = .302$, $z = 10.998$, $p < .001$. Это подтверждает, что в целом на групповом уровне методика провоцировала опору на «поверхностную» обработку. Было обнаружено значимое взаимодействие семантического соответствия с исполнительным вниманием ($Est. = 3.078$, $SE = 1.265$, $z = 2.434$, $p = .015$), то есть люди с более низким уровнем исполнительного внимания были склонны к большей степени опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений. В контрольной модели не было обнаружено значимых эффектов каких-либо индивидуальных характеристик.

Обсуждение результатов. Результат подтвердил выводы пилотной версии: большая степень опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений была связана с более низким уровнем исполнительного внимания. Это может объясняться тем, что для правильного понимания семантически неожиданных предложений требовалось направлять внимание на грамматическую информацию и игнорировать лексико-семантическую сочетаемость.

Второе исследование

Целью работы являлся поиск связанных с индивидуальной степенью опоры на «поверхностную» обработку индивидуальных личностных факторов, которые потенциально можно сопоставить с когнитивными и психолингвистическими характеристиками из первого исследования.

Метод. В рамках данного исследования в качестве экспериментальной и контрольной методик также были использованы методика А. А. Лопухиной (Lopukhina et al., 2022) и методика Д. А. Черновой (Chernova et al., 2023). Для оценки личностных черт использовалась методика «Большая пятерка» (Калугин и др., 2021), оценивающая пять показателей: экстраверсию, добросовест-

ность, негативную эмоциональность, открытость к опыту, доброжелательность. В исследовании приняли участие 25 носителей русского языка (18 женщин), не принимавших участие в предыдущих экспериментах. Возраст варьировал от 19 до 31 год ($M = 21.2$; $SD = 2.87$). Испытуемые не имели диагностированных психиатрических и неврологических расстройств, а также нарушений зрения и слуха. Для анализа данных использовались две обобщенные смешанные линейные модели с биномиальным распределением, аналогичные предыдущему исследованию.

Результаты. Правильность понимания семантически ожидаемых предложений (73.3 %) была значимо выше, чем семантически неожиданных (26.6 %), $Est. = 2.828$, $SE = .235$, $z = 12.041$, $p < .001$. Это подтверждает, что в целом на групповом уровне методика провоцировала опору на «поверхностную» обработку. Было обнаружено значимое взаимодействие семантического соответствия с экстраверсией ($Est. = -0.029$, $SE = .015$, $z = -1.963$, $p = .05$) и добросовестностью ($Est. = 0.03$, $SE = .015$, $z = 2.02$, $p = .043$), то есть у людей с более выраженной добросовестностью больше опора на «поверхностную» обработку, а экстраверты потенциально меньше полагаются на «поверхностную» обработку речи. В контрольной модели не было обнаружено значимых эффектов каких-либо личностных черт.

Обсуждение результатов. Было обнаружено, что экстраверты потенциально меньше полагаются на «поверхностную» обработку речи, что противоречит нашему предположению, основанному на том, что экстраверты склонны использовать больше абстракций, чем интроверты, придерживающиеся конкретных фактов (Beukeboom et al., 2013). Было выяснено, что люди с выраженной добросовестностью больше полагаются на «поверхностную» обработку, что также противоречит нашему предположению, основанному на том, что высокая добросовестность связана с более эффективной ранней обработкой синтаксических ошибок (Jiménez-Ortega et al., 2022). Ограничением работы выступила гендерная несбалансированность выборки (18 женщин и 7 мужчин).

Перспектива исследования

В будущем планируется провести исследование, которое будет направлено на выявление связи между статистически значимыми когнитивными, психолингвистическими и личностными факторами относительно степени опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений.

Литература

- Головин Г. В. Измерение пассивного словарного запаса русского языка // Социо- и психолингвистические исследования. 2015. Т. 3. С. 148 – 159.
- Панасюк А. Ю. Адаптированный вариант методики Векслера. М.: Минздрав, 1973.
- Шаповалова А. С., Малютина С. А. Роль индивидуальных когнитивных характеристик в степени опоры на «поверхностную» обработку при понимании предложений. [Рукопись]: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», М., 2025.

Beukeboom C.J., Tanis M., Vermeulen I.E. The language of extraversion: Extraverted people talk more abstractly, introverts are more concrete // *Journal of Language and Social Psychology*. 2013. Vol. 32. No. 2. P. 191 – 201. <https://doi.org/10.1177/0261927x12460844>

Chernova D.A., Bakhturina P.V. Method of print exposure assessment: Application in psycholinguistics and adaptation for the Russian language // *Vestnik of Saint Petersburg University. Language and Literature*. 2023. Vol. 20. No. 4. P. 872 – 887. <https://doi.org/10.21638/spbu09.2023.412>

Chernova D., Novozhilov A., Slioussar N. Sentence comprehension test for Russian: A tool to assess syntactic competence // *Frontiers in Psychology*. 2023. Vol. 14. P. 1035961:1 – 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1035961>

Ferreira F. The misinterpretation of noncanonical sentences // *Cognitive Psychology*. 2003. Vol. 47. No. 2. P. 164 – 203. [https://doi.org/10.1016/s0010-0285\(03\)00005-7](https://doi.org/10.1016/s0010-0285(03)00005-7)

Ferreira F., Patson N.D. The 'Good enough' approach to language comprehension // *Language and Linguistics Compass*. 2007. Vol. 1. No. 1–2. P. 71 – 83. <https://doi.org/10.1111/j.1749-818x.2007.00007.x>

Jiménez-Ortega L., Hinchcliffe C., Muñoz F., Hernández-Gutiérrez D., Casado P., Sánchez-García J., Martín-Loeches M. Language comprehension may depend on who you are: How personality traits and social presence seemingly modulate syntactic processing // *Language, Cognition and Neuroscience*. 2022. Vol. 37. No. 3. P. 365 – 380. <https://doi.org/10.1080/23273798.2021.1970201>

Lopukhina A., Laurinavichyute A., Malyutina S., Ryazanskaya G., Savinova E., Simdianova A., Antonova A., Korkina I. Reliance on semantic and structural heuristics in sentence comprehension across the lifespan // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2022. Vol. 75. No. 7. P. 1367 – 1381. <https://doi.org/10.1177/17470218211053263>

Martin R.C., Romani C. Verbal working memory and sentence comprehension: A multiple-components view // *Neuropsychology*. 1994. Vol. 8. No. 4. P. 506 – 523. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.506>

Metropolis N., Ulam S. The Monte Carlo method // *Journal of the American Statistical Association*. 1949. Vol. 44. No. 247. P. 335 – 341. <https://doi.org/10.1080/01621459.1949.10483310>

Mooney C. Monte Carlo simulation. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc., 1997. <https://doi.org/10.4135/9781412985116>

Stoffels E.J., van der Molen M.W. Effects of visual and auditory noise on visual choice reaction time in a continuous-flow paradigm // *Perception & Psychophysics*. 1988. Vol. 44. No. 1. P. 7 – 14. <https://doi.org/10.3758/bf03207468>

INDIVIDUAL DIFFERENCES IN GOOD-ENOUGH LANGUAGE PROCESSING: A RESEARCH SERIES

A. S. Shapovalova*, S. A. Malyutina
asshapovalova@edu.hse.ru
Center for Language and Brain HSE, Moscow

Abstract. When reading sentences, people sometimes form incomplete or distorted representations. This may be due to reliance on “good-enough” language processing, rather than on an algorithmic analysis of their grammatical structure. In psycholinguistics, sufficient research has been conducted on what linguistic material provokes “good-enough” processing, but individual differences in the degree of reliance on it have been practically unexplored. The present work studies, for the first time, the personality, cognitive, and psycholinguistic factors that may influence the degree of reliance on “good-enough” processing in sentence comprehension. The first study considered the following individual characteristics: phonological working memory span, executive attention, reading experience, vocabulary size. A low level of executive attention was associated with a greater degree of reliance on “good-enough” processing in sentence comprehension. Next, it was hypothesized that personality characteristics may influence the degree of reliance on “good-enough” processing. To study this, factors from the “Big Five” dispositional model were chosen: extraversion, conscientiousness, negative emotionality, openness to experience. It was shown that conscientiousness and extraversion are associated with the degree of reliance on “good-enough” processing. In the future, we plan to attempt to find a relationship between the obtained cognitive and personality characteristics in relation to the studied processing mechanism.

Keywords: good-enough language processing, psycholinguistics, Big Five, sentence comprehension, individual differences

This research is supported by a grant from the Russian Science Foundation, No. 24-78-00194, <https://rscf.ru/project/24-78-00194/>

КВАЗИДВИЖЕНИЯ В ИНТЕРФЕЙСЕ ГЛАЗ – МОЗГ – КОМПЬЮТЕР: НОВАЯ СТРАТЕГИЯ СЕНСОМОТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Ю. Г. Шевцова* (1, 2), А. С. Яшин (2, 3), Е. П. Свирин (2), А. Н. Васильев (1, 2),
С. Л. Шишкин (2)

shevtsova.jg@gmail.com

1 — Кафедра физиологии человека и животных, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва;

2 — МЭГ-центр, Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва;

3 — НИЦ «Курчатовский институт», Москва

Аннотация. В исследовании впервые был реализован интерфейс глаз – мозг – компьютер (ИГМК), основанный на квазидвижениях (КД) — попытках движения без мышечной активации. КД рассматривались как альтернатива представлению движений (ПД), традиционно применяемому в активных ИМК. ПД представляет собой внутренне ориентированную задачу, что может ограничивать ее совместимость с ИГМК, где требуется постоянное визуальное внимание. КД, напротив, является более внешней задачей и потенциально лучше сочетается с управлением в визуально насыщенной среде. Разработанная игра *AstroSync* позволила смоделировать такую ситуацию, требуя точной синхронизации начала и завершения сенсомоторной задачи с визуальными стимулами. В эксперименте мы сравнили взаимодействие с игрой с помощью ПД и КД, распознаваемых индивидуально настроенными моделями ЭЭГ-классификаторов. Испытуемые успешно справились с управлением в обоих режимах. Однако 11 из 18 участников предпочли ПД, указывая на субъективную сложность КД и необходимость повышенного внимания к выполнению этой задачи. В то же время наблюдалась тенденция к снижению внимания к амплитуде движения по мере накопления опыта управления в режиме с КД, что может свидетельствовать о потенциале автоматизации КД при длительном тренинге. Результаты подтверждают применимость КД в ИГМК и подчеркивают важность оптимизации инструкций и обратной связи для повышения удобства и эффективности управления.

Ключевые слова: квазидвижения, представления движений, сенсомоторные задачи, интерфейс мозг – компьютер, интерфейс глаз – мозг – компьютер

Исследование поддержано грантом № 22-19-00528 Российского научного фонда.

Введение

Интерфейсы мозг – компьютер (ИМК) позволяют управлять внешними устройствами на основе мозговой активности и широко применяются в ассистивных и реабилитационных технологиях. В качестве управляющей

команды, распознаваемой с хорошим временным разрешением с помощью ЭЭГ, как правило, используется представление движений (ПД) — мысленное воспроизведение образа движения без его физической реализации (Pfurtscheller, Neuper, 2001). Для расширения функциональности разрабатываются гибридные ИМК с добавлением управления взглядом, формируя интерфейс глаз–мозг–компьютер (ИГМК) (Reddy et al., 2024). Однако представление движений, будучи внутренне ориентированной задачей, может конкурировать за ресурсы внимания с внешними компонентами взаимодействия (Walcher et al., 2023) — управлением и мониторингом визуальных событий на экране. Альтернативным подходом являются попытки движения, то есть внешне ориентированные задачи, демонстрирующие более устойчивые ЭЭГ-паттерны (Mansour et al., 2022) и успешно реализованные в ИГМК (Oxley et al., 2021). У здоровых участников такие попытки моделируются квазидвижениями (КД) — действиями, минимизированными до отсутствия мышечной активности (Nikulin et al., 2008).

Применение КД в ИГМК ранее не исследовалось. Целью этого исследования стало изучение возможности использования КД в качестве управляющей команды в ИГМК и их сравнение с классическим методом — управлением посредством ПД.

Методика

В исследовании сравнивались в контексте управления ИМК два типа сенсомоторных (СМ) задач: представление движений (ПД) и квазидвижения (КД); движением было отведение большого пальца правой руки. При ПД испытуемые были проинструктированы мысленно воспроизводить кинестетические ощущения движения, избегая его зрительного образа. Обучение КД включало поэтапное снижение амплитуды движения под контролем электромиограммы (ЭМГ) с переходом к попыткам движения без мышечного сокращения, при этом инструкция была фокусироваться на подаче моторной команды, а не на телесных ощущениях.

Дизайн игры. Игра *AstroSync* была разработана для комбинированного управления взглядом и ИМК. Игровое поле состояло из 10 созвездий, включающих центральную звезду и мини-звезды вокруг (рис. 1а). При удержании взгляда на звезде в течение 0.5 с созвездие очерчивалось окружностью, а еще через 1.5 с звезда выделялась желтым цветом (рис. 1б), сигнализируя игроку о начале периода управления с помощью ИМК. Каждую секунду активировалась одна из 8 кольцевых невидимых игроку зон, от центра к краю. Мини-звезды в этих кольцах подсвечивались зеленым и принесли победные очки, если классификатор распознавал выполнение СМ задачи по ЭЭГ-паттернам, в противном случае — красным, а очки вычитались (рис. 1с). Преждевременное начало СМ задачи приводило к блокировке взаимодействия: звезда исчезала, и игроку предлагалось отвлекающее задание на подсчет мини-звезд в появляющихся фигурах (рис. 1д). Окончание выполнения СМ задачи после заполнения окружности штрафовалось вычитанием очков во внешних кольцах (до 4-х дополнительных колец).

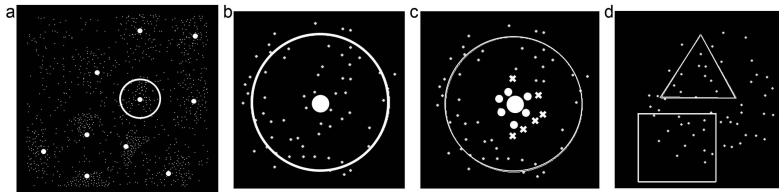


Рисунок 1. Игровое взаимодействие в *AstroSync*: а) игровое поле с выделенным созвездием; б) сигнал (выделение звезды желтым) к началу выполнения СМ задачи; в) обратная связь на взаимодействие со звездой (крестики — красный цвет; кружки — зеленый цвет); д) блокировка взаимодействия

Регистрация данных и классификация. Положение взгляда записывалось с частотой 500 Гц (EyeLink 1000 Plus, SR Research), а ЭЭГ (64 канала) и ЭМГ — с частотой 1000 Гц (NVX136, МКС). Распознавание выполнения СМ задачи осуществлялось с частотой 10 Гц индивидуально построенными классификаторами, использующими пространственно-частотные признаки ЭЭГ-сигнала (Vasilyev et al., 2021). Они были обучены на данных в калибровочной сессии без обратной связи, где испытуемые по сигналу выполняли СМ задачу или задачу на счет мини-звезд в фигурах. В последующих играх модели обучались заново с использованием новых данных для учета нестационарности сигнала.

Дизайн эксперимента. Эксперимент состоял из двух блоков (ПД и КД), каждый включал обучение, калибровку и три игры (всего ~3 часа). После калибровки, первой и последней игр испытуемые проходили опрос на качество управления ИГМК, а в конце 2-го блока — на сравнение режимов.

Выборка и оценка режимов управления. Анализировались данные от 18 здоровых испытуемых (19–41 лет, медиана — 24); все имели опыт с ПД, девять — с КД в предыдущих экспериментах. Мы оценивали отдельно три этапа взаимодействия с созвездием: фазу инициации (среднее количество блокировок на одну звезду), основную фазу (процент зеленых колец) и фазу завершения (среднее количество внешних штрафных поясов на одну звезду).

Результаты

Испытуемые успешно справлялись с управлением игрой при выполнении обоих типов СМ задач, как видно на рис. 2. При этом статистически значимых

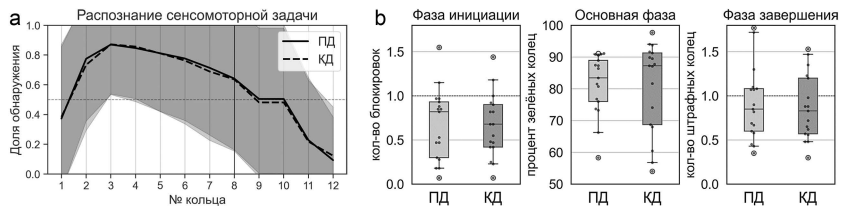


Рисунок 2. Результаты онлайн-управления ИГМК: а) распознавание СМ задачи онлайн-классификатором, тенью отмечен межквартильный размах (IQR); б) метрики эффективности управления в различных фазах взаимодействия с созвездием

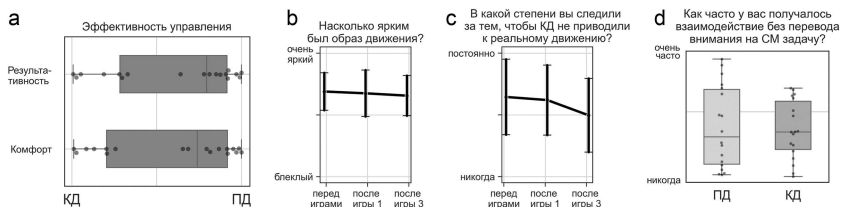


Рисунок 3. Результаты опросников: а) сравнение режимов; б) оценка уровня внимания к амплитуде при КД; в) оценка уровня яркости образа при ПД; д) показатель автоматизации выполнения СМ задач

различий между режимами на любом из этапов взаимодействия не выявлено (парный t -тест): фаза инициации – $t(17) = 0.078$, $p = .939$; основная фаза – $t(17) = 0.283$, $p = .78$; фаза завершения – $t(17) = 0.507$, $p = .619$.

Оценка результативности и комфортности управления (Wilcoxon test) не выявила значимых отклонений от нейтрального уровня: $W(17) = 61.0$, $p = .304$ и $W(17) = 66.0$, $p = .417$ соответственно (рис. 3а). При этом 7 из 18 участников предпочли КД, остальные – ПД, ссылаясь на необходимость контроля за переходом КД в полноценное движение (3) и общую сложность в понимании и выполнении задачи (7). Согласно однофакторной ANOVA, с ходом игр участники снижали внимание к амплитуде движения при выполнении КД (рис. 3с): $F(2, 34) = 3.301$, $p = .049$; post hoc: $p = .008$ («перед играми» vs «после игры 3»). Для ПД изменений в яркости образа не наблюдалось: $F(2, 34) = 0.747$, $p = .481$ (рис. 3б).

Испытуемые оценивали степень автоматизации управления, указывая, как часто удавалось взаимодействовать с созвездием без переключения внимания на СМ задачу (рис. 3д). Для КД зафиксировано значимое отклонение в сторону якоря «никогда» ($t(17) = -2.598$, $p = .019$); для ПД это отклонение незначимо ($t(17) = -1.584$, $p = .132$).

Обсуждение

Мы показали, что испытуемые могут успешно справляться с управлением ИГМК в игре *AstroSync* при выполнении обоих типов сенсомоторных (СМ) задач – представлении движения (ПД) и квазидвижениях (КД). Управление посредством КД было реализовано впервые в ИМК-технологиях.

Предполагалось, что КД, как внешне ориентированная задача, будут обеспечивать более эффективное управление, чем внутренне направленные ПД. Однако различий в результативности между условиями выявлено не было. Возможным фактором является различие в опыте: все участники были знакомы с ПД, но лишь половина – с КД, при этом обновленная инструкция требовала повторного освоения задачи даже у опытных испытуемых.

11 из 18 испытуемых отдали предпочтение ПД, отмечая сложность КД как задачи. Вероятно, это связано с потерей чувства контроля у испытуемых из-за отсутствия соматосенсорной обратной связи в виде ощущения мышечного напряжения – фактора, ранее отмеченного в качестве причины повышенной вос-

принимаемой реальности КД по сравнению с ПД (Yashin, 2023). По-видимому, визуальная обратная связь не смогла компенсировать отсутствие сенсорных ощущений, что может быть связано как с ее неконгруэнтностью задаче, так и с задержкой подачи (1 с), обусловленной техническими ограничениями.

Результаты также показали, что выполнение СМ задач не автоматизировалось по прошествии трех игр — особенно при выполнении КД, требующих постоянного контроля над амплитудой движения. Однако снижение внимания к амплитуде КД к третьей игре (рис. 3с) указывает на возможную автоматизацию при более длительной тренировке.

Дизайн игры позволил взгляду одновременно выбирать объекты и отслеживать визуальные сигналы и обратную связь, что особенно критично в игре *AstroSync*, где игровой процесс требует синхронизации начала и завершения СМ задачи с сигналами на экране. В данном исследовании окончание взаимодействия определялось на основе классификации паттернов, связанных с десинхронизацией мю-ритма, однако в дальнейшем эту функцию можно реализовать через распознавание постдвигательной бета-синхронизации, показанной надежным маркером завершения моторной активности (Orset et al., 2021).

Таким образом, для повышения практической применимости КД необходима доработка методики обучения, исследование влияния обратной связи, а также изучение КД в режиме долгосрочных тренировок и клинические тесты. Полученные результаты подчеркивают актуальность дальнейшего изучения потенциала КД в задачах ИМК и ИГМК.

Литература

- Mansour S., Ang K. K., Nair K. P. S., Phua K. S., Arvaneh M. Efficacy of brain – computer interface and the impact of its design characteristics on poststroke upper-limb rehabilitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Clinical EEG and Neuroscience*. 2022. Vol. 53. No. 1. P. 79 – 90. <https://doi.org/10.1177/15500594211009065>
- Nikulin V. V., Hohlefeld F. U., Jacobs A. M., Curio G. Quasi-movements: A novel motor – cognitive phenomenon // *Neuropsychologia*. 2008. Vol. 46. No. 2. P. 727 – 742. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.008>
- Orset B., Lee K., Chavarriaga R., Millan J.d.R. User adaptation to closed-loop decoding of motor imagery termination // *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2021. Vol. 68. No. 1. P. 3 – 10. <https://doi.org/10.1109/tbme.2020.3001981>
- Oxley T. J., Yoo P. E., Rind G. S., Ronayne S. M., Lee C. M. S., Bird C., Hampshire V., Sharma R. P., Morokoff A., Williams D. L., MacIsaac C., Howard M. E., Irving L., Vrljic I., Williams C., John S. E., Weissenborn F., Dzenko M., Balabanski A. H., Friedenber D., Burkitt A. N., Wong Y. T., Drummond K. J., Desmond P., Weber D., Denison T., Hochberg L. R., Mathers S., O'Brien T. J., May C. N., Mocco J., Grayden D. B., Campbell B. C. V., Mitchell P., Opie N. L. Motor neuroprosthesis implanted with neurointerventional surgery improves capacity for activities of daily living tasks in severe paralysis: First in-human experience // *Journal of NeuroInterventional Surgery*. 2021. Vol. 13. No. 2. P. 102 – 108. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2020-016862>
- Pfurtscheller G., Neuper C. Motor imagery and direct brain-computer communication // *Proceedings of the IEEE*. 2001. Vol. 89. No. 7. P. 1123 – 1134. <https://doi.org/10.1109/5.939829>
- Reddy G. S. R., Proulx M. J., Hirshfield L., Ries A. J. Towards an eye-brain-computer interface: Combining gaze with the stimulus-preceding negativity for target selections in XR //

Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Cold Spring Harbor Laboratory, 2024. <https://doi.org/10.1101/2024.03.13.584609>

Vasilyev A. N., Nuzhdin Y. O., Kaplan A. Y. Does real-time feedback affect sensorimotor EEG patterns in routine motor imagery practice? // Brain Sciences. 2021. Vol. 11. No. 9:1234. <https://doi.org/10.3390/brainsci11091234>

Walcher S., Korda Z., Körner C., Benedek M. The effects of type and workload of internal tasks on voluntary saccades in a target-distractor saccade task // PLOS ONE. 2023. Vol. 18. No. 8. P. e0290322. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290322>

Yashin A. S. A challenge for bringing a BCI closer to motor control: The “Interface uncanny valley” hypothesis // 2023 IEEE Ural-Siberian Conference on Computational Technologies in Cognitive Science, Genomics and Biomedicine (CSGB). IEEE, 2023. P. 242 – 247. <https://doi.org/10.1109/csgeb60362.2023.10329830>

QUASI-MOVEMENTS IN AN EYE – BRAIN – COMPUTER INTERFACE: A NEW STRATEGY FOR SENSORIMOTOR INTERACTION

Y. G. Shevtsova* (1, 2), A. S. Yashin (2, 3), E. P. Svirin (2), A. N. Vasilyev (1, 2), S. L. Shishkin (2)

shevtsova.jg@gmail.com

1 – M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 – Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

3 – NRC “Kurchatov institute”, Moscow

Abstract. This study presents the first implementation of an eye – brain – computer interface (EBCI) based on quasi-movements (QMs)—a model of attempted movements without actual muscle activation. QMs were explored as an alternative to motor imagery (MI), which is traditionally used in active BCIs. While MI is an internally oriented task that may compete with the visual attention demands of EBCIs, QMs represent a more externally directed strategy potentially better suited for visually intensive environments. The custom-designed game AstroSync simulated such a setting by requiring precise synchronization of sensorimotor task onset and offset with visual cues. In the experiment, MI and QM were compared in terms of their effectiveness in interactions with “constellations” using individual EEG classifiers. Healthy participants successfully controlled the interface using both sensorimotor tasks. However, 11 of 18 participants preferred MI, citing the subjective difficulty of QMs and the increased attentional demands they imposed. Meanwhile, a decline in attentional focus on movement amplitude over repeated trials in the QM condition suggests a potential for task automation with extended training. These results confirm the feasibility of using QM in EBCI and highlight the importance of optimizing training protocols and feedback mechanisms to improve usability and control performance.

Keywords: quasi-movements, motor imagery, sensorimotor tasks, brain-computer interface, eye-brain-computer interface

Research supported by the Russian Science Foundation, Grant 22-19-00528.

ИЗМЕНЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ ОЦЕНОК ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ ИЗМЕРЕНИЯ

А. Н. Шишунова* (1), А. К. Кулиева (2), З. В. Большаков (1)

shishunova-an@ranepa.ru

1 — РАНХиГС, Москва;

2 — НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Изучались субъективные искажения временных интервалов при использовании различных методов измерения: вербальной оценки, отмеривания, воспроизведения и визуальной аналоговой шкалы (VAS). Применяя внутригрупповой экспериментальный план, мы проанализировали влияние метода измерения на коэффициент искажения времени (отношение субъективное/объективное время) с помощью линейной смешанной модели (LMM). Результаты выявили значимые различия между методами: отмеривание приводило к переоценке времени, VAS — к недооценке, а воспроизведение показало слабый эффект переоценки по сравнению с вербальной оценкой. Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что методы, задействующие более сложные когнитивные процессы (например, VAS), вызывают большие субъективные искажения длительности временных интервалов. Результаты подчеркивают важность выбора метода измерения временных интервалов в зависимости от исследовательских задач и необходимость дальнейшего изучения когнитивных механизмов, лежащих в основе субъективных искажений.

Ключевые слова: восприятие времени, субъективное время, вербальная оценка, отмеривание, методы оценки временных интервалов

Введение

Исследования субъективного времени представляют собой активно развивающуюся область когнитивной психологии. Несмотря на длительную историю изучения, эта область до сих пор содержит множество не только теоретических, но и методологических пробелов. В настоящей работе мы остановимся на вторых. Способность человека оценивать временные интервалы лежит в основе многих повседневных действий, от простых моторных задач (Flanagan, Wing, 1997) до более сложных процессов, таких как мониторинг человеческого общения (Zakay et al., 2014), синхронизация движений с внешними событиями (например, речь или музыка), а также управление вниманием в условиях многозадачности (Grondin, 2010).

Выделяют несколько основных процедур, используемых для измерения субъективного времени (Block et al., 2018; Eisler, 2003): вербальная оценка, отмеривание, воспроизведение и сравнение. Схематично процедуру каждого метода можно описать следующим образом.

1. Вербальная оценка: предъявление стимула на 2 с — «Сколько времени прошло?» — вербальный ответ.
2. Отмеривание: «Покажите 2 секунды» — двойное нажатие клавиши для обозначения временного интервала.
3. Воспроизведение: предъявление стимула на 2 с — «Покажите длительность стимула» — двойное нажатие клавиши для обозначения временного интервала.
4. Сравнение: предъявление стимула на 1 с — предъявление стимула на 1.5 с — «Какой стимул был дольше?».

Кроме классических методов в исследованиях также используется визуальная аналоговая шкала (VAS, visual analogue scale). Процедура устроена следующим образом: предъявляется стимул на 2 секунды — предъявляется шкала от 0 до 10 секунд — задается вопрос: «Покажите на шкале, сколько времени прошло?» Данный метод основывается на гипотезе о том, что люди могут представлять время в пространственном формате, что согласуется с теорией ATOM (Walsh, 2003), предполагающей общее нейрокогнитивное представление величин, включая время, пространство и числовые оценки (Damsma et al., 2021). Добавление метода VAS дополняет существующую классификацию и позволяет учитывать особенности пространственного кодирования времени.

Различные авторы подчеркивают необходимость точного подбора метода в зависимости от исследовательских задач и гипотез (Damsma et al., 2021; Zakay, 2014). Также отмечается, что различные методы оценки времени включают в себя разные когнитивные процессы, что может приводить к субъективным искажениям времени. Однако исследования, направленные на изучение механизмов измерительного аппарата оценки времени, единичны (например, Damsma et al., 2021; Clausen, 1950), и на данный момент не сформировано целостного понимания того, каким образом методы измерения субъективного времени приводят к его изменениям.

Мы предполагаем, что разные инструменты измерения включают в работу различные когнитивные процессы, каждый из которых вносит свой «шум» в итоговую оценку времени. Следовательно, чем больше процессов метод задействует, тем больше «шума» накладывается на субъективное время.

Также мы выдвигаем гипотезу о снижении точности оценки с увеличением включенности высокоуровневых когнитивных процессов. Так, при использовании VAS испытуемому необходимо воспринять представленный временной интервал, обратиться к долговременной памяти для соотнесения временного промежутка с общепринятыми вербальными ярлыками, а после перенести эти значения на визуальное представление времени в виде шкалы (например, от 0 до 20 с). Метод воспроизведения же предполагает лишь восприятие времени с последующим его повторением нажатием на кнопку. Моторика влияет на точность оценки временного интервала (Droit-Volet, 2010), исходя из чего можно предположить, что оценки, полученные данным методом, связаны с сенсомоторной регуляцией. Вербальные оценки побуждают думать о времени в категориальных общепринятых терминах (минуты, секунды и т. д.), что может говорить об опоре на долговременную память (Damsma et al., 2021).

Методика

Для проверки поставленной гипотезы был разработан внутригрупповой экспериментальный план, в котором зависимой переменной выступила оценка временного интервала, а независимая переменная «Метод измерения субъективного времени» принимает четыре уровня: вербальная оценка, отмеривание, воспроизведение и VAS. В качестве стимульного материала для демонстрации временного интервала был использован белый квадрат на сером фоне, который предъявлялся на заданный временной интервал, или число, соответствующее этому временному интервалу (количество секунд). Появление белого квадрата означало начало временного интервала, а исчезновение — его конец. В случае с отмериванием, где в качестве стимула выступала единица времени (в виде числа), оно присутствовало на экране в течение 3 с. Для ответов по методу VAS предъявлялась шкала с отметками 0 с (в начале шкалы) и 12 с (в конце шкалы).

Экспериментальная процедура включала четыре блока, по одному на каждый метод оценки временного интервала, порядок блоков был рандомизирован. Каждый блок включал в себя 25 случайно выбранных интервалов в промежутке от 3 до 9.9 с. Выбранный временной диапазон находится за пределами «психологического настоящего», то есть подразумевает именно оценку, а не восприятие времени. Между пробами предъявлялась маска в виде креста длительностью 0.5 с. Количество проб было подобрано по итогам проведения пилотного эксперимента для соблюдения баланса между необходимым количеством измерений и чрезмерной усталостью испытуемых. Метод сравнения не был включен в процедуру, так как используется для психофизических исследований восприятия времени и дает в своих результатах номинативную шкалу, не поддающуюся сравнению с результатами других методик.

В выборку вошел 51 человек (из них 15 мужчин) от 18 до 37 лет ($M = 27.7$, $SD = 3.319$).

Результаты

На основе полученных данных были рассчитаны коэффициенты искажения — соотношения (субъективное время / объективное время) для каждой пробы. За выбросы были приняты значения, выходящие за пределы интервала $Q3 - 1.5 \times IQR$ или $Q1 + 1.5 \times IQR$ ($Q1$ и $Q3$ — первый и третий квартили, IQR — межквартильный размах). Разброс значений коэффициентов искажения по методам: для вербальной оценки $SD = .289$, для отмеривания $SD = .353$, для воспроизведения $SD = .175$, для VAS $SD = .321$.

Мы применили линейную смешанную модель (LMM) с использованием метода REML для оценки влияния метода на коэффициент искажения с учетом повторных измерений у участников. Формула модели: $\text{ratio} \sim \text{method} (1 || \text{ID})$. В качестве референтного метода была использована вербальная оценка. Модель продемонстрировала хорошее соответствие данным (REML-критерий = 1758.8).

Метод отмеривания показал наиболее выраженный эффект, увеличивая среднее значение коэффициента искажения на 0.157 единицы ($\beta = .157$,

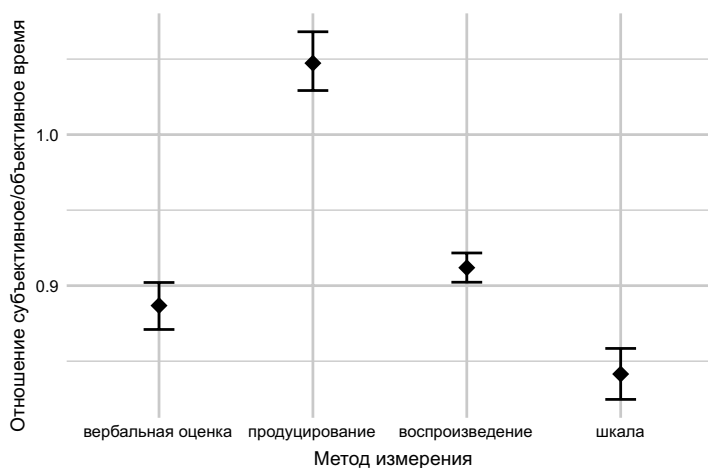


Рисунок 1. Средние значения коэффициента искажения и 95 %-ные доверительные интервалы для четырех методов измерения субъективного времени

$SE = .012$, $t(4884) = 13.592$, $p < .001$, Cohen's $d = .55$), что соответствует умеренно сильному эффекту. Метод воспроизведения продемонстрировал слабый, но статистически значимый эффект ($\beta = .025$, $SE = .012$, $t(4882) = 2.175$, $p = .030$, Cohen's $d = .09$). Метод VAS, напротив, ассоциировался со снижением коэффициента искажения на .045 единицы ($\beta = .045$, $SE = .011$, $t(4878) = -3.923$, $p < .001$, Cohen's $d = -0.16$), что указывает на малый, но достоверный эффект. Средние значения ratio с 95 %-ными доверительными интервалами (ДИ) представлены на рис. 1.

Для метода VAS также был обнаружен значимый квадратичный эффект длительности интервала ($\beta = -.014$, $SE = .005$, $t(4888) = -2.858$, $p = .004$), что указывает на U-образную зависимость: крайние значения длительности дают более низкие значения коэффициента по сравнению со средними значениями.

Обсуждение и выводы

Наши данные выступили частичным подтверждением выдвинутых гипотез. Оценка времени по шкале показала наибольшие отклонения субъективного времени от объективного и сильную его недооценку. Похоже, тот набор когнитивных процессов, который включен в метод VAS, действительно приводит к целому каскаду темпоральных искажений и ошибок. Методы воспроизведения и вербальной оценки также показали недооценку временных интервалов, однако воспроизведение обладает меньшим разбросом значений.

Любопытно, что единственный метод, показавший переоценку времени, — метод отмеривания, вместе с этим отношение субъективного времени к объективному в этом методе характеризуется самым широким разбросом. Мы предполагаем, что информация о времени может храниться в двух фор-

матах: абстрактного образа и вербального ярлыка. Для проведения операций с субъективным временем необходимо постоянно производить сличение этих двух форматов и перевод одного в другой. Отмеривание — единственный метод измерения оценки времени, для которого необходимо перевести вербальный ярлык в абстрактный образ времени, а не наоборот. Можно выдвинуть предположение о том, что именно такое направление операции приводит и к завышению оценок, и к снижению их точности. Идея о важности перевода одного типа хранения в другой для формирования точности и вариативности субъективного времени также может объяснить самую низкую вариативность ответов для метода воспроизведения: это единственная процедура, которая не требует сличения одного формата времени с другим. Важно отметить, что для утверждений об устойчивости и универсальности выявленных нами закономерностей и их обобщения на интервалы различной длительности необходимы дальнейшие исследования.

Литература

Block R. A., Grondin S., Zakay D. Prospective and retrospective timing processes: Theories, methods, and findings // *Timing and Time Perception: Procedures, Measures, & Applications* Leiden: BRILL, 2018. P. 32 – 51. https://doi.org/10.1163/9789004280205_003

Clausen J. An evaluation of experimental methods of time judgment // *Journal of Experimental Psychology*. 1950. Vol. 40. No. 6. P. 756 – 761. <https://doi.org/10.1037/h0056354>

Damsma A., Schlichting N., van Rijn H., Roseboom W. Estimating time: Comparing the accuracy of estimation methods for interval timing // *Collabra: Psychology*. 2021. Vol. 7. No. 1. P. 21422:1 – 15. <https://doi.org/10.1525/collabra.21422>

Droit-Volet S. Stop using time reproduction tasks in a comparative perspective without further analyses of the role of the motor response: The example of children // *European Journal of Cognitive Psychology*. 2010. Vol. 22. No. 1. P. 130 – 148. <https://doi.org/10.1080/09541440902738900>

Eisler A. D. The human sense of time: Biological, cognitive and cultural considerations // *The Nature of Time: Geometry, Physics and Perception*. Dordrecht: Springer, 2003. P. 5 – 18. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0155-7_2

Flanagan J. R., Wing A. M. The role of internal models in motion planning and control: Evidence from grip force adjustments during movements of hand-held loads // *The Journal of Neuroscience*. 1997. Vol. 17. No. 4. P. 1519 – 1528. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.17-04-01519.1997>

Grondin S. Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions // *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2010. Vol. 72. No. 3. P. 561 – 582. <https://doi.org/10.3758/app.72.3.561>

Walsh V. A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity // *Trends in Cognitive Sciences*. 2003. Vol. 7. No. 11. P. 483 – 488. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.09.002>

Zakay D. The evasive art of subjective time measurement: Some methodological dilemmas // *Cognitive Models of Psychological Time* / R. A. Block (Ed.). N.Y.: Psychology Press, 2014. P. 59 – 84.

Zakay D., Fleisig D., David N. Prospective timing during conversations // *Time and Temporality in Language and Human Experience* / B. Lewandowska-Tomaszczyk, K. Krzysztof (Eds.). Frankfurt am Main: Peter Lang, 2014. P. 185 – 197.

ALTERATIONS OF SUBJECTIVE TIME INTERVALS ACROSS DIFFERENT MEASUREMENT METHODS

A. N. Shishunova* (1), A. K. Kulieva (2), Z. V. Bolshakov (1)

shishunova-an@ranepa.ru

1 — RANEPa, Moscow;

2 — HSE University, Moscow

Abstract. The study investigated subjective distortions of temporal intervals in time perception using different measurement methods: verbal estimation, production, reproduction, and visual analogue scale (VAS). Employing a within-subject experimental design, we analyzed the effect of measurement method on the subjective/objective time ratio using linear mixed modeling (LMM). The results revealed significant differences between methods: production led to overestimation of duration ($\beta = .157$, $p < .001$, Cohen's $d = .55$), VAS to underestimation ($\beta = -.045$, $p < .001$, Cohen's $d = -0.16$), and reproduction showed a weak overestimation effect compared to verbal estimation ($\beta = .025$, $p = .030$, Cohen's $d = .09$). These findings support the hypothesis that methods engaging more complex cognitive processes (e.g., VAS) produce greater distortions. The results emphasize the importance of selecting appropriate measurement methods for subjective duration based on research objectives and highlight the need for further investigation of the cognitive mechanisms underlying subjective distortions.

Keywords: time perception, subjective time, verbal estimation, time production, time measurement methods

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ГРАФИЧЕСКОГО СХОДСТВА МЕЖДУ ЛАТИНСКИМ АЛФАВИТОМ И КИРИЛЛИЦЕЙ НА РАСПОЗНАВАНИЕ СЛОВ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА РУССКО-АНГЛИЙСКИМИ БИЛИНГВАМИ

Т. С. Яковлева* (1, 3), М. Н. Тишко (2)

Tatiana.iakovleva@gmail.com

1 — ВШЭ, Санкт-Петербург;

2 — РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург;

3 — Университет Пари Ситэ, Париж

Аннотация. Модели распознавания слов у билингвов, такие как Multilink/BIA+, предполагают, что билингвы автоматически активируют оба языка. Мы рассматриваем, как русско-английские билингвы распознают когнаты, то есть слова, имеющие сходство по смыслу и произношению в двух языках (*коала* и *koala*) в зависимости от степени сходства написания букв в кириллице и латинице. В задании по лексическому решению участвовало 83 русско-английских билингва, родившихся в русскоязычных семьях: 37 респондентов проживало в англоязычных странах (Великобритания, Новая Зеландия), 46 респондентов проживало в России. Когнаты были разделены на три категории в зависимости от степени графического совпадения между буквами латиницы и кириллицы и соотнесены с не-когнатами по длине слов, частотности и типу орфографии. Эффект облегчения обработки когнатов, описанный в литературе, наблюдался лишь у билингвов, переехавших в англоязычные страны, но не у российских респондентов. В России обнаружен эффект взаимодействия факторов между статусом слова (когнат/не-когнат) и степенью орфографического сходства между алфавитами. Тип орфографии не влиял на распознавание не-когнатов, в то время как когнаты, состоящие из букв, похожих в двух алфавитах, но произносящихся по-разному (английское слово *guru* можно бы было прочесть как /диги/ согласно русскому алфавиту), распознавались медленнее, чем когнаты с уникальной орфографией (*filter*). Исследование вносит вклад в понимание того, как когнаты обрабатываются билингвами, чьи языки частично совпадают в системах написания.

Ключевые слова: когнаты, лексическое решение, время реакции, латиница, кириллица, билингвы, курсив, орфографическое сходство

Исследование поддержано грантом № 09-RNP-089 от NetWordS, «Европейской сети, изучающей структуру слов в языках Европы» (EPSRC's RefNet research network). Исследование также частично поддержано Программой фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Современные модели распознавания слов у билингвов, такие как Multilink и BIA+, предполагают, что при чтении автоматически активируются оба языка (Dijkstra, Van Heuven, 2002; Dijkstra et al., 2019). Хотя общепринятого определения понятия билингвизма по сей день не существует, билингвизм в широком смысле понимается как способность говорить на двух языках или как частое использование двух языков. Особый статус в билингвальном лексиконе принадлежит когнатам, то есть словам, сходным в обоих языках по смыслу и произношению (*коала* и *koala*). Многочисленные исследования показали, что, благодаря тесным связям репрезентаций когнатов в памяти, билингвы визуально распознают когнаты быстрее, чем другие слова. В этом заключается эффект облегчения обработки когнатов. Хотя облегчение обработки когнатов в основном изучается в двуязычных популяциях, в некоторых исследованиях проводилось сравнение билингвов с монолингвами (Sherkina-Lieber, 2024). Эффект облегчения обработки когнатов был ранее описан у билингвов, пользующихся языками как с одинаковым алфавитом, так и с разными системами письменности. Исследования пары русского и английского показали, что частичное совпадение алфавитов в билингвальном лексиконе не препятствует коактивации двух языков (Jouravlev, Jared, 2014).

Автоматическая межъязыковая коактивация может привести как к фасилитации (облегчение доступа ко второму языку), так и к последующей интерференции (подавление активации слов-кандидатов в пользу одного слова). Факторы, приводящие к фасилитации или интерференции, недостаточно изучены. Одно из недавних исследований показало, что первый язык билингва требовал большей степени подавления, чем второй, вне зависимости от страны проживания (de Bruin et al., 2025). Темникова и Нагель (Temnikova, Nagel, 2015) предъявляли когнаты английского языка русско-английским билингвам, проживающим в России и обладающим высоким уровнем владения английским. Авторы обнаружили не фасилитацию, а обратный эффект — *замедления* обработки когнатов по сравнению с другими словами.

Наше исследование. Цель исследования — выявить влияние степени сходства строчных букв в русском и английском алфавитах на распознавание слов. Помимо букв а, о, е, совпадающих в двух языках как орфографически, так и фонетически (О+Ф+), особый интерес представляют буквы т, п, b, g, u, также обладающие орфографическим, но не фонетическим сходством в двух алфавитах (О+Ф–). Когда эти буквы написаны по-русски от руки или напечатаны курсивом (*т, п, в, g, u*), между английским и русским алфавитом наблюдается высокая степень орфографического сходства. Насколько нам известно, особенности обработки когнатов с О+Ф– у русско-английских билингвов еще не были изучены. Также не рассматривалось влияние наклона шрифта на скорость распознавания слов.

Мы предполагаем, что при обработке английских когнатов, состоящих из букв с неоднозначным графемо-фонетическим соотношением в русском и английском (*т, п, в, g, u*), вне зависимости от страны проживания будет наблюдаться как фасилитация в обработке когнатов (из-за семантического сходства),

так и интерференция (за счет сходства с буквами кириллицы). Поскольку поиск выборки билингвов с высоким уровнем владения вторым языком является относительно трудной задачей, мы начали сбор данных в РФ с эксперимента, включающего курсив. В настоящее время также идет сбор данных в рамках эксперимента с идентичным дизайном, но без предъявления курсива.

Методика

Задачу на лексическое решение выполняли 83 русско-английских билингва, родившихся и выросших в семьях, где оба родителя были русскоговорящими (исключение составляют две семьи, в одной из которых говорили не только на русском, но и на польском, а в другой семье — на болгарском): 37 респондентов проживало в англоязычных странах (АЯС: Великобритания, Новая Зеландия), из них 27 женщин, 10 мужчин (разброс возраста 19–60, $M=33$, $SD=11$); 46 участников проживали в РФ, из них 33 женщины, 13 мужчин (разброс возраста 18–35, $M=21$, $SD=3$). В исследовании приняли участие билингвы с уровнем английского B2 и выше. Время проживания в АЯС варьировало от 3 месяцев до 20 лет ($M=10$, $SD=7$). Исследования показали, что даже краткосрочное пребывание вне страны рождения изменяет степень активации языков (de Bruin et al., 2025), поэтому сам факт переезда позволил разделить участников на две группы. Уровень образования участников варьировал от аттестата об окончании старших классов до наличия ученой степени (PhD). У участников отсутствовали неврологические и психиатрические заболевания.

В качестве стимульного материала использовались английские когнаты длиной от 3 до 6 букв и контрольные слова, не имеющие орфографического и фонетического сходства с переводными эквивалентами на русский язык. До окончательного выбора стимульного материала все когнаты прошли оценку на предмет степени сходства со своими переводными эквивалентами на уровне семантики, фонологии и орфографии. Затем когнаты были разделены на три категории, по 25 стимулов на каждую: а) КПО — когнаты с прозрачной орфографией (*koala*); б) КНО — когнаты с неоднозначной орфографией (английское слово *guru* можно бы было прочесть как /*digu*/ согласно русскому алфавиту); в) КУО — когнаты с уникальной орфографией, по большей части состоящие из букв, не существующих в русском алфавите (*filter*). Каждый когнат и не-когнат был соотнесен с псевдословом ($n=150$). Порядок предъявления был псевдорандомизирован и являлся уникальным для каждого участника.

Взаимодействие между участником и исследователем проходило на английском языке. В АЯС участники нажимали на две кнопки джойстика (buttonbox), в России — на клавиши ноутбука. На ноутбуке клавиша «l» была предназначена для ответа «да», клавиша «a» — для ответа «нет», в зависимости от того, являлась ли последовательность букв, предъявленная на экране, существующим английским словом. Билингвы, проживающие в РФ, распознавали слова, написанные курсивом, а участники, живущие в АЯС, распознавали слова без курсива. Эксперимент был запрограммирован с помощью E-Prime для сбора данных в АЯС и с помощью *Psychopy* в РФ. В качестве независимой переменной рассматривались статус слова (когнат, не-когнат) и тип орфографии: прозрачная

(ПО) / неоднозначная (НО) / уникальная (УО). Зависимой переменной выступало время реакции. Псевдослова были исключены из анализа.

В соответствии со стандартной процедурой в исследованиях по эффекту облегчения обработки когнатов, мы удалили а) сверхкороткие и сверхдолгие реакции (менее 300 и выше 2000 мс), б) участников и пробы, в которых время реакции и/или правильность ответов выходили за пределы ± 2.5 стандартных отклонений, в) те стимулы, где время реакции и/или правильность ответов выходили за пределы ± 2.5 стандартных отклонений, г) оставшиеся пробы, в которых время реакции и/или правильность ответов выходили за пределы ± 2.5 стандартных отклонений. В России также были исключены стимулы, которые участники не смогли перевести на русский язык. Задание на перевод было выполнено после основного задания. В результате в англоязычных странах было исключено 13 % данных, в России — 17 %. В АЯС был исключен мужчина 37 лет, владеющий третьим языком — казахским. В России были исключены два участника мужского и один участник женского пола (возраст 23, 27 и 20 лет).

Результаты

Статистический анализ выполнялся в R (версия 4.4.2) методом смешанных линейных моделей. Было проведено два отдельных анализа для групп АЯС и РФ. Время реакции и стандартное отклонение по каждой группе билингвов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Среднее время реакции по категориям слов у билингвов

Тип орфографии	ВР у билингвов, проживающих в АЯС (стандартное отклонение)			ВР у билингвов, проживающих в РФ (стандартное отклонение)		
	Когнаты	Контрольные стимулы	Разница контрольные	Когнаты	Контрольные стимулы	Разница контрольные
Прозрачная	653 (170)	733 (228)	+80	695 (199)	685 (183)	-10
Неоднозначная	713 (207)	735 (215)	+22	735 (216)	667 (159)	-68
Уникальная	654 (174)	727 (213)	+73	661 (167)	666 (150)	+5

Статистически значимый эффект *фасилитации* наблюдался в АЯС, где когнаты (как общая группа, без деления на орфографические типы) распознавались быстрее, чем контрольные слова ($\beta = -.102$; $SE = 0.034$; $t(142.36) = -2.93$, $p = .004$). Post-hoc-сравнения по категориям показали фасилитацию в отношении КУО (*filter*) ($\beta = .102$; $SE = 0.035$; $t(147) = 2.880$, $p = .005$) и в отношении КПО (*koala*) ($\beta = .100$; $SE = 0.036$; $t(147) = 2.798$, $p = .006$). В РФ эффект фасилитации обнаружен не был, однако был выявлен эффект взаимодействия факторов между статусом слова (когнат/не-когнат) и степенью орфографического сходства между алфавитами ($\beta = .088$; $SE = 0.045$; $t(141.183) = 1.973$, $p = .0504$). Другими словами, тип орфографии не влиял на распознавание не-когнатов, в то время как КНО распознавались медленнее, чем КУО. Post-hoc-сравнения когнатов КУО и КНО показали значимый результат ($\beta = .096$; $SE = 0.032$; $t(145) = -2.984$, $p = .01$).

Похожая тенденция наблюдалась в АЯС, однако эффект не достиг статистической значимости на уровне 0.05 ($\beta = -.080$; $SE = 0.035$; $t(147) = -2.301$, $p = .0683$). В обеих группах когнаты КНО, состоящие из букв с неоднозначными графо-фономатическими соответствиями в двух алфавитах (*guru*), не отличались от контрольных, однако в России такие когнаты обрабатывались дольше, чем контрольные, что указывает на возможную ингибицию. Этот неожиданный эффект не достиг статистической значимости на уровне 0.05 ($\beta = -.060$; $SE = 0.032$; $t(149) = -1.89$, $p = .0607$).

Обсуждение и выводы

Эффект облегчения обработки когнатов наблюдается у билингвов, покинувших страну рождения (РФ) и проживающих в стране с доминантным английским. В РФ наблюдается более длительное распознавание когнатов с неоднозначной орфографией, чем когнатов с уникальной орфографией. Оба эффекта указывают на активацию русского языка при чтении. Несмотря на то что обобщение наших результатов ограничено гендерным дисбалансом нашей выборки (60 из 83 — женщины), мы считаем целесообразным детальное разграничение категорий слов в зависимости от степени совпадения букв в алфавитах. Слова со сходной орфографией О+, но с неоднозначным фонетическим соответствием Ф-, ранее не выделявшиеся исследователями в отдельную категорию, представляют собой не меньший интерес, чем слова с уникальной (О–Ф+) и прозрачной орфографией (О+Ф+). Насколько нам известно, ранее изучение обработки неоднозначного соотношения между графемами и фонемами у англо-русских билингвов проводилось только на примере омографов (Jouravlev, Jared, 2014). Статистически значимый эффект замедления реакции при обработке английских слов под влиянием активации русского алфавита был ранее зафиксирован при выполнении русско-английскими билингвами задачи лексического решения, однако в указанном исследовании использовались русские слова в качестве праймов, и критические стимулы (e.g. BANANA) состояли из букв, одновременно относящихся к орфографии трех выделенных нами типов (Temnikova, Nagel, 2015). Дальнейшие исследования ответят на вопрос, каким образом степень смешения различных типов букв в одном слове влияет на скорость обработки слов.

Литература

- de Bruin A., Liu C., Trenkic D., Coumel M. Bilingual language control during single-language production: Does relocation to a new linguistic environment change it? // Royal Society Open Science. 2025. Vol. 12. No. 2. P. 241071:1–28. <https://doi.org/10.1098/rsos.241071>
- Dijkstra T., van Heuven W.J.B. The architecture of the bilingual word recognition system: From identification to decision // Bilingualism: Language and Cognition. 2002. Vol. 5. No. 3. P. 175–197. <https://doi.org/10.1017/s1366728902003012>
- Dijkstra T., Wahl A., Buytenhuijs F., Van Halem N., Al-Jibouri Z., De Korte M., Rekké S. Multilink: A computational model for bilingual word recognition and word translation // Bilingualism: Language and Cognition. 2019. Vol. 22. No. 04. P. 657–679. <https://doi.org/10.1017/s1366728918000287>

Jouravlev O., Jared D. Reading Russian – English homographs in sentence contexts: Evidence from ERPs // *Bilingualism: Language and Cognition*. 2014. Vol. 17. No. 1. P. 153 – 168. <https://doi.org/10.1017/s1366728913000205>

Sherkina-Lieber M. Cognate facilitation effect in bilingual speech processing: The case of Russian-English bilingualism // *Cahiers linguistiques d'Ottawa*. 2024. Vol. 32. P. 108 – 121.

Temnikova I. G., Nagel O. V. Effects of cognate and relatedness status on word recognition in Russian-English bilinguals of upper-intermediate and advanced levels // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 200. P. 381 – 386. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.082>

HOW DOES THE DEGREE OF ORTHOGRAPHIC OVERLAP BETWEEN LATIN AND CYRILLIC ALPHABETS INFLUENCE ENGLISH WORD RECOGNITION IN L1 RUSSIAN – L2 ENGLISH BILINGUALS?

T. Iakovleva* (1, 3), M. N. Tishko (2)

Tatiana.iakovleva@gmail.com

1 – HSE University, Saint-Petersburg;

2 – Herzen University, St. Petersburg;

3 – Université Paris Cité, Paris

Abstract. Computational models of bilingual word recognition suggest that words are activated and considered for selection irrespective of language. We examined the impact of cross-linguistic orthographic similarity on cognate recognition by Russian-English bilinguals. Eighty-three L1 Russian – L2 English participants performed an English lexical decision task. Cognates belonged to three categories depending on the degree of orthographic overlap between Latin and Cyrillic scripts. Three groups of control non-cognate words were added to match the cognates in word length, frequency and transparency vs. opacity of ortho-phonological mapping. The analysis revealed a significant main effect of an interaction of Cognate status and Orthography type: bilinguals processed cognates with ambiguous grapheme-to-phoneme mappings differently as compared to non-cognates. More specifically, ambiguous orthography in cognates was processed more slowly than cognates with a unique orthography, whilst no such difference was observed in non-cognates. The same tendency was observed in English-speaking countries, but it did not reach statistical significance. In English-speaking countries, cognates with transparent and unique orthography were processed faster than non-cognates. This result points to the previously reported *cognate facilitation effect*. Unexpectedly, no such difference was found in Russia. The research contributes to our understanding of how bilinguals process cognates in languages with partially overlapping scripts.

Keywords: cognates, lexical decision, reaction time, Latin alphabet, Cyrillic alphabet, bilinguals, cursive font, orthographic similarity

This research was made possible with support from NetWordS, the “European Network on word structure in the languages in Europe” (Research Grant No. 09-RNP-089). The authors are also deeply indebted to the EPSRC’s RefNet research network that enabled us to collect a large part of our data in English-speaking countries. The research is partially supported by the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

КАК АНТРОПОМОРФНОСТЬ РОБОТА ВЛИЯЕТ НА ГОТОВНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА ДЕЛЕГИРОВАТЬ ЕМУ ЗАДАЧИ?

А. С. Яшин* (1, 2), А. Н. Столярова (1, 3), А. А. Зинина (1, 4, 5), Е. В. Мельничук (1),
Д. Г. Чжао (1), Н. А. Аринкин (1, 4), А. А. Котов (1, 4, 5)

yashinart1996@gmail.com

1 — НИЦ «Курчатовский институт», Москва;

2 — МЭГ-центр МГППУ, Москва;

3 — РАНХиГС, Москва;

4 — МГЛУ, Москва;

5 — РГГУ, Москва.

Аннотация. Социальная робототехника предоставляет ценные сведения об условиях, при которых люди воспринимают искусственные системы как со-агентов. Настоящее исследование посвящено влиянию антропоморфности робота на готовность человека делегировать ему задачи. Испытуемые играли в игру на реакцию совместно с антропоморфным роботом Ф-2 и неантропоморфным роботом Ж-1. Роботы не совершали ошибок, но в одном условии робот действовал быстрее испытуемого, а в другом — медленнее. Участники регулировали долю игрового поля, выделяемую помощнику. Испытуемые выделяли большую часть поля быстрому Ф-2 и оценивали взаимодействие с ним как более приятное по сравнению с медленным Ф-2. Кроме того, Ф-2, действующий быстрее, воспринимался как более приятный и эффективный помощник, чем Ж-1, несмотря на эквивалентную результативность. Медленного Ф-2 испытуемые считали малоэффективным. Таким образом, участники демонстрировали повышенную чувствительность к скорости Ф-2, что может отражать более высокие ожидания от антропоморфного агента. Для Ж-1 были зафиксированы различия в переживаемой конкуренции в зависимости от скорости, а для Ф-2 такие различия не наблюдались. Возможно, это связано с тем, что Ж-1 в меньшей степени воспринимался как партнер. Будущие исследования могут помочь выявить признаки, способствующие восприятию робота как надежного со-агента.

Ключевые слова: антропоморфный робот, совместная агентность, делегация задач, наблюдение за действием, человеко-машинное взаимодействие, взаимодействие человек-робот, игры на реакцию

Введение

Роботы все чаще становятся частью повседневной среды человека. С развитием технологий искусственного интеллекта роботы начинают восприниматься не просто как инструменты, а как другие агенты. В этом контексте социальная робототехника предоставляет ценные данные о природе совместной агентности как таковой. Так, восприятие робота как со-агента может модулироваться даже особенностями презентации взаимодей-

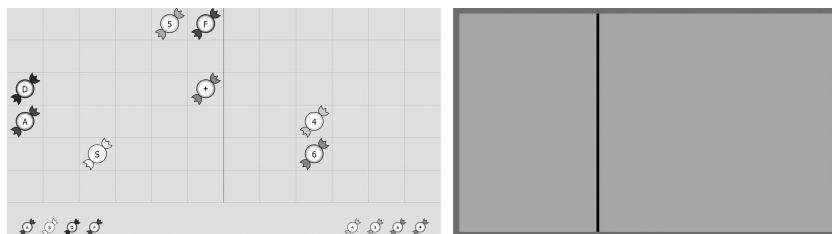


Рисунок 1. Слева — игровое поле CandyHunter. Справа — приложение для деления поля.

ствия с ним (Navare et al., 2024). Особую ценность для изучения совместной агентности человека и машины представляют антропоморфные роботы. В последние годы активно развиваются исследования, посвященные факторам, способствующим атрибуции роботам агентности и ментальных состояний (Kawai et al., 2023). Важную роль в этом процессе играют невербальные сигналы, которые способны менять отношение к роботу, например повышать доверие (Edmonds et al., 2019). Интерес представляют не только принципы, по которым люди приписывают роботам свойства агентов, но и анализ поведенческих паттернов взаимодействия. Например, сюда относится готовность делегировать роботам задачи, связанная с приписыванием им ментальных способностей (Wiese et al., 2022).

В данном исследовании мы сравнили особенности совместной игры человека с антропоморфным и неантропоморфным роботами. Мы исходили из предположения, что задачи будут делегироваться в большей степени антропоморфному роботу, который, в свою очередь, будет восприниматься как более надежный и приятный помощник.

Методика

В исследовании приняли участие 77 здоровых добровольцев (62 женщины, 15 мужчин, возраст от 18 до 39 лет, медиана 19 лет). Размер выборки был ограничен в связи с организационными трудностями. В эксперименте испытуемому (игроку) предлагалось играть в игру CandyHunter, которая ранее использовалась в другом исследовании (Yashin et al., 2024). В течение игры ему нужно было в направлении сверху вниз «хватать» конфеты, которые по 8 штук появлялись в ячейках матрицы 6×12 (рис. 1, слева). Для «схватывания» конфет игрок нажимал нужные клавиши пальцами обеих рук. При верном нажатии конфета исчезала, а игрок получал очки в зависимости от времени реакции. Ошибочное нажатие сопровождалось штрафом. За минуту до конца сессии игрок уведомлялся о наборе числа очков, необходимого для победы.

Участник играл либо один, либо с помощником. Помощник «схватывал» конфеты в правой части экрана, не ошибался, а его время реакции отбиралось из гамма-распределения, построенного по временам реакции участника в первых двух одиночных сессиях. Новая порция конфет появлялась в тот момент, когда и игрок, и помощник «схватывали» все конфеты. Части экрана

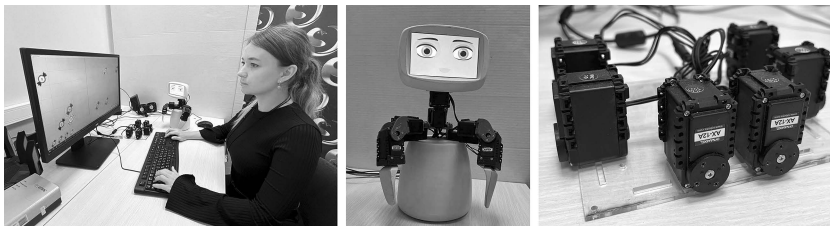


Рисунок 2. Слева — экспериментальная система с игрой и роботом Ф-2. Посередине — антропоморфный робот Ф-2. Справа — робот Ж-1

игрока и помощника делила вертикальная черта, положение которой могло изменяться в отдельном приложении (рис. 1, справа).

Эксперимент задействовал двух роботизированных помощников (рис. 2): антропоморфного робота Ф-2, поднимавшего левую или правую руку и поворачивавшего голову к очередной конфете, и робота Ж-1 («жужжалка»/ buzzer), представлявшего собой сервоприводы без нагрузки на квадратной подложке. Ф-2 приветствовал участника перед игрой. Каждый участник проходил девять четырехминутных сессий: две одиночные игры; две игры с первым помощником; две игры со вторым помощником; еще одну одиночную игру.

Скорость реакции помощника в четырех режимах (F2Fast, F2Slow, B1Fast, B1Slow) задавалась относительно времени реакции испытуемого в первых двух одиночных играх: в «быстрых» режимах он был быстрее игрока, в «медленных» — медленнее (сдвиг медианы на 30 % относительно медианы времени реакции испытуемого в первых двух одиночных играх). Тип помощника, его скорость и порядок режимов рандомизировались между участниками, но каждый участник проходил по два режима и работал с обоими роботами, один из которых для него всегда был «быстрым», а другой — «медленным». Все статистические сравнения проводились между группами. После первой игры каждого режима с роботом участник устанавливал деление поля. После второй игры того же режима он заполнял краткий опросник, где с помощью непрерывных шкал оценивал приятность совместной игры с помощником, его эффективность, собственную эффективность и переживание конкуренции с помощником.

Мы выдвинули следующие гипотезы: *H1* — Участники выделяют большую часть поля Ф-2, чем Ж-1, и больше — быстрому роботу, чем медленному; *H2* — Игра с Ф-2 будет восприниматься приятнее, чем игра с Ж-1; *H3* — Участники оценят эффективность игры Ф-2 выше, чем Ж-1, и сочтут собственную игру более эффективной при взаимодействии с Ф-2; *H4* — При игре с Ф-2 участники будут реагировать быстрее и делать меньше ошибок.

Результаты

Для межгрупповых сравнений использовались пермутационные тесты (50 000 перестановок) с *t*-статистикой. Значимая разница в расположении разделительной линии была выявлена между режимами F2Fast и F2Slow

($t(75) = 3.137, p = .001$), тогда как аналогичный результат для B1Fast и B1Slow ($t(75) = 1.837, p = .035$) не сохранил значимости после поправки на множественные сравнения. Сравнение шкал между F2Fast и F2Slow показало значимые различия по воспринимаемой эффективности игры ($t(74) = 6.171, p < .001$), разнице между эффективностью игрока и помощника ($t(74) = 5.559, p < .001$), а также по шкале приятности совместной игры ($t(75) = 2.781, p = .003$). В условиях B1Fast и B1Slow наблюдались значимые различия в воспринимаемой эффективности ($t(74) = 3.784, p < .001$), разнице между шкалами эффективности ($t(74) = 3.488, p < .001$) и уровне переживаемой конкуренции ($t(75) = 2.461, p = .008$). При сравнении режимов F2Fast и B1Fast значимая разница в шкале конкуренции ($t(75) = -1.817, p = .037$) не прошла поправку, однако наблюдались значимые различия в пользу режима с роботом Ф-2 по воспринимаемой эффективности ($t(74) = 2.295, p = .012$) и приятности совместной игры ($t(75) = 2.093, p = .019$).

Одновыборочные t -тесты выявили значимый сдвиг разделительной черты в сторону робота в режимах F2Fast ($t(37) = -4.087, p < .001$) и B1Fast ($t(37) = -2.452, p = .019$). Также был выявлен положительный сдвиг воспринимаемой разницы между эффективностью робота и игрока во всех условиях, кроме F2Slow (F2Fast: $t(36) = 10.326, p < .001$; B1Fast: $t(36) = 6.092, p < .001$; B2Slow: $t(36) = 2.209, p = .033$). Однако результат для B2Slow не выдержал поправку на множественные сравнения. Для режима F2Slow была проведена процедура двух односторонних t -тестов (одновыборочный тест эквивалентности TOST) с границами $\Delta = (-0.1; 0.1)$, показавшая значимый результат ($t(36) = 2.289, p = .014$; $t(36) = -1.857, p = .036$). Это указывает на то, что участники не воспринимали эффективность Ф-2 в этом режиме как превосходящую их собственную.

Сравнения времен реакции и ошибок с помощью пермутационных тестов не показали значимых эффектов. Для поправки на множественные сравнения использовалась процедура FDR (false discovery rate) с $q = .1$.

Обсуждение и выводы

В данном эксперименте мы исследовали влияние антропоморфности робота на готовность человека делегировать ему задачи, а также на восприятие его как партнера по игре. В исследовании использовались два робота: антропоморфный Ф-2 и неантропоморфный Ж-1, — и один из них всегда был быстрее другого. По итогам анализа выяснилось, что деление игрового поля различалось в зависимости от скорости робота, однако значимые различия были зафиксированы только для Ф-2. Таким образом, гипотеза H1 подтвердилась частично. Участники также оценивали быстрого Ф-2 выше, чем Ж-1, и считали его более эффективным, что частично подтверждает гипотезы H2 и H3. При этом изначально предполагалось, что участники будут снисходительнее относиться к медленному Ф-2, но в действительности они оценивали его как наименее эффективного помощника. Только в режимах с Ф-2 была выявлена разница в восприятии приятности совместной игры: взаимодействие с медленным роботом вызывало значимо меньшую положительную оценку. Это коррелирует с тем, что значимая разница в делении поля также наблюда-

лась лишь в условиях с Ф-2. Гипотеза Н4 не нашла подтверждения: реакция на стимулы и число ошибок оставались стабильными во всех режимах.

Также был получен результат, касающийся восприятия конкуренции: различия по этому параметру выявлены только в условиях с Ж-1. Для этого могут быть сформулированы два объяснения: либо неантропоморфный робот не воспринимался как партнер, либо с быстрым Ф-2 испытуемые не конкурировали, считая его слишком сильным соперником.

Таким образом, участники демонстрировали большую чувствительность к эффективности Ф-2: они негативно воспринимали его медлительность и высоко оценивали его компетентность при быстрой работе. Эти результаты соответствуют тому, что делегирование зависит от воспринимаемых ментальных способностей робота (Wiese et al., 2022). В свое исследование мы не включили вопросы о приписывании роботам ментальных состояний, полагая, что при ответе на них испытуемые будут опираться на общее представление о роботах, а не на непосредственный опыт взаимодействия. В свою очередь, скорость Ж-1 в меньшей степени влияла на восприятие, но вызывала большее чувство соперничества при высокой эффективности. Мы полагаем, что выявленные эффекты свидетельствуют о более выраженном партнерском восприятии Ф-2, обусловленном его антропоморфными чертами и движениями. Было показано, что целенаправленные движения роботов активируют зеркальные системы подобно воспринимаемым движениям людей (Gazzola et al., 2007). Участники не указывали на конкуренцию с Ф-2, считая его хорошим помощником, в то же время антропоморфность являлась фактором в дизайне эксперимента — именно она различала роботов. Дальнейшие исследования позволяют установить, какие именно социальные характеристики робота влияют на восприятие его компетентности и партнерства в совместной деятельности.

Литература

- Edmonds M., Gao F., Liu H., Xie X., Qi S., Rothrock B., Zhu Y., Wu Y. N., Lu H., Zhu S.-C. A tale of two explanations: Enhancing human trust by explaining robot behavior // *Science Robotics*. 2019. Vol. 4. No. 37. P. 4663:1 – 14. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aay4663>
- Gazzola V., Rizzolatti G., Wicker B., Keysers C. The anthropomorphic brain: The mirror neuron system responds to human and robotic actions // *NeuroImage*. 2007. Vol. 35. No. 4. P. 1674 – 1684. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.003>
- Kawai Y., Miyake T., Park J., Shimaya J., Takahashi H., Asada M. Anthropomorphism-based causal and responsibility attributions to robots // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 12234:1 – 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39435-5>
- Navare U. P., Ciardo F., Kompatsiri K., De Tommaso D., Wykowska A. When performing actions with robots, attribution of intentionality affects the sense of joint agency // *Science Robotics*. 2024. Vol. 9. No. 91. P. ead3665. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.adj3665>
- Wiese E., Weis P. P., Bigman Y., Kapsaskis K., Gray K. It's a match: Task assignment in human – robot collaboration depends on mind perception // *International Journal of Social Robotics*. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 141 – 148. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00771-z>
- Yashin A. S., Stolyarova A. N., Melnichuk E. V., Arinkin N. A., Zinina A. A., Zhao D. G., Kotov A. A. When is human – robot joint agency effective? The case of cooperative reaction games // *International Journal of Social Robotics*. 2024. Vol. 16. No. 3. P. 635 – 644. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-01089-8>

HOW DOES ROBOT ANTHROPOMORPHISM INFLUENCE HUMAN WILLINGNESS TO DELEGATE TASKS?

A. S. Yashin (1, 2), A. N. Stolyarova (1, 3), A. A. Zinina (1, 4, 5), E. V. Melnichuk (1), D. G. Zhao (1), N. A. Arinkin (1, 4), A. A. Kotov (1, 4, 5)

yashinart1996@gmail.com

1 – NRC “Kurchatov Institute”, Moscow;

2 – MEG Center, Moscow State University of Psychology and Education, Moscow;

3 – Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow;

4 – Moscow State Linguistic University, Moscow;

5 – Russian State University for the Humanities, Moscow

Abstract. Social robotics provides valuable insights into conditions under which humans perceive artificial systems as co-agents. This study explores how the anthropomorphism of a robot influences human willingness to delegate tasks to it. Participants played a reaction-based game together with an anthropomorphic robot (F-2) and a non-anthropomorphic robot (B-1), each acting either faster or slower than the participant but without errors. Participants adjusted the robot's share of the game field. They tended to assign a larger portion of the field to the faster version of F-2 and rated interaction with it as more pleasant compared to the slower F-2. Moreover, the faster F-2 was perceived as a more pleasant and effective assistant than B-1, despite their equal performance. In contrast, the slower F-2 was perceived as inefficient. Thus, participants demonstrated heightened sensitivity to the speed of F-2, which may reflect higher expectations toward an anthropomorphic agent. In the case of B-1, differences in perceived competition were observed depending on its speed, whereas no such differences were found for F-2. This may be due to B-1 being perceived as a partner to a lesser extent. Future research may help identify the features that promote a robot's perception as a reliable co-agent.

Keywords: anthropomorphic robot, joint agency, task allocation, action observation, human-machine interaction, human-robot interaction, reaction games

ЧАСТЬ II. НОВЫЕ МЕТОДЫ

АДАПТАЦИЯ БАЗЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОШИБКИ КОНЬЮНКЦИИ НА РОССИЙСКОЙ ВЫБОРКЕ

М. А. Бодрова (1), С. В. Денисьев (1), Т. С. Логинова (1), Т. А. Березнер (1),
Э. С. Цигеман* (2)

etsigeman@hse.ru

1 — Научно-учебная лаборатория когнитивной психологии пользователя
цифровых интерфейсов, НИУ ВШЭ, Москва;

2 — Лаборатория социальной и когнитивной информатики, НИУ ВШЭ,
Санкт-Петербург

Аннотация. В работе представлены результаты перевода и адаптации методики «Проблема Линды», направленной на изучение ошибки конъюнкции при принятии решений, для русскоязычной выборки. Четыре эксперта выполнили прямой и обратный перевод 20 задач четырех типов из исследования Duijmović et al. (2020). Затем задания были адаптированы с учетом культурных особенностей российской выборки. В апробации приняли участие 61 студент Высшей школы экономики с разных образовательных программ (средний возраст = 19.93 ± 1.41 ; 44 женщины, 16 мужчин, 1 предпочел не указывать пол). Результаты, касающиеся выбора вариантов с конъюнкцией и без конъюнкции в четырех типах задач Линды, полученные на хорватской выборке, были успешно воспроизведены на российской выборке. Разработанная база задач «Проблема Линды» четырех типов может быть использована в дальнейших исследованиях мышления и метакогнитивных процессов.

Ключевые слова: мышление, ошибка конъюнкции, задача Линды, эвристика репрезентативности

Введение

В исследованиях мышления широко используется задача Линды, направленная на изучение ошибки конъюнкции. В оригинальной задаче Линды участникам предлагают описание женщины, формирующее определенный образ. Затем их просят выбрать, какое из двух утверждений о ней более вероятно. При этом одно утверждение включает конъюнкцию (сочетание признаков), а другое — нет. В классической логике вероятность одного утверждения всегда выше, чем вероятность конъюнкции двух утверждений, однако в данной задаче при вынесении суждений о человеке люди склонны выбирать менее математически вероятный вариант. Данный феномен получил название «ошибка конъюнкции». Объяснение данного феномена связано с преобладанием интуитивных стратегий мышления над формально-логическими. Согласно теории двух систем

мышления (Kahneman, Frederick, 2002), в процессе рассуждения люди склонны полагаться на Систему 1 — автоматизированную, быструю и когнитивно экономичную систему обработки информации, которая генерирует субъективно убедительные, но не всегда логически обоснованные ответы. В случае задачи Линды это происходит в результате использования эвристики репрезентативности — отнесения объекта к группе на основе обнаруженных у него наиболее типичных черт объектов данной группы (Tversky, Kahneman, 1983).

Позднее в работах было показано, как содержание задачи и вариантов ответа может менять стратегии респондентов при рассуждениях и ответах. В частности, в работе Dujmović et al. (2020) предложены четыре типа задач и продемонстрировано, что они приводят к разным стратегиям ответа (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики четырех вариантов задания

Вариант задачи: репрезентативность единичного условия / репрезентативность конъюнкции	Пример задачи из базы	Пример ответа без конъюнкции / с конъюнкцией	Стратегия
HLH (высокая / низкая высокая)	Марк умный, но лишен воображения и в школе преуспевал в математике	Работает бухгалтером / Работает бухгалтером и играет джаз	Выбор утверждения без конъюнкции
HHH (высокая / высокая высокая)	У Владимира есть степень по философии, и он пару раз пробовал наркотики, пока учился	Путешествует по Индии / Путешествует по Индии и не ест мясо	Выбор утверждения с конъюнкцией
LHL (низкая / низкая высокая)	Анна профессионально играет в теннис и в свободное время играет на гитаре	Делает все неспеша / Делает все неспеша и не курит	Выбор утверждения с конъюнкцией
LLL (низкая / низкая низкая)	Сергей преподает филологию, его любимое хобби — разгадывать кроссворды	Ездит на Порше / Ездит на Порше и работает диджеем по выходным	Выбор утверждения без конъюнкции

В оригинальном исследовании респонденты чаще выбирали вариант без конъюнкции, если оба утверждения в варианте с конъюнкцией маловероятны, согласно эвристике, и варианты с конъюнкцией, если вариант содержит высоковероятное утверждение, несмотря на то, что согласно правилам логики, он менее вероятен.

Несмотря на широкое распространение задачи Линды в исследованиях мышления, в данный момент отсутствуют наборы таких задач разных типов для русскоязычной выборки. **Цель** данной работы — провести адаптацию и апробацию базы из 20 задач Линды четырех типов для проведения когнитивных и метакогнитивных исследований на российской выборке.

Методика

В ходе исследования был переведен и откорректирован в соответствии с культурными особенностями российской выборки текст методики из 20 вариантов задачи Линды четырех типов из исследования Dujmović *et al.* (2020). Выбор данной базы обусловлен ее эмпирически подтвержденной валидностью, а также возможностью использовать ее для проведения кросс-культурного сопоставления дальнейших результатов. Оригинальные задачи на хорватском были переведены авторами исследования на английский. Перевод и адаптация проводились с использованием англоязычных версий. Адаптация оригинальной методики включала прямой перевод с английского языка на русский независимо двумя экспертами, обратный перевод с русского языка на английский независимо двумя экспертами, согласование независимых переводов, корректировку в соответствии с культурными особенностями российской выборки и апробацию на российской выборке. В апробации приняли участие 61 студент Высшей школы экономики с разных образовательных программ (средний возраст = 19.93 ± 1.41 ; 44 женщины, 16 мужчин, 1 предпочел не указывать пол).

Результаты

Получена значимая связь между типом задачи и выбором ответа с конъюнкцией и без нее: $\chi^2(3) = 91.63$, $p < .001$. Оценка стандартизованных остатков показывает, что количество ответов с конъюнкцией и без нее для четырех типов задач значительно отличалось от ожидаемого в условиях независимости (станд. остатки = $2.88 - 7.62$). Как видно из табл. 2 и на рис. 1, нам удалось воспроизвести результаты, полученные на выборке из Хорватии: респонденты российской выборки чаще выбирали вариант с конъюнкцией в задачах типов ННН и LNL и чаще выбирали вариант без конъюнкции в задачах типов NLN и LLL.

Анализ распределения ответов на каждую задачу выявил значимые различия в ответах на все задачи ($\chi^2(19) = 490.01$, $p < .001$), кроме задач 2, 12, 15 и 19, на которые участники давали с равной вероятностью как ответ с конъюнкцией, так и без нее (например, «Игорь — любитель пива и возглавляет группу фанатов местного футбольного клуба», ответ без конъюнкции: «Игорь — импульсивная личность», ответ с конъюнкцией: «Игорь — импульсивная личность и имел проблемы с законом»); станд. остатки = $0.79 - 1.85$.

Обсуждение и выводы

В ходе исследования была проведена адаптация и апробация 20 задач Линды четырех типов на российской выборке. Ключевым результатом работы является создание базы адаптированных задач и воспроизведение результатов, полученных в предыдущем исследовании. Российская выборка продемонстрировала те же закономерности, что и хорватская: участники чаще выбирали утверждения с конъюнкцией или без конъюнкции в зависимости от типа задачи. Исключением стали задачи, где распределение ответов было равномерным, что может указывать на специфику формулировок или контекста этих

Таблица 2. Результаты выбора вариантов ответа без конъюнкции для каждой задачи для всех респондентов

№	Тип	Ответы без конъюнкции (%)	№	Тип	Ответы без конъюнкции (%)
4	NNN	19.67	6	LHL	24.59
8	NNN	13.11	9	LHL	8.20
12*	NNN	52.46	10	LHL	27.87
14	NNN	21.31	18	LHL	39.34
15*	NNN	45.90	20	LHL	19.67
1	HLH	95.08	2*	LLL	67.21
3	HLH	95.08	5	LLL	91.8
7	HLH	98.36	11	LLL	86.89
16	HLH	88.52	13	LLL	80.33
17	HLH	85.25	19*	LLL	68.85

Примечание: * отмечены задачи, в которых не обнаружено статистически значимых различий в частоте выбора ответов с конъюнкцией и без нее.

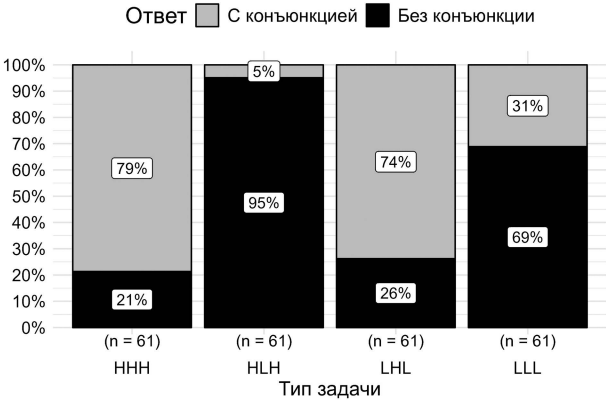


Рисунок 1. Распределение ответов с конъюнкцией и без конъюнкции по четырем типам задач

задач. В будущем планируется продолжить работу над дополнением базы и корректировкой задач, которые не показали ожидаемого паттерна ответов респондентов.

Таким образом, работа вносит вклад в развитие методологии исследования мышления и метакогнитивных процессов и демонстрирует применимость адаптированных задач Линды четырех типов для когнитивных исследований в российской популяции.

References

- Dujmović M., Valerjev P., Bajšanski I.* The role of representativeness in reasoning and metacognitive processes: An in-depth analysis of the Linda problem // *Thinking & Reasoning*. 2020. Vol. 27. No. 2. P. 161 – 186. <https://doi.org/10.1080/13546783.2020.1746692>
- Kahneman D., Frederick S.* Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment // *Heuristics and Biases* / T. Gilovich, D. Griffin, D. Kahneman (Eds.). Cambridge University Press, 2002. P. 49 – 81. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511808098.004>
- Tversky A., Kahneman D.* Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment // *Psychological Review*. 1983. Vol. 90. No. 4. P. 293 – 315. <https://doi.org/10.1037//0033-295x.90.4.293>

RUSSIAN ADAPTATION OF THE LINDA PROBLEM TASK SET FOR ASSESSING THE CONJUNCTION FALLACY

M. A. Bodrova (1), S. V. Denisev (1), T. S. Loginova (1), T. A. Berezner (1),
E. S. Tsigeman* (2)
etsigeman@hse.ru

1 – Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface Users,
HSE University, Moscow;

2 – The Social and Cognitive Informatics Laboratory,
HSE University, Saint Petersburg

Abstract. The study presents the results of the translation and adaptation of the Linda Problem task, aimed at studying the conjunction fallacy in the process of reasoning, to Russian-speakers. Four experts performed forward and backward translations of the 20 scenarios representing four task types from Dujmović et al. (2020). The translated scenarios were adapted to account for the Russian population's cultural specificities. The pilot study involved 61 students from various educational programs at the Higher School of Economics (mean age = 19.93 ± 1.41 years; 44 females, 16 males, 1 preferred not to answer). The findings regarding the selection of conjunction and non-conjunction options across the four distinct Linda Problem task types, previously obtained in a Croatian sample, were successfully replicated in the Russian sample. The developed stimulus set of the Linda Problem task can be utilized in further research on thinking, reasoning and metacognitive processes.

Keywords: thinking, conjunction fallacy, metacognition, Linda problem, representativeness heuristic

РАЗРАБОТКА БАЗЫ АССОЦИАТИВНО СВЯЗАННЫХ СПИСКОВ СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ, ФОРМИРУЮЩИХ ИЛЛЮЗОРНЫЕ ВОСПОМИНАНИЯ У НОСИТЕЛЕЙ РУССКОГО ЯЗЫКА

В. А. Гершкович*, Л. А. Звезда

Valeria.gershkovich@gmail.com

СПбГУ, Санкт-Петербург

Аннотация. Настоящая работа посвящена разработке базы списков ассоциативно связанных слов-существительных для изучения иллюзорных воспоминаний у носителей русского языка. Методика Диза — Редегера — МакДермот (ДРМ) направлена на изучение иллюзорных воспоминаний и представляет собой списки слов, ассоциативно связанных с общим ключевым словом. Показано, что при предъявлении участникам для запоминания этих списков слов без ключевого слова в дальнейшем они ошибочно воспроизводят/опознают ключевое слово как ранее предъявленное. В работе для сбора существительных — ассоциаций к ключевым словам было опрошено 64 человека. На основании собранных данных было создано 22 ассоциативно связанных списка по 15 существительных в каждом. В основном эксперименте (95 человек) с использованием задачи узнавания проверялось формирование иллюзорных воспоминаний на ключевые слова к созданным спискам существительных. Также по методике «помню, знаю, гадаю» оценивались субъективные переживания, возникающие у участников при узнавании ключевых слов. По результатам исследования показано, что в среднем участники правильно узнавали 82 % действительно предъявленных слов и в 72 % случаев ложно узнавали ключевые слова. По каждому списку рассчитана вероятность ложного узнавания ключевого слова, вероятность ответа «помню/знаю». Созданные списки существительных могут использоваться исследователями для изучения иллюзорных воспоминаний у носителей русского языка.

Ключевые слова: иллюзорные воспоминания, методика Диза — Редегера — МакДермот, ассоциативная иллюзия памяти, ложные узнавания, база заданий

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда № 25-28-00931 «Иллюзии памяти, связанные с мониторингом источника информации».

Введение

Исследование ложных воспоминаний и искажений памяти — одна из важных тем в когнитивной психологии, имеющая не только теоретическое, но и практическое значение. Существует несколько разных методик, позволяющих изучать формирование ложных воспоминаний в лабораторных условиях. Наибольшую популярность получила процедура формирования иллюзорных воспоминаний Диза — Редегера — МакДермот (ДРМ-методика) (Roediger, MacDermott, 1995), также называемая конвергентной ассоциативной мето-

дикой. Эта методика представляет собой списки слов, ассоциативно связанных с общим ключевым словом. Показано, что при предъявлении участникам для запоминания этих списков слов без ключевого слова в дальнейшем они с высокой степенью уверенности ошибочно воспроизводят/опознают ключевое слово как ранее предъявленное, характеризуют свои воспоминания специфическим чувством «помню», а также насыщают его другими эпизодическими характеристиками (см., например, Gallo, 2010). При этом необходимо отметить, что показана высокая вариативность в формировании ДРМ-иллюзии на разные списки. ДРМ-списки используются в качестве стимульного материала в многочисленных исследованиях, позволяя не только исследовать механизмы возникновения ложных воспоминаний, но также изучать процессы решения задач (Howe et al., 2010), связь мнемических искажений с различными расстройствами психики (Bhatt et al., 2010), степенью освоения языка (Suarez, Beato, 2023) и т. д. Методика адаптирована на различных языках, однако, несмотря на ее востребованность для исследований на русскоязычной выборке (см., например, Котов, Власова, 2011; Гершкович, Попова, 2017), нам не известны адаптации таких списков на русском языке. При этом в классические списки могут входить разные части речи, что может мешать использовать эту методику, например, для изучения процедуры мониторинга источника (см., например, Гершкович, Попова, 2017). Цель настоящей работы — разработать и апробировать списки ассоциативно связанных слов-существительных (ДРМ-списки) на русском языке.

Методика

На первом этапе нами были собраны ассоциации, сформированы списки ассоциативно связанных слов к 24 ключевым словам. Согласно методике, списки строятся от наиболее частотной ассоциации к общему слову до наименее частотной. Порядок слов в списке является обязательным и не варьируется. На втором этапе — проверено возникновение иллюзорных воспоминаний на ключевые слова по каждому списку, а также связанных с ними метакогнитивных переживаний: характеризуют ли участники свои воспоминания чувством «помню». Согласно Э. Тульвингу (Tulving, 1985), люди используют слова «знаю» и «помню» для того, чтобы охарактеризовать свой субъективный опыт, и это, в свою очередь, позволяет отнести воспоминания к двум разным системам памяти: семантической и эпизодической (позволяющей вспоминать, где, как, когда получена информация, то есть конкретные детали, связанные с получением информации). Воспроизведение информации из семантической памяти сопровождается переживанием «Я знаю», а воспроизведение информации из эпизодической памяти сопровождается переживанием «Я помню». Такой метод оценки воспоминаний часто используется для изучения особенностей припоминания в задаче узнавания.

Выборка. В создании списков ассоциативно связанных слов приняли участие 74 человека (46 женщин, 28 мужчин), для которых русский язык был родным, в возрасте от 18 до 40 лет ($M = 23.9$, $SD = 6.57$), сообщившие о наличии у них высшего или неполного высшего образования.

В основном эксперименте по формированию ДРМ-иллюзии на основе созданных списков приняло участие 103 человека, для которых русский язык был родным, сообщивших о высшем или неполном высшем образовании. После отсева из-за технических сбоев (6 человек) и невыполнения инструкции (2 человека) в итоговый анализ вошли данные 95 участников в возрасте от 18 до 39 лет ($M = 24.3$, $SD = 5.85$; 68 женщин, 26 мужчин, 1 — не сообщил данные о гендере). Все участники проходили исследование индивидуально в онлайн-режиме под наблюдением экспериментатора по видеосвязи. При определении количества участников мы опирались на работы, в которых на этапе апробации списков приняли участие 50 человек (см., например, Anastasi et al., 2005).

Стимульный материал. Для создания списков было выбрано 24 ключевых существительных (состоящих из 3–8 букв). Слова были подобраны на основании имеющихся списков на английском языке (Stadler et al., 1999), обозначали достаточно привычные конкретные понятия или категории. 30 участникам предъявлялось каждое из этих существительных, и их просили в течение 1 минуты выписать все ассоциации на предъявленное слово. Подчеркивалось, что ассоциации должны быть существительными, в единственном или множественном числе. Еще 34 участникам также предъявлялось ключевое слово, их просили как можно быстрее выписать первые три пришедшие в голову ассоциации на предъявленное слово (требования к ассоциациям были аналогичными). Из ассоциаций, собранных на каждое ключевое слово, было отобрано 15 самых частых ассоциаций. Списки создавались путем расположения слов в списке от самой частой ассоциации к наименее частой. В случае, если слова дублировались в некоторых списках, эти слова исключались и заменялись следующей по частотности ассоциацией. Таким образом было сформировано 24 списка. На последнем этапе создания списков они были предъявлены 10 участникам с инструкцией прочитать предъявленные списки слов и выписать первые три ассоциации, которые у них возникнут в ответ на прочитанные слова. Для дальнейшего использования отбирались списки, на которые у семи и более участников появится ассоциация в виде предполагаемого ключевого слова на первом месте. Указанному критерию удовлетворяли 22 списка, созданные на следующие ключевые слова: врач, гора, город, дом, картина, книга, конфета, лев, море, музыка, радость, растение, рука, рубашка, пустыня, сон, стул, фильм, фрукт, хлеб, холод, чашка (созданные списки — см. osf.io/wn7jg/).

Для апробации списки были разделены на два набора по 11 списков в каждом (набор № 1 – 46 человек, набор № 2 – 49 человек) так, чтобы списки, которые могли семантически интерферировать друг с другом, вошли в разные наборы.

Процедура. Эксперимент был реализован на платформе lab.js. Эксперимент состоял из двух этапов: часть на запоминание и тест на узнавание. Участникам предлагалось запомнить 165 слов, при этом их предупреждали, что последует проверка того, насколько хорошо они запомнили предъявленные слова. Стимулы появлялись по одному в центре экрана. Аналогично предыдущим исследованиям каждое слово предъявлялось на 2 с, а интервал между словами составлял 1.5 с (Anastasi et al., 2005; Iacullo, Marucci, 2016). Между списками слов были сделаны 10-секундные перерывы, перед началом следующего спи-

ска демонстрировался обратный отсчет, затем следовал фиксационный крест, и начиналось предъявление следующего списка. Порядок предъявления списков был рандомизирован для каждого участника, порядок слов внутри каждого списка был постоянным и соответствовал правилу создания списков. Сразу после окончания предъявления всех списков проводился тест на узнавание. На этапе узнавания участникам предъявлялось 88 слов, 33 из которых были ранее предъявленными словами (для каждого списка выбиралось по одному слову из начала, середины и конца списка), 11 — ключевыми (ассоциативно связанными с ранее предъявленными) и 44 — словами-филлерами. В качестве слов-филлеров использовались 33 слова из начала, середины и конца списков стимулов из альтернативного набора (не предъявлявшегося на первом этапе), а также соответствующие этим спискам ключевые слова. Включение в качестве филлеров слов из непредъявленных на первом этапе списков позволяло проконтролировать, в какой мере само предъявление четырех ассоциативно связанных слов из набора на этапе узнавания может спровоцировать ложное узнавание ключевого стимула. Для узнавания все слова предъявлялись в случайном порядке. В центре экрана появлялся фиксационный крест и затем — слово, под которым демонстрировалось два варианта ответа: было или не было. Участник выбирал ответ с помощью мыши. После ввода ответа участнику предлагалось оценить субъективные переживания о воспоминании с помощью методики «помню, знаю, гадаю». Кнопки с соответствующими вариантами ответов появлялись на экране, при этом слово, на которое давался ответ, оставалось в центре экрана. Участникам предлагалось ответить «помню», если они точно помнят слово, могут вспомнить, как оно предъявлялось, его образ, возможно как они его запоминали, в ряду каких других слов оно предъявлялось и т. п. Участникам предлагалось ответить «знаю», если они считают, что слово было предъявлено, у них есть такое ощущение, слово кажется знакомым. Участники должны были дать ответ «гадаю», если отвечали наугад, интуитивно, на основании догадок.

Результаты

Была рассчитана доля ложных узнаваний ключевых слов по каждому списку, при этом показана вариативность по разным спискам: $\min = .43$, $\max = .91$). Полные данные по каждому списку доступны по ссылке: osf.io/wn7jg/. Таким образом, иллюзорные воспоминания формировались на каждый список. В целом участники более точно узнавали действительно предъявленные слова из списков ($M = .82$, $SD = .10$) по сравнению с ложным узнаванием ключевых слов ($M = .72$, $SD = .19$) ($t(94) = -4.500$, $p < .001$). При этом вероятность ошибочного опознания ключевых слов, если они выступали в качестве филлеров, была значимо меньше ($M = .10$, $SD = .10$) (по участникам: $t(94) = 30.394$, $p < .001$; по стимулам: $t(21) = 27.354$, $p < .001$). Была обнаружена корреляция между долей ошибочных опознаний ключевых слов, когда они выступали в качестве филлеров, и условием, когда предъявление списка слов формировало иллюзорные воспоминания на эти ключевые слова ($r = .71$, $p < .001$), однако классического эффекта — корреляции между количеством верных ответов по действитель-

но предъявленным словам в списках и ложным узнаванием ключевых слов обнаружено не было ($r = .66$, $p = .769$). Анализ субъективных отчетов при узнавании выявил, что в случае, если участники ошибочно опознавали ключевые слова, они чаще характеризовали свои воспоминания ответами «помню» (46.6 % ответов) или «знаю» (46.3 %), чем «гадаю» (7.1 %). Статистически значимых различий между долей ответов «помню» от общего количества ответов для правильных ответов по действительно предъявленным стимулам (истинные воспоминания) ($M = .5$, $SD = .35$) и ложными узнаваниями ключевых слов ($M = .45$, $SD = .25$) обнаружено не было ($t(94) = -1.704$, $p = .09$).

Обсуждение и выводы

По результатам исследования нами разработана база из 22 списков существительных, ассоциативно связанных с одним ключевым словом, которые приводят к иллюзорному припоминанию этих слов. Получены нормы по вероятности узнавания действительно предъявленных слов из начала/середины/конца списка (истинных воспоминаний) и ошибочных опознаний ключевых слов. Продемонстрировано, что иллюзорные воспоминания примерно в половине случаев сопровождаются субъективными оценками «помню», что свидетельствует о том, что участники действительно считают, что видели данное слово, а не только опираются на чувство знакомости (Tulving, 1985). Таким образом, разработанные списки могут быть использованы исследователями для изучения ложных воспоминаний в различных задачах. Отметим, что в нашем исследовании ложные узнавания возникали (хоть и в незначительной степени) даже в том случае, если три слова из списка предъявлялись только на этапе узнавания. Исследователям стоит учитывать этот фактор, особенно если перед ними будет стоять задача оценить только вклад предварительного предъявления списков слов в формирование иллюзии.

Литература

- Гершкович В.А., Попова А., С. Чья это мысль? Эффект Я-атрибуции сгенерированных и иллюзорных воспоминаний // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г. / Под ред. М. В. Фаликман, Е. В. Печенковой. М.: Буки Веди, ИППип, 2017. С. 84 – 88.
- Котов А.А., Власова Е. Ф. Что помогает нам формировать понятия: знак или его значение? // Психология. Журнал высшей школы экономики. 2011. Т. 8. № 2. С. 130 – 137.
- Anastasi J. S., De Leon A., Rhodes M. G. Normative data for semantically associated Spanish word lists that create false memories // Behavior Research Methods. 2005. Vol. 37. No. 4. P. 631 – 637. <https://doi.org/10.3758/bf03192733>
- Bhatt R., Laws K. R., McKenna P. J. False memory in schizophrenia patients with and without delusions // Psychiatry Research. 2010. Vol. 178. No. 2. P. 260 – 265. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.02.006>
- Gallo D. A. False memories and fantastic beliefs: 15 years of the DRM illusion // Memory & Cognition. 2010. Vol. 38. No. 7. P. 833 – 848. <https://doi.org/10.3758/mc.38.7.833>
- Howe M. L., Garner S. R., Dewhurst S. A., Ball L. J. Can false memories prime problem solutions? // Cognition. 2010. Vol. 117. No. 2. P. 176 – 181. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.009>

Iacullo V. M., Marucci F. S. Normative data for Italian Deese/Roediger – McDermott lists // Behavior Research Methods. 2016. Vol. 48. No. 1. P. 381 – 389. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0582-3>

Roediger H. L., McDermott K. B. Creating false memories: Remembering words not presented in lists // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1995. Vol. 21. No. 4. P. 803 – 814. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.4.803>

Stadler M. A., Roediger H. L., McDermott K. B. Norms for word lists that create false memories // Memory & Cognition. 1999. Vol. 27. No. 3. P. 494 – 500. <https://doi.org/10.3758/bf03211543>

Suarez M., Beato M. S. False memory in a second language: The importance of controlling the knowledge of word meaning // PLOS One. 2023. Vol. 18. No. 5. P. e0285747:1 – 21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285747>

Tulving E. Memory and consciousness // Canadian Psychology / Psychologie canadienne. 1985. Vol. 26. No. 1. P. 1 – 12. <https://doi.org/10.1037/h0080017>

DEVELOPMENT OF A DATABASE OF ASSOCIATIVE NOUN LISTS THAT CREATE FALSE MEMORIES IN NATIVE RUSSIAN SPEAKERS

V. A. Gershkovich*, L. A. Zvezdina
Valeria.gershkovich@gmail.com
Saint Petersburg University, St. Petersburg

Abstract. This work is devoted to the development of a database of associative noun word lists used to create false memories in native Russian speakers. The Deese-Roediger-McDermott (DRM) paradigm aims at investigating illusory memories and consists of lists of words that are associatively related to a common key word (the critical lure). It has been shown that, when presented with these lists of associatively related words, participants falsely recall or recognize the critical lure despite the fact that it was never presented. In this study, 64 participants were surveyed to collect nouns associated with key words. Based on the data, 22 associative lists containing 15 nouns each were created. In the main experiment (95 volunteers), the false recognition of critical lures related to each list was tested. Additionally, subjective experiences of false recognition were evaluated using the “remember-know-guess” procedure. The results demonstrate that participants on average correctly recognized 82 % of the presented list words and falsely recognized 72 % of critical lures. For each list, the probability of false recognition of the critical lure and remember-know-guess responses were calculated. The developed associative noun lists can be used by researchers to investigate illusory memories in native Russian speakers.

Keywords: illusory memories, Deese-Roediger-McDermott paradigm, associative memory illusion, false recognition, stimuli database

This research is supported by Russian Science Foundation grant project #25-28-00931: “Memory illusions related to source monitoring”.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВАРИАТИВНОСТЬ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЭКСПРЕССИЙ В БАЗЕ ADFES

А. В. Жегалло
zhegallov@ipran.ru
ИП РАН, Москва

Аннотация. Современные данные показывают, что специализированная система восприятия лица не используется для непрерывной точной оценки эмоционального состояния коммуниканта, как предполагалось в теории «базовых» эмоций П. Экмана. В данной работе представляется апробация методики регистрации и анализа выражений лица, предназначенной для изучения фактического содержания мимики лица в ходе межличностного взаимодействия. Использовались фронтальные видеозаписи эмоциональных экспрессий (22 натурщика, экспрессии гнева, страха, отвращения, радости, печали, удивления, презрения, смущения, гордости) из базы ADFES. Выполнена разметка 68 ключевых точек (контур лица, рот, нос, глаза, брови) с помощью ПО OpenFace 2.0. Таким образом, каждой видеозаписи соответствует матрица X- и Y- координат ключевых точек в последовательные моменты времени (125 временных отсчетов). Каждая из записей была подвергнута анализу методом главных компонент. Индивидуальная первая главная компонента объясняет от 50 до 99 % вариативности и отражает индивидуальную динамику целевой экспрессии. Для оценки взаимной пространственной согласованности индивидуальных первых главных компонент были вычислены корреляции между векторами нагрузок, геометрический смысл которых — отклонения координат ключевых точек от «среднего» выражения лица. Для большинства экспрессий выделяется согласованный способ выражения. Для экспрессий печали и презрения выделяется два различных согласованных способа выражения. Полученные результаты демонстрируют применимость данной методики для оценки индивидуальной вариативности произвольного выполнения эмоциональных экспрессий.

Ключевые слова: эмоциональные экспрессии, метод главных компонент, ключевые точки, ADFES, OpenFace, вариативность индивидуального способа выражения

Исследование выполнено в рамках темы ИПРАН 0138-2025-0012.

Введение

К настоящему времени надежно установлено наличие специализированной системы восприятия лица. В то же время наличие единой специализированной системы оценки эмоциональных экспрессий, предсказывавшейся в парадигмальной работе (Etcoff, Magee, 1992), опирающейся на теорию базовых эмоций П. Экмана, экспериментально не подтверждается. Например, при решении дискриминационной задачи на переходных рядах между изображениями «базовых» эмоциональных экспрессий ожидаемый паттерн точности решения с выраженным максимумом, соответствующим границе категорий, представляет собой лишь один из возможных вариантов (Королькова, Жегалло, 2012). При тахистоскопическом времени экспозиции (16–8–4 мс) невербальное опознавание «базовых» эмоциональных экспрессий происходит независимым образом и обуславливается специфическими комплексами индивидуально-личностных характеристик. Корреляции между индивидуальной эффективностью опознавания «базовых» эмоциональных экспрессий отсутствуют (Жегалло, Басюл, 2023). Таким

образом, встает вопрос о функциональной роли специализированной системы восприятия лица и взгляда «глаза в глаза». Далее представляется апробация методики регистрации и анализа выражений лица, предназначенной для изучения фактического содержания мимики лица в ходе межличностного взаимодействия.

Широко применяемый метод анализа мимики лица FACS, основанный на выделении парциальных мимических признаков (Action Units; Ekman et al., 2002), ориентирован в первую очередь на качественное описание мимики лица. При этом оказывается затруднительным получение количественных характеристик мимики лица. Открытыми остаются следующие вопросы: какой процент вариативности мимики описывают выделенные признаки? насколько количественно похожи мимические паттерны? как решается обратная задача — реконструкция выражения лица по выделяемым парциальным признакам?

В качестве альтернативы FACS в настоящей работе предлагается методика, основанная на разметке ключевых точек на поверхности лица с дальнейшим использованием метода главных компонент, которая позволяет количественно оценить анализируемую мимику лица. Использование разрабатываемой методики демонстрируется на примере исследования вариативности «базовых» постановочных эмоциональных экспрессий. База ADFES (Schalk et al., 2011) включает фронтальные постановочные видеозаписи эмоциональных экспрессий (гнев, отвращение, страх, удивление, печаль, радость, презрение, разочарование, гордость), выполненные в студийных условиях под контролем сертифицированных специалистов, прошедших обучение использованию системы FACS. Демонстрация целевой экспрессии начинается через 1 с после начала видеозаписей.

Процедура исследования

Для видеозаписей 22 натурщиков была выполнена разметка 68 ключевых точек лица с помощью ПО OpenFace 2.0 (Baltrušaitis et al., 2018). Для дальнейшего анализа использовались координаты X и Y ключевых точек (нижний контур лица, рот, нос, глаза и брови). Пятисекундные временные интервалы при скорости съемки 25 кадров в секунду давали 125 последовательных кадров. Каждая размеченная видеозапись подвергалась индивидуальному анализу методом главных компонент. После этого выполнялось сопоставление первых главных компонент, полученных из видеозаписей разных натурщиков, демонстрировавших одну и ту же эмоциональную экспрессию.

Исходные данные для проведения анализа представляют собой матрицу 136×125 (X- и Y-координаты 68 ключевых точек в 125 последовательных моментах времени с дискретностью 40 мс), то есть матрица задает координаты 125 точек, соответствующих последовательным выражениям лица натурщика, в 136-мерном пространстве. Геометрический смысл метода главных компонент состоит в смещении начала координат в центр масс облака и дальнейшем вращении ортогональных осей системы координат таким образом, чтобы первые оси пространства соответствовали направлениям максимальной вариативности. Для разных натурщиков и экспрессий процент вариативности, объясняемый первой главной компонентой, составляет от 55 до 99 %. Для оценки согласованности временной динамики вычислялся медианный коэффициент корреляции

Пирсона между векторами значений первой главной компоненты, соответствующих разным натурщикам, в дальнейшем обозначаемый как $Me R(t)$. Для разных экспрессий $Me R(t)$ составляет от .88 до .93. Таким образом, для первоначальной оценки пространственных паттернов эмоциональных экспрессий можно ограничиться первой компонентой. Основным интерес представляют индивидуальные и обобщенный пространственные паттерны первой главной компоненты, представляющие собой вектора X- и Y-координат смещения ключевых точек относительно координат «среднего» лица натурщика. Для оценки согласованности пространственных паттернов первой главной компоненты между разными натурщиками вычислялся коэффициент корреляции Пирсона между векторами нагрузок, далее обозначаемый как $R(xy)$. В качестве характерного показателя берется медианное значение корреляций между векторами, кодирующими пространственные паттерны отдельных натурщиков. При построении обобщенного (усредненного) пространственного паттерна из анализа исключаются отдельные индивидуальные паттерны, имеющие преимущественно отрицательные корреляции с большинством остальных индивидуальных паттернов.

Пространственная реконструкция представляет собой два контура лица, соответствующие смещению контура «среднего» лица натурщика при минимальной и максимальной величине первой главной компоненты, что в условиях видеосъемки соответствует разворачиванию выражения лица от начального (нейтрального) выражения к максимуму целевой экспрессии (рис. 1).

Полученные результаты

Экспрессия гнева. $Me R(xy) = .80$. После исключения из выборки натурщиков F04 и M09 $Me R(xy) = .87$. Обобщенный мимический паттерн: наклоненное вперед лицо, наклон максимально выражен в верхней части, сдвинутые брови, сжатый рот.

Экспрессия страха. $Me R(xy) = .54$. После исключения из выборки натурщиков F01, M03, F09, F10 $Me R(xy) = .69$. Обобщенный мимический паттерн: высоко поднятые брови, раскрытые и поднятые глаза, приподняты нос и рот, рот приоткрыт, нижний контур лица в районе подбородка находится несколько выше.

Экспрессия отвращения. $Me R(xy) = .67$. После исключения из выборки натурщиков F05, F07, F09, M05 $Me R(xy) = .79$. Обобщенный мимический паттерн: приподнятый раскрытый рот, приподнятая нижняя часть носа, слегка поднятые и суженные глаза, слегка опущенные внутренние зоны бровей.

Экспрессия радости. $Me R(xy) = .76$. После исключения из выборки натурщика F09 $Me R(xy) = .78$. Обобщенный мимический паттерн: сильно выраженная улыбка с раскрытым ртом, сужения глаз — минимальные.

Экспрессия печали. $Me R(xy) = .15$. Выборка натурщиков была разделена на две группы, внутри которых получено хорошее согласование пространственных паттернов. Первая группа: натурщики F01, F02, F03, F04, F05, M03, M04, M06, F08, F10, M07, M09; $Me R(xy) = .61$. Обобщенный мимический паттерн: рот приподнят, уголки губ опущены, слегка приподнята нижняя часть контура лица, левый глаз и нос слегка смещены вправо. Вторая группа: натурщики M02, M11, M12, F06, F07, F09, M01, M05, M10; $Me R(xy) = .76$. Обобщенный мимический

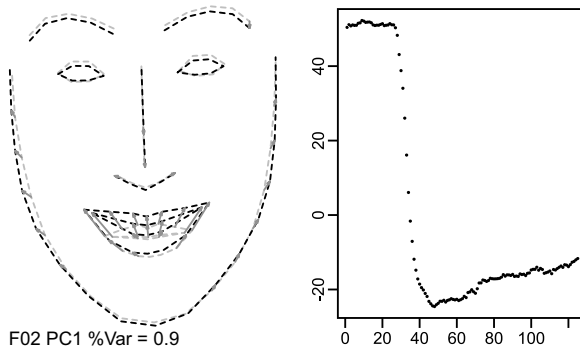


Рисунок 1. Пример пространственной реконструкции и временной динамики. Экспрессия радости, первая главная компонента. Натурщик F02. Первая компонента объясняет 90 % вариативности. На временной развертке по горизонтали — номер кадра, по вертикали величина первой компоненты. Переход от нейтрального лица к экспрессии радости на интервале 1–2 с

паттерн: уголки губ опущены, общее смещение лица влево вниз, наиболее выражено в области глаз и носа.

Экспрессия удивления. $Me R(xy) = .83$. После исключения натурщиков F01, M09 $Me R(xy) = .87$. Обобщенный мимический паттерн: высоко поднятые брови, опущена нижняя часть контура лица, рот раскрыт, нижняя губа опущена, увеличение раскрытия глаз — минимальное. Выраженное увеличение раскрытия глаз присутствует в индивидуальных паттернах лишь отдельных натурщиков.

Экспрессия презрения. $Me R(xy) = .05$. Выборка натурщиков была разделена на две группы, внутри которых получено удовлетворительное согласование пространственных паттернов. Первая группа: натурщики F01, F03, M03, M04, M11, F06, F09, F10, M05, M09, M10; $Me R(xy) = .66$. Обобщенный мимический паттерн: поднят вверх правый угол рта, слегка приподняты брови. Вторая группа: натурщики F02, F04, F05, M02, M06, M08, M12, F07, F08, M07; $R(xy) = .72$. Обобщенный мимический паттерн: глаза смещены вниз, нос смещен влево вниз, рот смещен влево вниз, левый угол рта приподнят, нижняя часть контура лица смещена влево вниз.

Экспрессия смущения. $Me R(xy) = .76$. Обобщенный мимический паттерн: брови, глаза, нос, рот сильно опущены вниз, глаза сужены, рот в слабой закрытой улыбке, нижняя часть контура лица опущена вниз.

Экспрессия гордости. $Me R(xy) = .97$. Обобщенный мимический паттерн: лицо сильно поднято вверх, глаза сужены, рот растянут и слегка приоткрыт.

Выводы

Метод главных компонент может быть эффективно использован для анализа выражений лица. Мимика позированных «базовых» эмоциональных экспрессий хорошо описывается первой главной компонентой. Индивидуальные способы изображения эмоциональных экспрессий у отдельных натурщиков могут значительно отличаться от общегруппового. Для экспрессий печали и презрения обнаружены два различных способа изображения. Реконструированные обо-

щенные мимические паттерны в дальнейшем могут быть использованы для построения графических и полутоновых изображений эмоциональных экспрессий.

Литература

Жегалло А. В., Басюл И. А. Предикторы невербального опознания эмоциональных экспрессий лица // Экспериментальная психология. 2023. Т. 16. № 3. С. 53 – 68. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160304>

Королькова О. А., Жегалло А. В. Эффект категориальности восприятия экспрессий лица: многообразие проявлений // Экспериментальная психология. 2012. Т. 5. № 2. С. 22 – 38.

Baltrusaitis T., Zadeh A., Lim Y. C., Morency L.-P. OpenFace 2.0: Facial Behavior Analysis Toolkit // 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2018). 2018. P. 59 – 66. <https://doi.org/10.1109/fg.2018.00019>

Ekman P., Friesen W. V. Facial Action Coding System. Manual and investigator's guide to FACS. Salt Lake City, UT: Research Nexus, 2002.

Etcoff N. L., Magee J. J. Categorical perception of facial expressions // Cognition. 1992. Vol. 44. No. 3. P. 227 – 240. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90002-y](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90002-y)

van der Schalk J., Hawk S. T., Fischer A. H., Doosje B. Moving faces, looking places: Validation of the Amsterdam Dynamic Facial Expression Set (ADFES) // Emotion. 2011. Vol. 11. No. 4. P. 907 – 920. <https://doi.org/10.1037/a0023853>

INDIVIDUAL VARIABILITY OF EMOTIONAL EXPRESSIONS IN THE ADFES DATABASE

A. V. Zhegallo

zhegalloav@ipran.ru

Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. A specialized facial perception system is not necessarily used for the continuous accurate assessment of a communicant's emotional state, as assumed in Ekman's theory of “basic” emotions. We examine a method for recording and analyzing facial expressions during interpersonal interactions. Video recordings of emotional expressions from the ADFES database were used (anger, fear, disgust, joy, sadness, surprise, contempt, embarrassment, pride). Using OpenFace 2.0 software, 68 key points were marked; each recording corresponded to a matrix of X and Y coordinates of key points at successive moments in time. Each recording was subjected to principal component analysis. An individual first principal component explained from 50 % to 99 % of variability and may be interpreted as the individual dynamics of the target expression. To assess the mutual spatial consistency of individual first principal components, correlations between the loading vectors were calculated, the geometric meaning of which is the deviation of X and Y coordinates of the key points from the “average” facial expression. For most expressions, a consistent mode of expression is distinguished. For expressions of sadness and contempt, two different consistent modes of expression are distinguished. Thus, the method is applicable for assessing individual variability in the voluntary performance of emotional expressions.

Keywords: emotional expressions, principal component analysis, facial landmarks, ADFES, Open Face, individual variability of emotional expressions

This research is supported by IPRAS Topic No. 0138-2025-0012.

ПОВТОРЕНИЕ ПСЕВДОСЛОВ ДЕТЬМИ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

О. Р. Кармен (1), А. А. Корнеев* (1, 2), Е. Ю. Матвеева (1), Т. В. Ахутина (1)
korneeff@gmail.com

1 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — Институт развития, здоровья, адаптации ребенка, Москва

Аннотация. В работе описана методика, направленная на оценку функций переработки слухоречевой информации у детей младшего школьного возраста с использованием метода повторения псевдослов (ПС). Разработана и апробирована экспериментальная методика, включающая два типа стимулов: «близкие» ПС, созданные путем замены фонем в реальных словах, и «далекие» ПС, не опирающиеся на существующие лексемы. В исследовании приняли участие 129 учеников второго и третьего классов, успешных в обучении (86 детей) и с трудностями в обучении (43 ребенка). Дети повторяли ПС по одному и парами, что позволило варьировать нагрузку на слухоречевую память. Результаты показали, что «близкие» ПС воспроизводятся лучше, чем «далекие», а повторение ПС по одному точнее, чем по два. Дети с трудностями обучения продемонстрировали существенно меньшую продуктивность, особенно при увеличении объема запоминаемой информации. Также установлено, что длина ПС оказывает влияние на воспроизведение «далеких» ПС, но не «близких». Представленная методика показала высокую чувствительность к различиям в переработке слухоречевой информации и может быть использована в психолого-педагогической диагностике и исследованиях речевых процессов у детей.

Ключевые слова: повторение псевдослов, нейропсихологическая диагностика, переработка слухоречевой информации, слухоречевая память, младшие школьники

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова №AAAA-A20-120012890168-8.

Введение

Восприятие, переработка и запоминание слухоречевой информации являются важным компонентом когнитивного развития детей. Оценка состояния функций переработки слухоречевой информации — проблема, которой занимаются с позиций различных подходов: психологического, логопедического, педагогического. При их исследовании и диагностике используется различный материал — это могут быть осмысленные, реальные слова или лишенные смысла псевдослова (ПС). Включение в качестве стимулов ПС позволяет исследовать речевые процессы без влияния семантики и лексических ассоциаций, что делает их важным инструментом для оценки чисто фонологических и морфологических аспектов обработки речи (Martínez-Tomás et al., 2025). В настоящем исследовании представлена методика оценки слухорече-

вых функций у детей младшего школьного возраста на материале запоминания и воспроизведения ПС. В последнее время в отечественной психологии активно используются две методики повторения ПС: батарея ЗАРЯ (Дорофеева и др., 2019) и методика О. А. Величенковой и В. Г. Гусевой (Величенкова, Гусева, 2022). Методики отличаются способом построения ПС. ПС из батареи ЗАРЯ получены заменой 1–2 фонем существующих слов, и они оказываются похожими на реальные слова (например, сОлкце, пАрец, ховЁр, прописными буквами обозначено ударение). В методике О. А. Величенковой и В. Г. Гусевой стимулы составлялись без опоры на реальные слова, но с учетом часто встречающихся в русском языке сложностей слоговой структуры слова. Так, в стимулы включались псевдослова со стечением согласных, но число согласных подряд должно быть не больше двух (например, ралОлт, цАнчак). Представляется интересным выяснить, насколько отличается возможность воспроизведения двух типов ПС — похожих на реальные слова (далее будем обозначать их «близкие» ПС) и сильно отличающихся от реальных слов (далее — «далекие» ПС). Обе методики предполагают непосредственное повторение стимулов сразу после их аудиального предъявления, что позволяет оценить фонологический анализ, но минимизирует нагрузку на память. Для усиления чувствительности методик можно повысить нагрузку на слухоречевую память, увеличив объем, который нужно воспроизвести (например, предъявлять и требовать повторения за раз не одного ПС, а двух).

Исходя из сказанного и основываясь на разработках коллег, мы предлагаем методику «Псевдослова», состоящую из двух наборов ПС. В первом наборе использовались двух- и трехсложные ПС из батареи ЗАРЯ, дополненные восемью аналогично построенными новыми ПС, чтобы избежать повторов при увеличении объема стимульного материала. За основу второго набора стимулов были взяты двух- и трехсложные ПС из пробы на повторение псевдослов (Величенкова, Гусева, 2022), также дополненные аналогичными новыми ПС. Эта методика была апробирована на выборке учащихся вторых и третьих классов младшей школы, нормально осваивающих школьную программу и испытывающих трудности в обучении.

Методика

В исследовании участвовало в общей сложности 129 детей: 54 второклассника, не испытывающих трудностей в обучении (из них 28 мальчиков, средний возраст 8.44 лет, далее — группа N), и 23 второклассника с трудностями в обучении (16 мальчиков, средний возраст — 8.89 лет, далее — группа ТО), а также 32 третьеклассника без ТО (11 мальчиков, средний возраст — 9.85 лет) и 20 третьеклассников с ТО (из них 7 мальчиков, средний возраст — 9.71 лет). Группа ТО состояла из детей с диагнозами ЗПР, ОНР и др. или наблюдавшихся у логопеда-дефектолога, который отнес их в группу риска возникновения дисграфии. Родители всех участников дали информированное согласие на участие детей в исследовании.

В качестве *стимулов* использовали два набора псевдослов. Первый набор «близких» к реальным словам состоял в общей сложности из 48 ПС, 24 из

них двусложные, 24 — трехсложные. При этом 8 двух- и 8 трехсложных ПС были взяты из методики ЗАРЯ и предъявлялись по одному, а еще 32 псевдослова были созданы нами по такому же принципу (замена одной или двух фонем в реальном слове) и предъявлялись по два ПС (парами). Аналогично был сформирован второй набор «далеких» стимулов, также состоящий из 48 ПС (24 двух- и 24 трехсложных), при этом из них 8 двух- и трехсложных были взяты из методики О. А. Величенковой и В. Г. Гусевой и еще 32 были созданы нами, с учетом возможных сложностей фонологической обработки. Стимулы представлены в таблицах П1.1 и П1.2 приложения 1, доступного по адресу https://mathpsy.com/Thesis_pseudowords_appendix.pdf.

Процедура проведения пробы была следующей: в начале пробы ребенку давалась инструкция повторять каждое услышанное слово, после чего начиналось предъявление (предъявлялись аудиозаписи ПС). Затем начиналось предъявление ПС парами, ребенка просили послушать по два ПС и потом их воспроизвести. Сначала предъявляли задания с «далекими» ПС, а потом с «близкими» ПС. Ответы фиксировались на диктофон.

Ответы детей транскрибировались, и после оценивалась правильность воспроизведения каждого ПС и подсчитывалась продуктивность повторения — доля правильных ответов в каждом из условий — для двух- и трехсложных псевдослов отдельно, при предъявлении псевдослов по одному или парами отдельно.

Статистический анализ. Общая продуктивность выполнения слов двух типов производилась с использованием дисперсионного анализа с факторами: Тип псевдослова («близкие» или «далекие»), Возрастная группа (второй или третий класс) и Наличие ТО (N или ТО). Для оценки различий в выполнении проб детьми разного возраста, с трудностями в обучении и успешно усваивающими программу, в зависимости от длины и количества ПС был проведен дисперсионный анализ со следующими межгрупповыми факторами: Возрастная группа и Наличие ТО и двумя внутригрупповыми факторами — Число слогов (два или три) и Количество ПС (одно или два). Анализ для «близких» и «далеких» ПС проводился отдельно.

Результаты

Предварительная общая оценка продуктивности запоминания псевдослов двух типов показала, что в целом «близкие» ПС воспроизводятся лучше (в среднем точность — $.822 \pm .161$, здесь и далее приведены средние $\pm$ стандартное отклонение), чем «далекие» ПС ($.787 \pm .187$), эффект значим: $F(1, 127) = 13.46, p < .001, \eta_p^2 = .097$, при этом ни с фактором Возрастной группы, ни с фактором Наличия/отсутствия трудностей обучения значимого взаимодействия не обнаружено.

Средняя продуктивность выполнения проб в зависимости от Возрастной группы, Наличия или отсутствия ТО при воспроизведении «близких» и «далеких» от реальных ПС разной длины при предъявлении по одному и по два ПС приведены в табл. 1. Полные результаты проведенного по описанной выше схеме дисперсионного анализа приведены в таблицах П2.1 и П2.2 Приложе-

ния 2, доступного по адресу https://mathpsy.com/Thesis_pseudowords_appendix.pdf, остановимся на значимых эффектах.

Таблица 1. Описательная статистика точности выполнения пробы на псевдослова (средние значения, в скобках указано стандартное отклонение)

Тип	Возрастная группа	Наличие ТО	2 слога		3 слога	
			По одному	По два	По одному	По два
«Близкие»	2 класс	N	.873 (.136)	.762 (.168)	.875 (.097)	.795 (.151)
		ТО	.902 (.099)	.684 (.162)	.891 (.109)	.693 (.149)
	3 класс	N	.926 (.077)	.804 (.152)	.941 (.078)	.799 (.149)
		ТО	.894 (.183)	.682 (.206)	.844 (.146)	.672 (.178)
«Далекие»	2 класс	N	.829 (.136)	.807 (.115)	.856 (.142)	.646 (.176)
		ТО	.902 (.099)	.734 (.146)	.826 (.167)	.549 (.202)
	3 класс	N	.922 (.109)	.846 (.138)	.898 (.144)	.691 (.188)
		ТО	.906 (.098)	.713 (.201)	.863 (.140)	.512 (.206)

В отношении общей продуктивности воспроизведения «близких» ПС обнаружено, что в целом группа ТО выполняла задачу значимо хуже, чем группа нормы (средняя продуктивность — $.783 \pm .184$ к $.842 \pm .145$), эффект оказался не очень сильным, но значимым: $F(1, 127) = 10.873$, $p = .001$, $\eta_p^2 = .080$. Также получен сильный значимый эффект количества ПС ($F(1, 127) = 151.987$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .549$): повторение по одному ПС более точно, чем воспроизведение пар ($.892 \pm .118$ к $.752 \pm .168$). При этом в группе ТО он более выражен, чем в группе N ($.884 \pm .135$ к $.896 \pm .108$ и $.683 \pm .171$ к $.787 \pm .156$ для воспроизведения ПС по одному и парами соответственно), эффект взаимодействия факторов Наличие ТО и Количество слов значим: $F(1, 127) = 11.485$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .084$. Влияние факторов Возрастная группа и Число слогов для «близких» ПС оказалось незначимым, как и эффекты остальных взаимодействий факторов (на уровне $p > .05$).

При воспроизведении «далеких» ПС также наблюдается значимо меньшая продуктивность в группе ТО по сравнению с группой N ($.751 \pm .214$ к $.805 \pm .169$), оценка эффекта: $F(1, 127) = 8.899$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .066$. В этой группе ПС получено значимое ($F(1, 127) = 196.669$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .611$) снижение продуктивности воспроизведения при переходе от повторения по одному ПС к воспроизведению пар ПС (средняя продуктивность — $.892 \pm .118$ к $.752 \pm .168$). Причем этот эффект характерен в большей степени для группы ТО (в среднем от $.814$ к $.688$) по сравнению с группой N (от $.842$ к $.767$), эффект взаимодействия факторов Наличие ТО и Количество слов значим: $F(1, 127) = 19.466$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .135$. Также значимым оказался эффект Числа слогов: $F(1, 127) = 100.546$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .446$, продуктивность выше при воспроизведении двухсложных ПС по сравнению с трехсложными ($.833 \pm .144$ к $.741 \pm .212$). При этом этот эффект сильнее в группе ТО (от $.767$ к $.688$) по сравнению с группой N (от $.842$ к $.814$), эффект взаимодействия факторов Группа ТО и Число слогов значим: $F(1, 127) = 5.678$,

$p = .019$, $\eta_p^2 = .043$. Наконец, значимым оказалось влияние взаимодействия факторов Число слогов и Количество ПС: $F(1, 127) = 47.6$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .276$, эффект длины более выражен при воспроизведении псевдослов парами по сравнению с воспроизведением их по одному. Эффекты возрастной группы и остальных взаимодействий факторов оказались незначимы, на уровне $p > .05$.

Обсуждение и выводы

Анализ показал, что в целом «близкие» к реальным ПС воспроизводятся детьми лучше, чем «далекие», что в целом ожидаемо — при большем сходстве с реальным словом псевдослово оказывается более легким для запоминания и воспроизведения. При этом даже для более легких, «близких» ПС не был достигнут потолочный эффект, оба типа ПС позволяют дифференцировать детей по состоянию функций переработки слухоречевой информации как в норме, так и при трудностях обучения. Надо отметить, что успешность воспроизведения обоих типов ПС значимо отличается в группах детей с ТО и без ТО, что свидетельствует о различии уровня развития функций переработки слухоречевой информации и указывает на возможную роль этих функций в возникновении ТО.

Объем запоминаемой и воспроизводимой информации существенно влияет на успешность выполнения пробы — получен сильный эффект падения продуктивности при переходе от повторения по одному ПС к воспроизведению парами. Этот эффект сильнее выражен в группе ТО, что указывает на слабость слухоречевой памяти у этих детей по сравнению с группой нормы. Также интересно, что эффект длины ПС получен для «далеких» ПС, но отсутствует в случае воспроизведения «близких» ПС. Это может указывать на то, что ПС, схожие с реальными словами, могут запоминаться детьми как более целостные объекты.

Отдельно можно отметить отсутствие эффекта возрастной группы. По нашим данным, во втором и третьем классе дети одинаково успешно справляются с предложенной задачей. Возможно, что функции переработки слухоречевой информации уже созревают ко второму классу, поэтому мы не наблюдаем возрастных различий в возрасте 8–9 лет. Для подтверждения этого предположения требуется сравнить эти результаты с воспроизведением того же стимульного материала взрослыми испытуемыми, что является одним из возможных направлений продолжения исследования.

В качестве ограничения нашего исследования можно отметить достаточно разнородный характер группы детей с трудностями обучения, что затрудняет более подробный и точный анализ особенностей выполнения разработанной методики детьми с различными нарушениями в развитии или специфическими трудностями в обучении. В дальнейшем имеет смысл провести исследования, в которых будут рассмотрены более однородные группы детей со специфическими нарушениями развития и/или трудностями обучения: ОНР, дисграфия, дислексия и др.

В целом, по нашему мнению, разработанный вариант оценки переработки слухоречевой информации представляется достаточно информативным

и может использоваться в дальнейших исследованиях. При получении более подробной информации о выполнении этой методики детьми разного возраста и при различных отклонениях в развитии она может также быть полезной при диагностике детей с подозрением на наличие трудностей усвоения школьной программы. Она также может дополнить классическую методику А. Р. Лурия, добавляя компонент фонематического анализа, который не всегда ярко проявляется при запоминании осмысленных слов.

Литература

Величенкова О. А., Гусева В. Г. Выполнение слухоречевых проб школьниками с трудностями в обучении // Ученые записки Казанского университета. Серия «Гуманитарные науки». 2022. Т. 164. № 1–2. С. 28–40. <https://doi.org/10.26907/2541-7738.2022.1-2.28-40>

Дорофеева С. В., Решетникова В. А., Лауринавичюте А. К., Ахутина Т. В., Драгой О. В. Исследование взаимосвязи навыков фонематической обработки и навыков чтения // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: Буки Веди, ИППип, 2019. С. 151–156.

Martínez-Tomás C., Baciero A., Lázaro M., Hinojosa J. A. What do pseudowords tell us about word processing? An overview // Frontiers in Language Sciences. 2025. Vol. 4. P. 1504770:1–18. <https://doi.org/10.3389/flang.2025.1504770>

REPETITION OF PSEUDOWORDS BY PRIMARY SCHOOL CHILDREN

O. R. Karmen (1), A. A. Korneev* (1, 2), E. Yu. Matveeva (1), T. V. Akhutina (1)
korneeff@gmail.com

1 – Moscow State University, Moscow;

2 – Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow

Abstract. The present study aimed to assess auditory-verbal functions in early school-aged children using a pseudoword (PW) repetition test. We compared two types of pseudowords: those resembling real words (“close” PWs) and those distinctly different from real words (“distant” PWs). The sample included 129 children from the second and third grades, including 43 children with learning disabilities. Participants repeated pseudowords one by one or in pairs, which allowed us to vary the load on auditory-verbal memory. The results showed that “close” PWs were reproduced more accurately than “distant” PWs, and repetition of single PWs was significantly better than paired repetition. Children with learning disabilities demonstrated significantly lower performance, especially when repeating PWs in pairs. Furthermore, the length of pseudowords affected the repetition accuracy of “distant” PWs but had no significant effect on “close” PWs. The proposed method is effective for assessing auditory-verbal processing abilities, particularly for distinguishing children with learning disabilities.

Keywords: pseudoword repetition, neuropsychological diagnosis, auditory-verbal functions, auditory-verbal memory, early school-aged children

The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University № AAAA-A20-120012890168-8.

ВЛОЖЕНИЯ ПРОТИВ СОСЕДЕЙ: КАК ОПИСАТЬ ФОНОЛОГИЧЕСКОЕ СХОДСТВО СЛОВ В МЕНТАЛЬНОМ ЛЕКСИКОНЕ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА?

В. И. Зубов

vladzubov21@gmail.com

Национальный Исследовательский институт «Высшая школа экономики»,
Москва; Институт лингвистических исследований РАН, Санкт-Петербург;
Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург

Аннотация. В работе исследуются два подхода к описанию фонологического сходства слов английского языка с помощью сетевого анализа: анализ лексических вложений (lexical embeddings) и анализ фонологических соседей (phonological neighbors). С использованием корпуса Britphone были построены две сети: направленная сеть вложений, в которой узлами стали лексемы английского языка, а ребрами — связи между словами по принципу вхождения в одно слово другого (*catalogue* > *cat*), и ненаправленная сеть соседей — ребрами соединялись лексемы, различающиеся одной фонемой (*cat* — *bat* — *scat* — *at*). Для обеих сетей рассчитаны основные сетевые метрики, показавшие, что сеть вложений менее связанная и более разреженная по сравнению с сетью соседей. Для оценки влияния двух разных типов связей на процессы лексического доступа использованы данные о времени реакции при лексическом решении из English Lexicon Project. Регрессионный анализ показал, что как количество вложенных слов, так и количество соседей значимо влияют на время реакции. При этом увеличение числа вложений ускоряет распознавание, тогда как увеличение числа соседей замедляет его. Это первые предварительные результаты исследования роли лексических вложений в сетевой структуре ментального лексикона с применением сетевого анализа.

Ключевые слова: ментальный лексикон, когнитивное моделирование, фонологическое сходство, сетевой анализ, лексические вложения, фонологические соседи

Введение

Фонологическое сходство слов влияет на процесс восприятия устной речи. Близкие по звучанию слова могут вступать в конкуренцию при лексическом доступе. В связи с этим исследуются разные формы фонологического сходства, влияющие на активацию кандидатов на распознавание: слова, имеющие совпадающие начальные элементы, — в рамках модели когорты (Cohort Model; Marslen-Wilson, Welsh, 1978); фонологические соседи, обычно различающиеся одним звуком, — в модели активации по близости (Neighborhood Activation Model, NAM; Luce, Pisoni, 1998); совпадения слов на разных участках, или так называемые фонологические перекрытия, — в модели TRACE (McClelland, Elman, 1986). Еще одним видом фонологического сходства являются

лексические вложения (lexical embeddings, не путать с word embeddings в NLP), то есть вхождения в одно слово нескольких других — например, *candidate* /'kændideɪt/ < *can* /kæn/ *date* /deɪt/ *day* /deɪ/ и т. д. Эта проблема активно изучалась в 1990-х и 2000-х годах. Например, в работах Дж. Маккуина, А. Катлер и др. (McQueen et al., 1995; Cutler, Pasveer, 2006) описаны принципы анализа лексических вложений на материале английского и испанского языков: авторы приводят количественные показатели вложений одних слов в другие и делают выводы о важности учета вложений в моделях восприятия речи (особенно при различиях в грамматических и фонологических системах, в паттернах ударений). В последние годы эта проблема, по-видимому, активно не изучается — по крайней мере, более актуальных работ по этой теме не нашлось.

В последнее время для моделирования ментального лексикона человека — внутреннего словаря, содержащего информацию о словах и понятиях, — активно применяется сетевой анализ, поскольку он позволяет строить многоуровневые и многослойные сети, отражающие сложную связь информации о словах на разных уровнях языка. Предпринимаются попытки описать взаимодействие звучания и значения путем построения многослойных сетей, включающих семантический слой со связями между словами по смыслу и фонологический слой, содержащий связи между словами по звучанию. В таких сетях узлами обычно становятся лексемы, а ребрами — связи между лексемами по тому или иному принципу (см. для примера Siew, 2013; Levy et al., 2021; Stella et al., 2024; и другие).

Во всех этих работах фонологический уровень строится на принципах NAM, то есть от узла *cat* /kæt/ проводятся связи к его фонологическим соседям: *bat* /bæt/, *scat* /skæt/, *at* /æt/ и т. д. Все эти работы вдохновлены исследованием, в котором впервые был применен такой принцип для построения фонологической сети лексикона (Vitevitch, 2008). В то же время сам М. Витевич пишет: «Сеть с взвешенными связями может быть использована для анализа того, как перекрывающиеся слова, такие как *cap* и *captain*, могут влиять на лексический доступ» (с. 419–420, перевод мой), что буквально соотносится с проблемой лексических вложений, обсуждаемой выше.

Цель этой работы — описать первый этап построения сети фонологического сходства для слов английского языка на основании лексических вложений, получить базовые параметры такой сети и сравнить их с параметрами сети, построенной по принципу фонологического соседства.

Материал

Исследование выполнено на материале английского языка. Поскольку данные предыдущих исследований лексических вложений на материале английского были утеряны (McQueen, частная корреспонденция), а данные, использованные в работе Витевича (Vitevitch, 2008) и последующих работах, отсутствуют в открытом доступе, для анализа использовался открытый набор слов английского языка Britphone, включающий в себя транскрипцию с ударениями для 16 205 лексем (<https://github.com/Josellarena/Britfone>). В силу ограниченной производительности оборудования на этом этапе

в исследование включались только слова с транскрипцией не менее чем из трех фонем (15 772 лексемы), это позволило исключить из анализа наиболее короткие единицы, которые делали бы сеть слишком громоздкой для анализа.

Методы

Анализ фонологического сходства проводился в два этапа. На первом этапе с помощью пакета *stringi* в среде R была составлена таблица лексических вложений, в которой для каждой лексемы фиксировалось, вложено ли в нее какое-нибудь другое слово (по совпадению транскрипций с ударениями). На основе этой таблицы с помощью *igraph* был составлен направленный граф (сеть вложений), узлами графа стали слова, а ребрами — факты вложения одних слов в другие. На втором этапе аналогично была сформирована таблица фонологических соседей по критерию DAS (deletion, addition, substitution; Luce, Pisoni, 1998), на основании этой таблицы был построен ненаправленный — поскольку фонологическое соседство предполагает симметричные отношения — граф (сеть соседей).

Результаты

Для обеих сетей были рассчитаны основные сетевые метрики (табл. 1).

Таблица 1. Глобальные метрики для графа лексических вложений и графа фонологических соседей

	Сеть вложений	Сеть соседей
Число узлов	13 520	11 519
Число ребер	23 195	77 218
Средняя степень узла	3.43	13.41
Коэффициент кластеризации	0.13	0.31
Ассортативность по степени узлов	0.06	0.71
Средняя длина пути	3.89	6.57
Число компонент	1 413	262
Размер наибольшей компоненты	6 887	10 485

Сеть лексических вложений менее связанная (больше узлов, меньше ребер) и более разреженная (узлы образуют менее плотные группы в большом количестве, это видно по средней степени узлов, коэффициенту кластеризации, числу компонент, средней длине пути). Меньшая ассортативность также показывает, что в сети вложений отсутствует склонность высокосвязанных узлов соединяться между собой. В целом полученные метрики демонстрируют, что вложения и соседи формируют принципиально разные типы сетевых структур, что обусловлено разной природой связей между узлами. Полученные для каждого узла метрики планируется использовать в дальнейших моделированиях фонологического уровня лексикона.

Таблица 2. Результаты линейной регрессии (Модель 4) с предикторами фонологического сходства (вложения и соседи), длины и частотности

	Козфф.	Ст. ошибка	Ст. коэфф.	t-знач.	p-знач.	Частичный R^2
(Intercept)	766.140	4.807		159.382	< .001	
ebmCount	-3.459	0.612	-0.055	-5.655	< .001	.004
nCount	0.554	0.062	0.099	8.948	< .001	.010
length	19.428	0.458	0.489	42.466	< .001	.193
logFreq	22.897	0.463	-0.454	49.41	< .001	.245

Один из вопросов к проведенному анализу — как проверить, что полученные данные могут быть использованы для моделирования лексикона и процессов восприятия речи. Чтобы ответить на этот вопрос, я использовал данные о времени реакции для зрительного распознавания слов английского языка в классической задаче лексического решения (lexical decision task, LDT) из English Lexicon Project (ELP; Balota et al., 2007). Хотя в упомянутом исследовании представлены данные о зрительном распознавании слов, они активно используются для изучения фонологических параметров, влияющих на восприятие речи (Yap, Balota, 2009).

Предположение было следующим: фонологическое сходство слов (наличие вложений или соседей) будет влиять на время распознавания, и с увеличением числа вложений и числа соседей время реакции будет также увеличиваться, поскольку в процессе активации будет больше конкурентов, мешающих лексическому доступу (McQueen et al., 1995). Для контроля обязательно учитывались длина и частотность лексем — базовые признаки, играющие ключевую роль в восприятии речи.

Для проверки предположения был собран набор данных, включающий в себя все лексемы с ненулевым числом вложений и соседей (всего 7 532 лексемы). Для каждой лексемы учитывались две ключевые метрики, полученные из обеих сетей, — количество вложенных слов (*embCount*) и количество соседей (*nCount*) для всех слов английского языка (в терминологии сетевого анализа это *indegree / degree* для каждого узла направленной / ненаправленной сети), длина (*length*) в фонемах (на основе *Britphone*), логарифм частотности (*logFreq*) по корпусу (данные ELP) и время реакции (RT) в задаче LDT (данные ELP). Были построены четыре линейные регрессионные модели:

- 1) Модель 1: $RT \sim length \logFreq$ — контрольная модель,
- 2) Модель 2: $RT \sim embCount \ length \ logFreq$,
- 3) Модель 3: $RT \sim nCount \ length \ logFreq$,
- 4) Модель 4: $RT \sim embCount \ nCount \ length \ logFreq$.

Результаты попарного сравнения моделей (ANOVA) показали, что Модель 4 дает значимо лучшее объяснение переменной RT по сравнению с остальными. В табл. 2 приведены результаты этой модели, показывающие, что и количество вложенных слов, и количество соседей оказывают значимое

влияние на время реакции в LDT. Неожиданным оказалось то, что увеличение количества вложений уменьшает время реакции, а не увеличивает его, как было предположено выше.

Выводы

В работе я описал два подхода к моделированию фонологического сходства слов с применением сетевого анализа: анализ лексических вложений и анализ фонологических соседей. Сеть вложений получилась менее плотной и более разреженной по сравнению с сетью соседей. Однако из 15 772 анализируемых лексем 13 520 имели хотя бы одно вложение. Количество этих вложений (сетевая метрика *indegree*) оказывало небольшой, но значимый вклад в объяснение времени реакции в задаче лексического решения (LDT): чем больше у слова вложений, тем меньше время реакции (в отличие от числа соседей, при увеличении которого время реакции возрастало). Сравнение нескольких моделей, предсказывающих время реакции, показало, что оба типа описания фонологического сходства слов вносят вклад в объяснение зависимой переменной. Все это, на мой взгляд, делает перспективным расширение исследования роли лексических вложений в сетевой структуре лексикона на материале разных языков, в том числе русского.

Литература

- Balota D. A., Yap M. J., Hutchison K. A., Cortese M. J., Kessler B., Loftis B., Neely J. H., Nelson D. L., Simpson G. B., Treiman R. The English lexicon project // *Behavior Research Methods*. 2007. Vol. 39. No. 3. P. 445 – 459. <https://doi.org/10.3758/bf03193014>
- Cutler A., Pasveer D. Explaining cross-linguistic differences in effects of lexical stress on spoken-word recognition // *Speech Prosody 2006* / R. Hoffmann, H. Mixdorff (Eds.). Dresden: TUD press, 2006. P. 1 – 4. <https://doi.org/10.21437/speechprosody.2006-2>
- Levy O., Kenett Y. N., Oxenberg O., Castro N., De Deyne S., Vitevitch M. S., Havlin S. Unveiling the nature of interaction between semantics and phonology in lexical access based on multilayer networks // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. P. 14479:1 – 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93925-y>
- Luce P. A., Pisoni D. B. Recognizing spoken words: The neighborhood activation model // *Ear and Hearing*. 1998. Vol. 19. No. 1. P. 1 – 36. <https://doi.org/10.1097/00003446-199802000-00001>
- Marslen-Wilson W. D., Welsh A. Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech // *Cognitive Psychology*. 1978. Vol. 10. No. 1. P. 29 – 63. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(78\)90018-x](https://doi.org/10.1016/0010-0285(78)90018-x)
- McClelland J. L., Elman J. L. The TRACE model of speech perception // *Cognitive Psychology*. 1986. Vol. 18. No. 1. P. 1 – 86. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(86\)90015-0](https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90015-0)
- McQueen J. M., Cutler A., Briscoe T., Norris D. Models of continuous speech recognition and the contents of the vocabulary // *Language and Cognitive Processes*. 1995. Vol. 10. No. 3 – 4. P. 309 – 331. <https://doi.org/10.1080/01690969508407098>
- Siew C. S. Q. Community structure in the phonological network // *Frontiers in Psychology*. 2013. Vol. 4. P. 553:1 – 17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00553>
- Stella M., Citraro S., Rossetti G., Marinazzo D., Kenett Y. N., Vitevitch M. S. Cognitive modeling of concepts in the mental lexicon with multilayer networks: Insights, advancements, and future challenges // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2024. Vol. 31. No. 5. P. 1981 – 2004. <https://doi.org/10.3758/s13423-024-02473-9>

Vitevitch M. S. What can graph theory tell us about word learning and lexical retrieval? // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2008. Vol. 51. No. 2. P. 408 – 422. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/030](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/030)

Yap M. J., Balota D. A. Visual word recognition of multisyllabic words // Journal of Memory and Language. 2009. Vol. 60. No. 4. P. 502 – 529. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2009.02.001>

INSIDE OR NEARBY: CAPTURING PHONOLOGICAL SIMILARITY IN THE MENTAL LEXICON WITH NETWORK ANALYSIS OF EMBEDDINGS AND NEIGHBORS

V. I. Zubov

vladzubov21@gmail.com

HSE University, Moscow;

Institute for Linguistic Studies RAS, St. Petersburg;

Russian National Library, St. Petersburg

Abstract. This paper investigates two approaches to describing the phonological similarity of English words using network analysis: lexical embeddings and phonological neighbors. We constructed two networks based on the Britphone corpus: a directed network of embeddings, where nodes represent English lexemes and edges indicate the embedding of one word within another (*catalogue* > *cat*), and an undirected network of neighbors, where edges connect lexemes differing by a single phoneme (*cat* – *bat* – *scat* – *at*). Basic network metrics were calculated for both networks, showing that the embeddings network is less connected and sparser than the neighbors network. To assess the influence of these two types of connections on lexical access, we used reaction time data from lexical decision tasks in the English Lexicon Project. Regression analysis showed that both the number of embedded words and the number of neighbors significantly affect reaction time: increasing the number of embeddings facilitates recognition, while increasing the number of neighbors slows it down. These are the first preliminary results of the study of the role of lexical embeddings in the network structure of the mental lexicon using network analysis.

Keywords: mental lexicon, cognitive modeling, phonological similarity, network analysis, lexical embeddings, phonological neighbors

СУБЪЕКТИВНОЕ АНКЕТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РИСКА ДИСЛЕКСИИ У РУССКОЯЗЫЧНЫХ ПОДРОСТКОВ 8 – 11 КЛАССОВ

В. Е. Колтунцева* (1, 2), А. С. Черевик (1), С. В. Алексеева (1)

v.koltunseva13@gmail.com

1 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Санкт-Петербург;

2 — Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Аннотация. Дислексия нередко остается недиагностированной у подростков, несмотря на то что трудности с чтением могут сохраняться за пределами младшего школьного возраста. Цель нашего исследования состояла в том, чтобы оценить, насколько анкетирование читательского опыта может использоваться для выявления риска дислексии у подростков, носителей русского языка. В выборку вошли 210 подростков 8–11-го классов, из которых у 33 логопедом были выявлены признаки дислексии. Участники заполняли анкету с вопросами о читательском опыте, которая была основана на скрининговом инструменте дислексии для английского языка Shaywitz DyslexiaScreen. Статистический анализ (логистическая регрессия) показал, что ряд вопросов — о прошлых и текущих трудностях чтения, избегании длинных текстов и затруднениях с произнесением многосложных слов — значимо отделял группу подростков с признаками дислексии от их нормотипичных сверстников. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале анкеты как инструмента первичного выявления риска дислексии. Анкета может эффективно использоваться в паре с объективными методами (тесты на чтение текстов, слов и псевдослов, фонологическую осведомленность и др.) и стать частью комплексного подхода к выявлению риска дислексии.

Ключевые слова: дислексия, подростки, чтение, скрининг, диагностика, опросы

Исследование поддержано Программой фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

Введение

Shaywitz DyslexiaScreen — научно обоснованная методика анкетирования, используемая для скрининга дислексии у различных возрастных групп — от дошкольников до взрослых (Shaywitz et al., 2020).

Методика включает специализированные опросники: для учителей (оценка детей 5–9 лет) и самоотчеты (подростки, взрослые). Методика была разработана в рамках более масштабного лонгитюдного исследования (Connecticut Longitude Study, с 1983) и перед публикацией была подтверждена на национальном уровне компанией Pearson. Shaywitz DyslexiaScreen позволяет оценить фонологическую, лингвистическую и академическую успеваемость на основе наблюдений учителей или, в случае подростков и взрослых, на основе самооценки прошлой и текущей успеваемости.

Опросник для родителей и педагогов фокусируется на поведенческих и академических характеристиках, потенциально указывающих на наличие дислексии. Преимущества Shaywitz DyslexiaScreen — быстрота заполнения, высокая диагностическая точность и отсутствие необходимости в дополнительном учебном времени, так как для проведения теста не требуется специально выделять время в учебном процессе. Главная ценность методики — раннее выявление рисков, что позволяет своевременно начать коррекцию и предотвратить вторичные проблемы, такие как снижение мотивации и школьная дезадаптация.

Несмотря на эффективность методики, на русском языке до настоящего времени не было валидизированного опросника, позволяющего проводить скрининг дислексии на основе самоотчетов подростков (Wagner et al., 2020). Между тем подростковый возраст представляет собой критический этап в развитии учебных навыков и академической успешности. Ранние трудности с чтением могут сохраняться за пределами младшей школы (Grigorenko, 2010). При этом многие случаи дислексии остаются невыявленными, поскольку основное внимание в диагностике дислексии по-прежнему уделяется младшему школьному возрасту.

Таким образом, целью настоящего исследования стала оценка ряда вопросов о читательском опыте, используемых в инструменте Shaywitz DyslexiaScreen, как потенциально сигнализирующих о риске дислексии у подростков 8–11-го классов.

Методика

Участники. Всего в исследовании приняли участие 210 подростков (110 девочек) 8–11-го классов с нормальными или скорректированными до нормального показателями зрения, без неврологических расстройств и нарушений слуха. Среди участников у 33 подростков (13 девочек) по заключению логопеда была выявлена дислексия. Подростки с дислексией были набраны из общеобразовательных ($n=20$), речевых школ ($n=12$), гимназий и лицеев ($n=1$). 177 подростков (97 девочек) без признаков дислексии были набраны из общеобразовательных школ ($n=114$), гимназий и лицеев ($n=63$). Информированное согласие на участие этих подростков в исследовании подписали сами подростки, а также их родители или законные представители. Исследование было одобрено этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета (протокол № 115-02-7).

Материалы и дизайн. В качестве стимульного материала для тестирования был выбран тест-анкетирование о читательском опыте, разработанный на основе комплексной методики, созданной ранее для англоговорящих детей (Shaywitz et al., 2020). Опросник включал 21 закрытый вопрос (например, «Испытывали ли Вы трудности на уроках чтения в начальной школе?» — варианты ответа: «да» / «нет») и 8 открытых (например, «Какие именно трудности Вы испытывали?»). Анкета была реализована в формате Google-форм с последовательным переходом от вопроса к вопросу. Вопросы предъявлялись в письменной форме. В среднем прохождение опроса занимало около 15 минут.

Процедура. Тестирование проводилось в тихом, хорошо освещенном помещении. Перед выполнением задания экспериментатор читал участнику инструкцию о том, что ему предстоит пройти анонимное тестирование. В процессе заполнения анкеты экспериментатор находился рядом и мог оказать помощь в случае возникновения вопросов.

Анализ и интерпретация результатов

На данном этапе исследования мы взяли первые восемь вопросов, на которые можно было ответить «да» или «нет» (см. табл. 1). Для проверки связи между наличием дислексии и ответами на отдельные вопросы анкеты был проведен статистический анализ с использованием логистической регрессии. Мы смотрели на вероятность положительного ответа на вопрос в зависимости от принадлежности участника к группе с признаками дислексии.

Таблица 1. Результаты анкетирования у подростков 8 – 11-го классов с признаками дислексии и без таковых

Вопросы в анкете	Est.	z value	p value	Доля ответов «да» (группа с признаками дислексии), %	Доля ответов «да» (группа без признаков дислексии), %
Вы медленно читаете?	1.08	2.75	.006	45	22
Испытывали ли Вы сложности на уроках чтения в начальной школе?	2.37	5.43	< .001	51	9
Испытываете ли Вы сложности с чтением сейчас?	1.98	3.67	< .001	30	6
Вы переставляете буквы местами, когда читаете?	0.80	1.85	.060	30	16
Вы пропускаете буквы, когда читаете?	0.41	1.01	.310	33	25
Испытываете ли Вы сложность с произнесением редких многосложных слов, когда читаете?	1.20	2.85	.004	73	45
Избегаете ли Вы заданий, которые подразумевают чтение длинных текстов?	1.15	2.90	.004	45	21
Испытываете ли Вы проблемы с запоминанием имен и названий?	0.41	1.07	.280	42	33

Наиболее информативными оказались вопросы, связанные с текущими и прошлыми трудностями чтения, избеганием чтения длинных текстов, а также сложностями в произнесении многосложных слов (см. табл. 1).

Обсуждение и выводы

В результате проведенного исследования нам удалось выявить ряд анкетных вопросов, которые потенциально могли бы определить подростков с риском дислексии. В подростковом возрасте не выявленные ранее трудности с чтением могут усугубить проблемы с учебой, ухудшить социальную адаптацию и привести к низкой самооценке. Однако в российской практике диагностика дислексии по-прежнему сосредоточена преимущественно на младших школьниках. Предлагаемая анкета, основанная на методике Shaywitz DyslexiaScreen и адаптированная под носителей русского языка, является первым шагом к созданию субъективного скринингового инструмента для этой возрастной группы. Результат интроспекции подростка при ответах на данную анкету не должен рассматриваться как замена профессиональной диагностики, однако она может выступать важным звеном в системе выявления рисков. Мы предполагаем, что особенно эффективно ее применение будет в сочетании с объективными методами — такими как оценка скорости чтения вслух текстов (Корнев, 2003), слов и псевдослов (Дорофеева и др., 2021) или оценка навыков фонологической обработки (Dorofeeva et al., 2020). Использование комбинированного подхода позволит повысить точность диагностики и своевременно направить подростков на более глубокое обследование и коррекционную помощь. В перспективе анкета будет полезна преподавателям, родителям, психологам и логопедам. На данном этапе проекта нам удалось проанализировать только восемь вопросов, однако в дальнейшем мы планируем подробно разобрать каждый вопрос.

Литература

Дорофеева С. В., Гринько И. Ю., Перевощикова Т. Д., Драгой О. В. Разработка тестов на чтение слов и псевдослов для оценки навыков чтения у русскоговорящих детей // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 23 – 24 июня 2021 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман, А. Я. Койфман. М.: БукиВеди, ИППип, 2021. С. 502 – 507.

Корнев А. Н. Нарушения чтения и письма у детей. Учебно-методическое пособие. СПб.: Речь, 2003.

Dorofeeva S. V., Laurinavichyute A., Reshetnikova V., Akhutina T. V., Tops W., Dragoy O. Complex phonological tasks predict reading in 7 to 11 years of age typically developing Russian children // Journal of Research in Reading. 2020. Vol. 43. No. 4. P. 516 – 535. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12327>

Grigorenko E. L. Biological nature of dyslexia: Brief literature review and the examples of studies // Psychology. Journal of Higher School of Economics. 2010. Vol. 7. No. 4. P. 20 – 45.

Shaywitz S., Shaywitz J. Overcoming dyslexia: 2nd Ed. Hachette UK: Knopf, 2020.

Snowling M. J. Dyslexia: A very short introduction. N.Y.: Oxford University Press, 2019. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780198818304.001.0001>

Wagner R. K., Zirps F. A., Edwards A. A., Wood S. G., Joyner R. E., Becker B. J., Liu G., Beal B. The prevalence of dyslexia: A new approach to its estimation // Journal of Learning Disabilities. 2020. Vol. 53. No. 5. P. 354 – 365. <https://doi.org/10.1177/0022219420920377>

SUBJECTIVE QUESTIONNAIRE AS A SCREENING TOOL FOR DYSLEXIA RISK IN RUSSIAN ADOLESCENTS IN GRADES 8 – 11

A. E. Koltuntseva* (1, 2), A. S. Cherevik (1), S. V. Alexeeva (1)
v.koltunseva13@gmail.com

1 – National Research University Higher School of Economics, Saint Petersburg;
2 – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

Abstract. Dyslexia often remains undiagnosed in adolescents, even though reading difficulties persist beyond primary school age. The aim of this study was to examine whether a questionnaire focused on reading experience could be used to identify the risk of dyslexia in Russian-speaking adolescents. The sample included 150 students from grades 8 – 11, among whom 33 were identified by a speech-language pathologist as showing signs of dyslexia. Participants completed a questionnaire based on the English language screening tool Shaywitz DyslexiaScreen, adapted for Russian. Statistical analysis (logistic regression) revealed that several questions regarding past and current reading difficulties, avoidance of long texts, and difficulties with pronouncing multisyllabic words significantly distinguished adolescents with signs of dyslexia from their typically developing peers. The results suggest that the questionnaire has potential as a preliminary screening tool for dyslexia risk in this age group. It may be effectively used in combination with objective methods (such as tests of text, word and pseudoword reading, as well as phonological awareness) as part of a comprehensive approach to identifying dyslexia in adolescents.

Keywords: dyslexia, adolescents, reading, screening, diagnosis, questionnaire

This research is supported by the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE University).

ANAGRAMMM: АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ АНАГРАММ

С. Ю. Коровкин
korovkin_su@list.ru
ИП РАН, Москва

Аннотация. В рамках данного исследования представляется методика оценки формальной сложности анаграмм, которая может быть положена в основу теории трудности решения данного типа задач. В работе приводятся результаты анализа большого набора данных об инсайтности, времени решения и успешности решения анаграмм. Анализ проведен с помощью специально разработанного на языке R скрипта *anagrammm* для расчета формальных характеристик сложности анаграмм, а также автоматического включения в анализ некоторых частотно-лингвистических и аффективно-семантических характеристик. Было показано, что формально измеренная комбинаторная сложность перестановок в решении анаграмм является значимым предиктором не только времени и процента решений, но даже инсайтности решения. Формальные характеристики задачи вместе с частотно-лингвистическими характеристиками могут объяснять от четверти до половины дисперсии переменных времени и успешности решения анаграмм. Эти результаты позволяют осмыслить анаграммы не как инсайтную, а как комбинаторно-языковую задачу, в которой инсайтность может рассматриваться как комбинация факторов ожидаемой трудности, внутренней сложности и реальной успешности. Повышение вероятности инсайта характерно для успешных ситуаций, в которых внешняя трудность в виде количества букв компенсируется простотой решения (малым числом минимально необходимых перестановок).

Ключевые слова: анаграммы, *anagrammm*, решение задач, инсайт, сложность, частотность, ENRuN-2

Исследование выполнено в рамках госзадания № 0138-2024-0019.

Введение

Одним из популярных методов исследования решения задач, в частности для последующего анализа инсайтного решения, являются анаграммы (Валужева, 2024; Деева, Козлов, 2022; Замелюк, Мадни, 2024; Лазарева и др., 2019; Пецева, Козлов, 2019; Ammalainen, Moroshkina, 2020; Medyntsev et al., 2019). Однако различия в процедурах, наборах задач, испытуемых, времени, отведенном на решение задачи, создают трудности в объективной оценке трудности анаграмм. Мы предлагаем методику оценки объективной сложности анаграмм, которая бы позволила сопоставлять между собой разные наборы данных, а также, в перспективе, создавать новые анаграммы с заранее заданными характеристиками для решения задач испытуемыми.

Анаграммы представляют собой в значительной степени комбинаторные задачи, в которых подразумевается, что решение должно быть получено путем перестановок букв. Для понимания того, почему в них возникают инсайтные решения, требуется теория решения анаграмм, которая бы объясняла субъективную трудность и объективную сложность задачи. Формальную сложность задачи можно оценить благодаря оценке ее комбинаторной сложности, например, измеренной как минимальное количество перестановок букв, необходимых для решения анаграммы. Вместе с этим анаграммы могут быть решены не только комбинаторно путем перестановки букв, но и инсайтно. Предполагается, что значительную часть инсайтных решений анаграмм представляют собой ситуации «выскакивающих» решений (*pop-out solutions*), которые базируются на лингвистических особенностях анаграммы и ее ответа, таких как наличие редких букв, готовых буквенных сочетаний и т.д.

Методика

Для анализа сложности анаграмм были собраны 12 наборов данных из исследований, которые были проведены ранее в трех исследовательских коллективах (Валуева, 2024; Валуева, Белова, 2018; Валуева и др., 2013; Попова, Коровкин, 2019; Ammalainen, Moroshkina, 2020; Valueva, Lapteva, 2023; Valueva et al., 2016). Для анализа данных был написан скрипт *anagrammm* (*anagram_minimal_moves*) в программе R для анализа формальных характеристик сложности анаграмм, а также для автоматического включения в анализ некоторых частотно-лингвистических и аффективно-семантических характеристик (Korovkin, 2025).

Ключевым параметром оценки формальной сложности является минимальное количество буквенных перестановок, необходимое для решения задачи (*min_moves*). Для его расчета были сделаны следующие допущения: 1) чтение и перестановка могут в равной степени осуществляться как слева направо, так и справа налево (для чего создается зеркальное отражение анаграммы (*mirror*), для которого считается та же статистика, что и для самой анаграммы); 2) чанком (единицей) в перестановке может считаться как одна буква, так и многобуквенное сочетание (для чего находится и подсчитывается количество 2-, 3-, 4-буквенных сочетаний, совпадающих с ответом (*answer*) при чтении слева (*anagram*) и справа (*mirror*), а также их сумма); 3) одной перестановкой может считаться как перемещение буквы или сочетания букв на новое место, так и обмен местами с другой буквой или сочетанием. Например, в анаграмме ИРКУОСН (РИСУНОК) требуется 4 перестановки отдельных букв; в анаграмме ЗЕТАГА (ГАЗЕТА) для решения достаточно одной перестановки двухбуквенного сочетания ГА в начало анаграммы; в анаграмме ОРКТДО (ДОКТОР) достаточно одного обмена местами двухбуквенных сочетаний ОР и ДО; в анаграмме ХТСОВ достаточно одной перестановки буквы Х в конец анаграммы, чтобы при чтении справа налево получить ХВОСТ; а в анаграмме АТОБАР требуется 0 перестановок, поскольку при чтении справа налево можно обнаружить уже готовое решение (РАБОТА). В дальнейший анализ было включено только число двухбуквенных сочетаний, поскольку оно отражает также

и наличие более крупных сочетаний: например, четырехбуквенное сочетание ВОСТ содержит в себе сочетания ВО, ОС, СТ. Кроме того, извлекалась информация о количестве букв, количестве слогов (гласных букв), совпадении первой и последней буквы анаграммы с ответом.

В качестве лингвистических характеристик анаграммы и слова-ответа были использованы абсолютные (IPM) и ранговые показатели частотности слов-ответов, двухбуквенных сочетаний и отдельных букв по данным словаря частотности (Ляшевская, Шаров, 2009). По показателям частотности букв и двухбуквенных сочетаний, совпадающих с ответом, для каждой анаграммы были подсчитаны следующие данные: средняя частотность букв и сочетаний (среднее и медиана), сумма частот, а также минимальные и максимальные значения частот букв и сочетаний. Эти показатели могут быть важными частотно-лингвистическими признаками заметности и доступности слова и его отдельных элементов при «выскакивающих» решениях анаграммы.

Для оценки аффективно-семантических характеристик слов-решений для анаграмм использовались данные находящейся в разработке базы эмоциональной окраски слов ENRuN-2 для 1800 слов. Скрипт *anagrammm* извлекает данные о валентности, возбуждении и выраженности отдельных эмоций из базы ENRuN-2 для слов-решений и добавляет их в общую базу.

С использованием *anagrammm* был проведен статистический анализ собранных данных. Данные были сгруппированы и усреднены по анаграммам и их решениям. Все наборы данных были объединены в один таким образом, что при совпадении анаграмм в разных наборах показатели усреднялись между собой. В итоговый набор для анализа вошли 267 анаграмм, только 91 из которых имели необходимые двухбуквенные сочетания, а также только для 53 слов-ответов были получены данные об эмоциональной окраске слов.

Результаты

Были построены регрессионные модели, в которых в качестве зависимых переменных выступали процент решений, время решения и инсайтность анаграмм. Для проверки вклада показателей сложности анаграмм, их частотно-лингвистических и аффективно-семантических характеристик в процент решений был проведен регрессионный анализ с прямым (forward) отбором предикторов. Были получены значимые модели множественной линейной регрессии. Модель с формальными показателями сложности и ранговыми показателями частотности без включения частотности двухбуквенных сочетаний объяснила 40.9 % дисперсии успешности решения анаграмм, $F(5, 261) = 36.151$, $p < .001$, $R^2 = .409$. Значимыми предикторами в итоговой модели оказались показатели минимального возможного количества перестановок в анаграмме ($\beta = -0.211$, $p < .001$), частотность слова-ответа ($\beta = 0.195$, $p < .001$), а также показатели частотности отдельных букв, такие как сумма частот ($\beta = -0.531$, $p < .001$), средняя частота ($\beta = 0.957$, $p < .001$) и минимальная частота букв ($\beta = -0.168$, $p = .004$). Модель с формальными показателями сложности и ранговыми показателями частотности с включением двухбуквенных сочетаний и меньшим количеством наблюдений объяснила 30.5 % дисперсии успешности реше-

ния анаграмм, $F(2, 88) = 19.279$, $p < .001$, $R^2 = .305$. Значимыми предикторами в итоговой модели оказались показатели минимального возможного количества перестановок в анаграмме ($\beta = -0.459$, $p < .001$) и минимальная частотность отдельных букв ($\beta = 0.355$, $p < .001$). Влияния эмоциональной окраски слов-ответов на процент решений анаграмм не было выявлено.

Такая же процедура была проведена и для времени решения в качестве зависимой переменной. Модель с формальными показателями сложности и ранговыми показателями частотности без включения частотности двухбуквенных сочетаний объяснила 23.8 % дисперсии времени решения анаграмм, $F(3, 262) = 27.348$, $p < .001$, $R^2 = .238$. Значимыми предикторами в итоговой модели оказались количество букв в анаграмме ($\beta = 0.349$, $p < .001$), средняя частотность отдельных букв ($\beta = -0.263$, $p < .001$) и частотность слова-ответа ($\beta = -0.174$, $p < .001$). Модель с формальными показателями сложности и ранговыми показателями частотности с включением двухбуквенных сочетаний и меньшим количеством наблюдений объяснила 26.3 % дисперсии успешности решения анаграмм, $F(2, 88) = 15.707$, $p < .001$, $R^2 = .263$. Значимыми предикторами в итоговой модели оказались показатели минимального возможного количества перестановок в анаграмме ($\beta = 0.418$, $p < .001$) и максимальная частотность отдельных букв ($\beta = -0.284$, $p = .002$).

Для дальнейшего анализа были отобраны лишь те наборы данных, в которых есть шкала инсайтности, что существенно сократило количество анаграмм, поэтому к этим результатам необходимо относиться с осторожностью. Регрессионная модель с инсайтностью в качестве зависимой переменной и набором измеренных характеристик, а также временем и процентом решений в качестве набора предикторов объяснила 51.4 % дисперсии инсайтности решений, $F(4, 38) = 10.032$, $p < .001$, $R^2 = .514$. Значимыми предикторами в итоговой модели оказались процент решений анаграммы ($\beta = 0.687$, $p < .001$), время решения ($\beta = 0.487$, $p = .007$), количество букв в анаграмме ($\beta = 1.022$, $p < .001$) и минимальное возможное количество перестановок ($\beta = -0.798$, $p = .001$).

Обсуждение и выводы

Таким образом, было показано, что формально измеренная комбинаторная сложность перестановок в решении анаграмм является значимым предиктором не только времени и процента решений, но даже инсайтности решения. Формальные характеристики задачи вместе с частотно-лингвистическими могут объяснять от четверти до половины дисперсии переменных времени и успешности решения анаграмм. Эти результаты позволяют осмыслить анаграммы не как инсайтную, а как комбинаторно-языковую задачу, в которой инсайтность может рассматриваться как комбинация факторов ожидаемой трудности, внутренней сложности и реальной успешности. Повышение вероятности инсайта характерно для ситуаций быстрого и успешного решения, в которых внешняя трудность в виде количества букв анаграммы компенсируется простотой решения (малым числом минимально необходимых перестановок).

Литература

- Валуева Е. А. Эффект инкубации при решении анаграмм и дивергентных задач: проверка предсказаний модели осознания // Вопросы психологии. 2024. Т. 70. №. 4. С. 76–84.
- Валуева Е. А., Белова С. С. Структура интеллекта и профессия // Сибирский психологический журнал. 2018. №. 67. С. 44–61.
- Валуева Е. А., Мосинян А. Е., Лаптева Е. М. Эмоциональная подсказка и успешность решения задач // Экспериментальная психология. 2013. №. 3. С. 5–15.
- Деева Т. М., Козлов Д. Д. О возможности имплицитного усвоения пространственной закономерности в процессе решения анаграмм // Психологические исследования. 2022. Т. 15. №. 81. С. 1–29. <https://doi.org/10.54359/ps.v15i81.1054>
- Замелюк Е. В., Мадни А. О. Буквы на кончиках пальцев: физическое манипулирование для решения задач на примере решения анаграмм // Психология познания. Материалы Всероссийской научной конференции памяти Дж. С. Брунера. Ярославль: 2024. С. 130–133.
- Коровкин С. Ю., Попова В. Д. Проверка сигнальной модели инсайта на примере решения анаграмм // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППИП, 2019. С. 252–256.
- Лазарева Н. Ю., Чистопольская А. В., Акатова Н. Ю. Исследование декомпозиции семантического чанка на материале анаграмм // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППИП, 2019. С. 301–305.
- Ляшевская О. Н., Шаров С. А. Новый частотный словарь русской лексики. М.: Азбуковник, 2009.
- Пецева О. С., Козлов Д. Д. Виды фиксированности при решении анаграмм // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППИП, 2019. С. 419–424.
- Ammalainen A., Moroshkina N. The effect of true and false unreportable hints on anagram problem solving, restructuring, and the Aha!-experience // Journal of Cognitive Psychology. 2020. Vol. 33. No. 6–7. P. 644–658. <https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1844722>
- Korovkin S. Anagrammm. 2025. URL: <https://osf.io/zxdtu/>.
- Medyntsev A., Kogan A., Sabadosh P., Dyatlova O., Nemirova S., Kayutina D. Intuitive feeling of closeness to solution preceding insight in anagram tasks // The Russian Journal of Cognitive Science. 2019. Vol. 6. No. 4. P. 16–23. <https://doi.org/10.47010/19.4.2>
- Valueva E., Lapteva E., Ushakov D. Aha-cueing in problem solving // Learning and Individual Differences. 2016. Vol. 52. P. 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.003>
- Valueva E. A., Lapteva N. M. Aha! and Oh, yes!: How emotions affect insight experience // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. 2023. Vol. 20. No. 3. P. 428–444. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-3-428-444>

ANAGRAMMM: AN ALGORITHM FOR ESTIMATING THE COMPLEXITY OF ANAGRAMS

S. Y. Korovkin

korovkin_su@list.ru

Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. This study presents a methodology for estimating the formal complexity of anagrams. The paper presents the results of a large data set analysis on the solution insightfulness, solution time and solution rate of anagrams. The analysis was performed using a specially developed R script, *anagrammm*, to compute the formal characteristics of anagram difficulty, as well as the automatic inclusion of some linguistic frequency and affective-semantic characteristics. It was shown that the formally measured combinatorial complexity of permutations in anagram solving is a significant predictor not only of solution time and solution rate, but also of solution insightfulness. Formal task characteristics together with linguistic frequency characteristics can explain from a quarter to half of the variance of the time and solution rate variables in anagram solving. These results allow us to conceptualize anagrams not as an insight task but as a combinatorial linguistic task, in which insight can be considered as a combination of the factors of expected difficulty, internal complexity, and actual success. A higher probability of insight is characteristic of successful situations in which the external difficulty in terms of the number of letters is compensated by the simplicity of the solution (a small number of minimally necessary permutations).

Keywords: anagrams, anagrammm, problem solving, insight, complexity, frequency, ENRuN-2

This research is supported by State Assignment No. 0138-2024-0019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССУЖДЕНИЙ РОБОТОМ-КОМПАЬОНОМ КАК ДВИЖЕНИЕ В СЕМАНТИЧЕСКОМ ГРАФЕ

А. А. Котов* (1, 2, 3), А. А. Филатов (4), З. А. Носовец (1, 2), Н. А. Аринкин (1, 2),
А. В. Бармин (2)

kotov@harpia.ru

1 — НИЦ «Курчатовский институт», Москва;

2 — МГЛУ, Москва;

3 — РГГУ, Москва;

4 — ООО «Яндекс.Технологии», Москва

Аннотация. В работе представлен подход к моделированию процесса рассуждения (естественно-языкового вывода) на роботе-компаньоне Ф-2 в виде перемещения в семантическом графе, где робот для каждого входящего события (текстового сообщения, тактильного или визуального события) строит возможные причины и следствия и ожидает их подтверждения. Робот будет поддерживать многозначность при понимании высказываний, уточнять референты и перестраивать логические цепочки, демонстрируя когнитивную гибкость, близкую к человеческой. В основе подхода лежит семантический граф, узлы которого представляют собой предикативные семантические структуры (аналог семантики простого предложения), а ребра — типы связей: причины, следствия, интерпретации и близости предикативных структур. Для управления эмоциями используются доминантные сценарии, для рационального рассуждения — рациональные сценарии, притом оба типа сценариев объединены в общий граф. Мы развиваем этот граф силами разметчиков: граф состоит из 5780 сценариев и около 20 000 узлов. При восприятии событий робот извлекает подграфы из общего графа и накладывает их на те подграфы, которые были извлечены ранее. Это обеспечивает обновление подграфа контекста в процессе анализа роботом входящих событий. Модель представляет собой инструмент для изучения когнитивных процессов через моделирование механизмов естественно-языкового вывода и поддержание коммуникации роботом.

Ключевые слова: робот-компаньон, семантический граф, когнитивные модели, динамический контекст, искусственный интеллект, человеко-машинное взаимодействие, естественно-языковой вывод

Введение

От роботов-компаньонов люди обычно ожидают человекоподобного поведения: робот должен вести себя как человек, общаться как человек, понимать речь и эмоции человека, то есть в целом воплощать естественные механизмы мышления и поведения человека. Однако в реальности эти функции реализуются по-другому. Современные большие языковые модели не направлены

на моделирование рассуждений — они используют множество слов контекста (слова запроса и уже порожденные слова ответа), чтобы породить одно следующее слово в своем ответе. Затем слово добавляется к контексту, и процедура повторяется. Между шагами порождения слова модель «ничего не помнит» — используется так называемый stateless-алгоритм, «не удерживающий состояния». Современные модели типа Chain-of-Thought пытаются преодолеть это ограничение (Wei et al., 2022), они строят промежуточные тексты, которые добавляются к контексту, чтобы улучшить порождение ответа.

Вместе с тем в классическом искусственном интеллекте графы рассуждений являлись главной моделью когнитивных процессов. Процесс решения задачи был представлен как поиск пути в графе, где узлами были промежуточные состояния решения задачи, а ребрами — применение операции к некоторому состоянию (Newell, Simon, 1972). Таким же образом механизмы понимания текста описывались в классических моделях (Шенк, 1980; Дорофеев, Мартемьянов, 1969). В классической модели Проппа структура волшебной сказки описывалась как перемещение в сюжетном графе (Пропп, 1928). Отдельная единица в подобном графе (Шенк использовал термин «сценарий») позволяет перейти в понимании текста от некоторого текущего состояния к ожидаемому. А развитие текста состоит в том, что текст подтверждает один из ожидаемых вариантов развития сюжета и формирует новые ожидания.

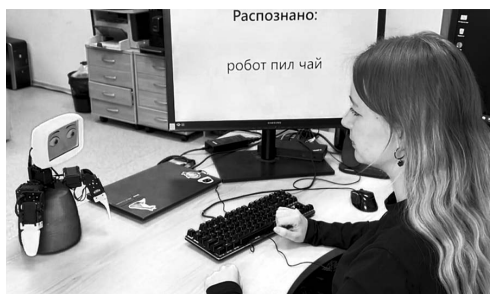
Наша задача состоит в создании прикладной когнитивной модели для робота-компаньона Ф-2, при этом мы основываемся на архитектуре сценариев, объединяемых в общий семантический граф — пространство естественно-языковых выводов робота. Мы также следуем архитектуре для виртуальных агентов CogAff (Sloman, Chrisley, 2003), где противопоставляются уровни эмоциональной оценки и рационального рассуждения. Но структурно единицы обоих этих уровней выглядят одинаково — как сценарии или продукции, позволяющие посылке построить результат рассуждения — следствие. Воспроизводя деление на уровни в модели CogAff, мы создаем две группы сценариев. Для эмоциональной оценки в нашей модели используются доминантные сценарии (д-сценарии; $n = 367$), они перехватывают эмоциональные суждения типа *Меня никто не любит*, *Я никому не нужен* (Котов, 2021). Процесс рационального вывода обеспечивается рациональными сценариями (р-сценариями; $n = 5780$) — этот механизм будет представлен далее. Модель CogAff также предполагает, что результат рассуждения может вернуться на вход модели, чтобы вызывать следующий шаг рационального рассуждения или эмоциональную оценку — так называемую *вторичную эмоцию*, вызванную не наблюдаемым стимулом, а результатом рассуждения (Allen, 2001). Таким образом, сценарии, обеспечивающие последовательное рассуждение, могут выстраиваться в цепочки или в графе.

Методика

Основу предложенного подхода составляет метод движения в семантическом графе, где робот для каждого входящего события (текстового сообщения, тактильного или визуального события) строит возможные причи-

ны и следствия и ожидает их подтверждения, а затем обновляет или перестраивает текущий семантический граф. Пространство рассуждений робота моделируется через ориентированный граф семантических представлений, где вершины представляют собой семантические представления — начальные (SPS) и конечные (FPS) предикативные структуры в составе сценария, а ребра фиксируют типы связей: *BEFORE* (предшествующие события), *AFTER* (следствия) и *INTERP* (интерпретации). Также выделяется *NEAR* — как связь между конечной FPS одного сценария и начальной SPS другого сценария. Например, для входящего предложения *Вася болел* соответствующей начальной структурой (SPS) становится семантическое представление «человек болел болезнью», а конечными (FPS типа *AFTER*) — «человек выздоровел», «человек умер», «врач вылечил человека от болезни». Ключевым инструментом построения графа выступает семантический парсер: он разбирает соответствующие предложения и сохраняет в базу сценариев семантические структуры для дальнейшего использования роботом. При расчете близости между входящим событием и ближайшим сценарием (SPS), а также между следствием одного сценария и посылкой другого (FPS→SPS) используется модифицированная мера Жаккара, оценивающая совпадение взвешенных признаков во взвешенных валентностях (например, *агенса*, *пациенса*) семантических представлений. Например, с помощью этой меры для FPS «врач вылечил человека от болезни» (вывода) вычисляются сразу несколько близких SPS (посылки других сценариев) — «доктор лечил большую от алкоголизма», «доктор лечил грипп», «врач осмотрел Николая», а также д-сценарий *ты-поддерживаешь-людей*. При поступлении входящего высказывания робот может построить связанные ситуации с помощью семантического графа и вернуть их в речи (см. рис. 1). Этот способ взаимодействия, однако, не является вполне адекватным, так как человек обычно не сообщает в коммуникации все следствия, которые он построил из входящего высказывания. Для обсуждения робот должен отбирать наиболее релевантные ветки рассуждения.

Если со входа роботу приходит событие, совпадающее с одним из ранее построенных прогнозов (например, «робот опьянел» или «робота тошнило»), то данная ветвь графа считается подтвержденной. Однако со входа может



(а) Пользователь: *Робот пил чай.*

Робот: *Робот пил чай. Робот налил чай в чашку. Робот заварил чай. Робот вскипятил термос. Робот насытился.*

(б) Пользователь: *Робот пил водку.*

Робот: *Робот пил водку. Кто-то типа угостить робота водкой. Робот купил водку. Робот налил водку к стопке. Робот опьянел. Робот отравился. Тошнило робота. Робот бухал.*

Рисунок 1. Взаимодействие с роботом-компаньоном, управляемым системой естественно-языкового вывода. Видео и пояснение выделенных ошибок доступны в хранилище (Kotov, 2025)

прийти несколько отличающееся событие, что должно заставить робота пересмотреть ситуацию, в которой он находится: ее причины и следствия. Для моделирования такого динамического обновления графа контекста используется следующее расширение модели. Для каждого события (узла общего графа) заранее рассчитывается подграф окружающих событий — причин и следствий — на некоторую глубину (сейчас — 4 ребра). Если это событие приходит на вход, то весь подграф извлекается из хранилища: робот считает, что он находится в этой ситуации, и будет ожидать подтверждения причин и следствий. Если одно из смежных событий будет подтверждено, то альтернативные ветви (причины, следствия) отбрасываются. При поступлении каждого нового события робот (а) пытается сопоставить это событие с имеющимся графом и (б) извлекает подграф контекста для этого события и накладывает этот подграф на существующий граф контекста.

Мы развиваем общий семантический граф, анализируя результаты автоматического анализа текста, а также привлекая разметчиков. При автоматическом анализе парсером текстов новостей и художественной литературы мы выделяем те ситуации, которые оказались далеки от любого сценария. Для этих ситуаций создаются новые сценарии, которые будут ответственны за их обработку. Далее мы предлагаем новые ситуации разметчикам: они должны предложить возможные причины (*BEFORE*), следствия (*AFTER*) и интерпретации (*INTERP*) для каждой ситуации. Высказывания разметчиков разбираются парсером и сравниваются со сценариями семантического графа, при этом разметчики оценивают, насколько их новое высказывание соответствует ближайшему SPS в семантическом графе. Это позволило развить граф до размера 5780 сценариев (SPS) и 14 265 производных семантических представлений (FPS). По нашим оценкам, граф объемом 7000 сценариев может оказаться достаточным для базового моделирования естественно-языкового вывода человека.

Обсуждение и выводы

Предложенный механизм динамического обновления контекста демонстрирует один из подходов к задаче моделирования мышления (естественно-языкового вывода) и удержания контекста человеком. Во-первых, способность робота удерживать и обновлять подграф контекста может быть соотнесена с эпизодической памятью человека (Baddeley, 2000). На этапе создания подграфа для каждой из возможных FPS дальнейшие узлы и ребра вглубь строятся только по двум связям *NEAR* с наибольшей близостью, что согласуется с принципом наименьших усилий (Zipf, 1949). И только если входящее событие не соответствует никаким из имеющихся ожиданий, робот перестраивает граф контекста с учетом нового события. Во-вторых, эмоциональная регуляция через д-сценарии воспроизводит влияние аффекта на принятие решений и оценку альтернатив (Pessoa, 2008; Picard, 2000). В графе робот оценивает ветви, приводящие к позитивным д-сценариям («приятно, когда тебе заваривают чай») или к негативным д-сценариям («ужасно, если робота будет тошнить»). Это соответствует человеческой склонности преувеличивать негативный или позитивный характер прогнозируемых событий. Как мы предпо-

лагаем, в более расширенной версии диалога робот должен обсуждать не все следствия (как на рис. 1), а только такие ветви, которые потенциально приводят к негативным или позитивным событиям (д-сценариям).

С методологической точки зрения система представляет собой инструмент для прикладного моделирования когнитивных процессов, в том числе механизма построения умозаключений, фильтрации альтернативных гипотез и взаимодействия эмоций и рационального рассуждения. Модель робота Ф-2 демонстрирует, что использование семантических графов вместе с динамическим контекстом и эмоциональной обработкой позволяет имитировать механизмы отслеживания контекста как при чтении, так и при отслеживании событий в некоторой ситуации.

Литература

Дорофеев Г. В., Мартемьянов Ю. С. Логический вывод и выявление связей между предложениями в тексте // Машинный перевод и прикладная лингвистика. 1969. № 12. С. 36 – 59.

Котов А., А. Механизмы речевого воздействия. М.: РГТУ, 2021.

Пропн В. Я. Морфология сказки. Л.: Academia, 1928.

Шенк Р. Обработка концептуальной информации. М.: Энергия, 1980.

Allen S. R. Concern processing in autonomous agents. PhD dissertation. University of Birmingham, 2001.

Baddeley A. The episodic buffer: A new component of working memory? // Trends in Cognitive Sciences. 2000. Vol. 4. No. 11. P. 417 – 423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)

Kotov A. Scenario inference data and behavioral protocols // OSF. 2025. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/9HMP8>

Newell A., Simon H. Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

Pessoa L. On the relationship between emotion and cognition // Nature Reviews Neuroscience. 2008. Vol. 9. No. 2. P. 148 – 158. <https://doi.org/10.1038/nrn2317>

Picard R. Affective computing. Cambridge, London: MIT Press, 2000.

Sloman A., Chrisley R. Virtual machines and consciousness // Journal of Consciousness Studies. 2003. Vol. 10. No. 4 – 5. P. 133 – 172.

Wei J., Wang X., Schuurmans D., Bosma M., Ichter B., Xia F., Chi E., Le Q., Zhou D. Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models // 36th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2022). arXiv, 2022. P. 1 – 43. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2201.11903>

Zipf G. K. Human behavior and the principle of least effort. Oxford, England: Addison-Wesley Press, 1949.

THE MODELING OF REASONING FOR A COMPANION ROBOT AS ADVANCEMENT IN A SEMANTIC GRAPH

A. A. Kotov* (1, 2, 3), A. A. Filatov (4), Z. A. Nosovets (1, 2), N. A. Arinkin (1, 2),
A. V. Barmin (2)

kotov@harpia.ru

1 — NRC Kurchatov Institute, Moscow;

2 — MSLU, Moscow;

3 — RSUH, Moscow,

4 — Yandex.Technologies LLC, Moscow

Abstract. We present an approach to modeling the reasoning process (natural-language inference) on the F-2 companion robot as an advancement in a semantic graph. For each incoming event (text message; tactile or visual stimulus) the robot constructs possible causes and effects and waits for them to be confirmed. The robot can handle speech ambiguity, refine referents, and rearrange logic chains, reflecting natural cognitive flexibility. The approach is based on a semantic graph, where the nodes represent predicative semantic structures (similar to the semantics of a simple sentence), and the edges represent the types of relations: cause, effect, interpretation and the proximity of the predicative structures. For emotional processing, we use dominant scenarios; for rational reasoning, we use rational scenarios, all combined into a common graph. The graph consists of 5780 scenarios and approximately 20000 nodes, developed with help from annotators. When events are perceived, the robot extracts subgraphs from the general graph and overlays them on top of the subgraphs that were extracted earlier. This ensures that the context subgraph is updated as the robot analyzes incoming events. The model provides a tool for studying cognitive processes through the modeling of natural-language inference mechanisms and supporting communication by the robot.

Keywords: robot companion, semantic graph, cognitive models, dynamic context, artificial intelligence, human-machine interaction, natural language inference

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ ПРИ РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ: НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Е. Г. Луныкова* (1), В. Е. Дубровский (1), Е. К. Гильванова (1, 2), А. С. Крускоп (1, 2)
eglun@mail.ru

1 — МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва;

2 — ФНЦ ПМИ, Москва

Аннотация. Вариабельность характеристик движений глаз человека, таких как длительность фиксаций и амплитуда саккад, может объясняться целым рядом факторов — внешних и внутренних, ситуативных и постоянных по отношению к наблюдателю. Анализ вклада каждого из факторов требует корректных методов статистической обработки первичных данных. В современных исследованиях часто применяются оценки, основанные на ряде имплицитных предположений относительно распределения изучаемых показателей, которые редко проверяются эмпирически. Основной целью данной работы являлась проверка при помощи методов непараметрической статистики выполнимости предположений, позволяющих разного уровня агрегацию данных айтрекинга. С этой целью были проанализированы длительности фиксаций и амплитуды саккад 38 участников, записанные при выполнении ими 5 типов зрительных задач на установке Eye Link 1000 Plus. Исследование показало, что данные отдельных участников в рамках одной задачи, как правило, допускают объединение, но это зависит от типа задачи. При этом индивидуальные характеристики движений глаз схожи внутри групп однотипных по сути задач — свободного рассматривания осмысленных изображений (лиц и интерьеров) и задач зрительного поиска целевого стимула (заданного визуально или семантической категорией). Тем не менее в большинстве случаев данные разных участников в рамках одной задачи статистически достоверно различаются, что свидетельствует об индивидуальных особенностях в стратегиях движений глаз. В целом, исследование подтверждает эффективность методов непараметрической статистики для анализа данных айтрекинга.

Ключевые слова: движения глаз, длительность фиксаций, амплитуда саккад, критерий Краскела–Уоллиса, параметры распределения, когнитивная задача, индивидуальные особенности

Исследование поддержано грантом РНФ (Проект № 25-28-00282 «Влияние различных форм перцептивного опыта на эффективность и окуломоторные характеристики зрительного поиска и распознавания объектов»).

Введение

Поиск объективных индикаторов различных аспектов протекания скрытых психических процессов является актуальной проблемой в когнитивных иссле-

дованиях. Одними из таких индикаторов считаются базовые характеристики движений глаз. Так, длительность фиксаций и амплитуду саккад, а также их комбинации традиционно связывают с реальной или ожидаемой сложностью решаемой задачи, с объемом обрабатываемой информации, с нагрузкой на рабочую память, со стратегиями распределения внимания, с когнитивными процессами разного уровня и т.д. (Rayner, 1998; Galley et al., 2015; и др.). Среднестатистические оценки указанных параметров движений глаз различаются также между зрительными задачами, которые решает наблюдатель. Кроме того, ряд характеристик движений глаз, как считают многие авторы (см., например, обзор Kröger et al., 2020), может быть индивидуален и коррелировать с социальными и психологическими характеристиками, такими как пол, возраст, принадлежность к определенной культуре, личностные черты, когнитивный стиль, коэффициент интеллекта, уровень экспертности и т.д., что может быть обусловлено, например, особенностями мозговой деятельности. Так, например, в задачах чтения установлены корреляции между средней длительностью фиксаций при первом прочтении текста и функциональной связностью головного мозга в областях, задействованных в восприятии и распознавании слов и в контроле движений глаз (Zhang et al., 2021). В то же время «индивидуальный стиль» движений глаз имеет тенденцию по-разному проявляться в тех или иных задачах, и в разных исследованиях не совпадает круг задач, в которых наблюдаются внутрииндивидуальные корреляции таких показателей, как длительность фиксаций и амплитуда саккад (Andrews, Coppola, 1999; Rayner et al., 2007).

При таком широком спектре факторов, влияющих на движения глаз человека, в каждом конкретном случае сложно оценить вклад каждого из них в ту или иную характеристику окуломоторной активности. К тому же возникает ряд проблем, связанных с методами статистической обработки данных айтрекинга, используемыми в большинстве таких исследований.

Анализ движений глаз основан на некоторых статистических оценках (среднее значение, медиана, мода, квартили и т.п.) таких характеристик, как длительность фиксаций, амплитуда и скорость саккад и др. При этом предполагается, что исследуемые процессы стационарны — например, вероятностное распределение времени фиксации не изменяется в процессе эксперимента и одинаково для разных серий при одних и тех же экспериментальных условиях. Только в этом случае допустимо объединять данные одного и того же участника в разных пробах, находить оценки единых статистических показателей путем усреднения и т.п. Однако на практике это предположение редко проверяется.

Еще одним дискуссионным вопросом является способ сравнения результатов, полученных в разных экспериментальных условиях, по вычисленным статистическим параметрам, чаще всего по средним значениям. Для этого предлагается (Duchowski, 2017) использовать, например, дисперсионный анализ (ANOVA). Между тем распределение времени фиксации является типичным распределением «с тяжелым хвостом», то есть вероятно появление отдельных больших значений, существенно влияющих на выборочные среднее и дисперсию. Более того, возможна ситуация, когда понятие дисперсии для

такого распределения вообще бессмысленно (расходится соответствующий интеграл), что делает проблематичным дисперсионный анализ. Оценка центральной тенденции как арифметического среднего возможна, но она не будет устойчивой (робастной) (Galley et al., 2015; Дубровский, Лунякова, 2022). Гораздо лучше для этой цели подходит выборочная медиана.

В рамках данного исследования мы используем методы непараметрической статистики (критерий Краскела–Уоллиса, критерий Манна–Уитни), позволяющие при минимальных предположениях о статистических характеристиках экспериментальных данных проверить гипотезу о равенстве медиан. Подобные методы анализа движений глаз применяются и другими авторами (Friedman, Komogortsev, 2024), но в данном исследовании мы попытались получить ответы на следующие вопросы:

1. Можно ли объединять данные одного участника, полученные в рамках одной задачи из разных проб на различающемся стимульном материале? (H0: данные принадлежат одной генеральной совокупности.)
2. Различаются ли данные одного участника, полученные в рамках решения разных (однотипных и сильно различающихся) задач, то есть можно ли говорить о влиянии задачи на характеристики движений глаз участника? (H0: данные принадлежат одной генеральной совокупности.)
3. Можно ли объединять данные разных участников, полученные при решении одной и той же задачи? (H0: данные принадлежат одной генеральной совокупности.) Ответ на данный вопрос в перспективе позволит говорить о выделении групп участников со сходными характеристиками и сопоставлении выделенных в разных задачах групп (то есть об индивидуальном «стиле» движений глаз).

Методика

В исследовании приняли участие 38 студентов разных факультетов МГУ имени М. В. Ломоносова в возрасте от 18 до 27 лет.

Респонденты выполняли пять заданий по пять проб в каждом. Первые три задания — на свободное рассматривание трех типов изображений: случайно-точечных ароматических паттернов (далее — «случайный паттерн»), фотографий интерьеров помещений (далее — «интерьер»), фотографий женских лиц (далее — «лицо»). Фотографии женских лиц и помещений были взяты из баз, находящихся в свободном доступе для исследовательских целей. Последующие два задания — задания на зрительный поиск-собираение. Стимулы для зрительного поиска были однотипными, однако целевой объект либо предъявлялся визуально (визуально заданный поиск — далее «ВЗ поиск»), либо задавался вербально (категориально заданный поиск — далее «КЗ поиск»). В качестве стимулов использовались изображения эмодзи, переведенные в черно-белый формат. Каждая поисковая матрица содержала от 15 до 19 дистракторов и от одного до пяти целевых стимулов, которые нужно было найти и ответить, сколько их на экране. Таким образом, исследование включало пять серий заданий по пять проб в каждой серии. Время предъявления стимулов для свободного рассматривания — по 5 с, время выполнения поисковых

задач — до момента обнаружения стимула, но не более 10 с. Общее время прохождения исследования — около 10 минут.

Аппаратура. Стимулы предъявлялись на LED-мониторе с разрешением 1920 × 1080, находящемся на расстоянии 80 см от глаз участника. Движения глаз регистрировались монокулярно системой EyeLink 1000 Plus с частотой дискретизации 1000 Гц. Перед началом записи участник проходил процедуру 9-точечной калибровки.

Обработка данных. Полученные данные обрабатывались при помощи специально разработанного программного комплекса на языке Python. Использовались программы непараметрической статистики из библиотек SciPy (<https://scipy.org/>) и scikit-posthocs (<https://scikit-posthocs.readthedocs.io/en/latest/>).

Результаты

Анализировались два показателя: длительность фиксации и амплитуда саккады.

Вопрос 1. Критерий Краскела–Уоллиса показал, что для большинства участников медианы пять распределений, полученных в пяти пробах по каждому типу заданий, совпадают (табл. 1). Однако у некоторых участников в отдельных задачах медианы значимо различаются.

Таблица 1. Количество участников (% от общего числа), для которых H_0 отвергается по критерию Краскела–Уоллиса. $N = 38$

Задача	Длительность фиксации		Амплитуда саккады	
	$p = .05$	$p = .01$	$p = .05$	$p = .01$
«случайный паттерн»	12 (32 %)	8 (21 %)	12 (32 %)	6 (16 %)
«интерьер»	3 (8 %)	2 (5 %)	4 (11 %)	3 (8 %)
«лицо»	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (5 %)	0 (0 %)
«КЗ поиск»	8 (21 %)	3 (8 %)	3 (8 %)	2 (5 %)
«ВЗ поиск»	10 (26 %)	2 (5 %)	5 (13 %)	1 (3 %)

Вопрос 2. Критерий Краскела–Уоллиса, примененный к данным каждого отдельного участника, выявил, что длительности фиксаций в разных задачах не принадлежат одной генеральной совокупности у 37 из 38 участников; амплитуды саккад можно считать однородными у 8 (21 %) участников при $p = .01$. Post hoc анализ с помощью критерия Манна–Уитни с поправкой Холма показал, что можно выделить группы хорошо объединяемых по длительности фиксаций задач: «интерьер — лицо» и «КЗ поиск — ВЗ поиск» (H_0 в обоих случаях отвергается только у 8 % участников при $p = .01$). Группа поисковых задач также хорошо выделяется по амплитудам саккад (H_0 принимается у всех участников при $p = .01$), чего не скажешь о группе «интерьер — лицо» (у 45 % участников данные по этим задачам различаются при $p = .01$).

Вопрос 3. Что касается объединения данных разных участников в одинаковых задачах, тест Краскела–Уоллиса отвергает такую возможность

по обоим параметрам. Тем не менее post-hoc-сравнение позволяет выделить однородные группы участников, однако эти данные требуют дальнейшего анализа.

Обсуждение и выводы

Как следует из результатов проведенного анализа, в большинстве случаев данные отдельных участников в разных пробах одной задачи действительно допускают объединение, однако не для всех участников, что также зависит от решаемой задачи. Так, при рассматривании случайного паттерна данные максимально неоднородны, что, вероятно, связано с неструктурированностью зрительного поля и отсутствием четкой задачи, в то время как при рассмотрении лиц характер движений глаз жестко задан структурой стимула.

Тип задачи влияет на характеристики движений глаз наблюдателя. Предлагаемый анализ позволяет выделить группы однотипных задач. Так, в задачах на свободное рассматривание осмысленных изображений и активный зрительный поиск у значительного числа участников медианы распределения длительностей фиксации и амплитуд саккад статистически не различаются, что частично согласуется с данными об интраиндивидуальных корреляциях показателей в разных задачах (Andrews, Coppola, 1999; Rayner et al., 2007).

Что касается возможности объединения данных разных участников, перспективным выглядит применение методов кластерного анализа для выделения групп со сходными характеристиками движений глаз на основе полученных матриц парных сравнений с последующей проверкой стабильности этих групп в разных задачах.

Литература

Дубровский В. Е., Лунякова Е. Г. Движения глаз как случайный процесс: методы статистического анализа // История, современность и перспективы развития психологии в системе Российской Академии наук: Материалы Международной юбилейной научной конференции, посвященной 50-летию создания Института психологии РАН. М.: Институт психологии РАН, 2022. С. 653 – 655.

Andrews T. J., Coppola D. M. Idiosyncratic characteristics of saccadic eye movements when viewing different visual environments // *Vision Research*. 1999. Vol. 39. No. 17. P. 2947 – 2953. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(99\)00019-x](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(99)00019-x)

Duchowski A. T. Eye tracking methodology: Theory and practice. Cham, Switzerland: Springer, 2017. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57883-5>

Friedman L., Komogortsev O. V. Evidence for five types of fixation during a random saccade eye tracking task and changes in fixation duration as a function of time-on-task // *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19. No. 9. P. e0310436:1 – 26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310436>

Galley N., Betz D., Biniossek C. Fixation durations: Why are they so highly variable // *Advances in Visual Perception Research* / T. Heinen (Ed.). New York, NY: Nova Science, 2015. P. 83 – 106.

Kröger J. L., Lutz O. H.-M., Müller F. What does your gaze reveal about you? On the privacy implications of eye tracking // *IFIP Advances in Information and Communication Technology* / M. Friedewald, M. Önen, E. Lievens, S. Krenn, S. Fricker (Eds.). Cham, Switzerland: Springer, 2020. Vol. 576. P. 226 – 241. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42504-3_15

Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research // *Psychological Bulletin*. 1998. Vol.124. No.3. P.372–422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>

Rayner K., Li X., Williams C. C., Cave K. R., Well A. D. Eye movements during information processing tasks: Individual differences and cultural effects // *Vision Research*. 2007. Vol. 47. No. 21. P. 2714–2726. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.05.007>

Zhang G., Yuan B., Hua H., Lou Y., Lin N., Li X. Individual differences in first-pass fixation duration in reading are related to resting-state functional connectivity // *Brain and Language*. 2021. Vol. 213. P. 104893:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2020.104893>

INDIVIDUAL VARIABILITY IN EYE MOVEMENTS DURING VISUAL TASKS: A NONPARAMETRIC ANALYSIS

E. G. Luniakova* (1), V. E. Doubrovski (1), E. K. Gilvanova (1, 2), A. S. Kruskop (1)
eglun@mail.ru

1 — Lomonosov Moscow State University, Moscow;

2 — Federal Scientific Center of Psychological
and Interdisciplinary Research, Moscow

Abstract. The variability of human eye movement characteristics, such as fixation duration and saccade amplitude, can be attributed to several factors—both external and internal, situational and observer-specific. Analyzing the contribution of each factor requires appropriate statistical methods for processing raw data. Studies often rely on estimates based on implicit assumptions about the distribution of examined metrics, which are rarely empirically verified. This study's primary goal was to test, using nonparametric statistical methods, the validity of assumptions enabling different levels of eye-tracking data aggregation. Fixation durations and saccade amplitudes of 38 participants were analyzed as they performed five types of visual tasks using an EyeLink 1000 Plus system. The results showed that data from individual participants within the same task can generally be aggregated, though this depends on task type. Individual eye movement characteristics were found to be similar within groups of conceptually similar tasks — free viewing of meaningful images (faces and interiors) and visual search tasks (guided either visually or by semantic category). However, in most cases, data from different participants performing the same task exhibited statistically significant differences, indicating individual variations in eye movement strategies. Overall, the study confirms the effectiveness of nonparametric statistical methods for analyzing eye-tracking data.

Keywords: eye movements, fixation duration, saccade amplitude, Kruskal-Wallis test, distribution parameters, cognitive task, individual differences

This research is supported by a Russian Science Foundation Grant (Project № 25-28-00282: “The influence of various forms of perceptual experience on the effectiveness and oculomotor characteristics of visual search and object recognition”).

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИНТЕРОЦЕПТИВНЫХ СИГНАЛОВ НА ВОЗБУДИМОСТЬ МОТОРНОЙ КОРЫ

И. А. Михайлова (1), М. И. Николаева (1), Ф. А. Тарасенко (1), А. А. Ильин (1),
М. А. Володина* (1, 3), М. М. Макарова (1, 2), Н. П. Федосов (1),
А. В. Тумялис (1, 2), А. Е. Осадчий (1)
mvolodina@hse.ru

1 – Центр биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ, Москва;

2 – Федеральный центр мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства, Москва;

3 – Кафедра медицинских нейротехнологий
ИНН РНИМУ им. Н. И. Пирогова, Москва

Аннотация. Известно, что моторная кора и кортикоспинальная система демонстрируют повышенную возбудимость в систолической фазе сердечного цикла по сравнению с диастолической (Al et al., 2023). Кроме того, предыдущие исследования показали, что интероцептивная чувствительность может быть усилена через самонаблюдение (Ainley et al., 2012). Это позволило выдвинуть гипотезу о том, что зрительные стимулы, усиливающие осознание телесных состояний, могут влиять на связь между фазой сердечного цикла и корковой возбудимостью. Задачей настоящего исследования была разработка экспериментальной методики для изучения роли интероцептивной чувствительности, усиленной через визуальное самонаблюдение, в модуляции корковой возбудимости, опосредованной фазой сердечного цикла. Она заключается в предъявлении участникам фотографий их собственного лица и лиц других людей в случайном порядке. Синхронно с этим применялась транскраниальная магнитная стимуляция моторной коры с задержками 0, 250 и 500 мс относительно R-пика ЭКГ. Моторная возбудимость оценивалась с использованием электромиографии. На данный момент методика была протестирована на трех здоровых добровольцах. Полученные данные показали тенденцию к снижению амплитуды моторных вызванных потенциалов (МВП) при восприятии фотографий лица испытуемого по сравнению с чужими на задержке 250 мс. Эти результаты позволяют предположить, что фокусировка на собственном изображении усиливает торможение кортикоспинальной возбудимости. Разработанная методика может применяться для изучения взаимодействия интероцептивных и экстероцептивных процессов в модуляции моторной возбудимости коры головного мозга.

Ключевые слова: ТМС, возбудимость моторной коры, интероцепция, ЭКГ, фазы сердечного цикла

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Введение

Известно, что сокращение сердца влияет на возбудимость коры головного мозга. В частности, недавние исследования показали (Al et al., 2023), что моторная кора и кортикоспинальная система обладают повышенной возбудимостью в систолической фазе сердечного цикла по сравнению с диастолической фазой, что проявляется в увеличении амплитуды моторных вызванных потенциалов (МВП). Это свидетельствует о существовании оптимального временного окна для инициации моторных ответов, связанного с активацией барорецепторов во время систолы.

Вместе с тем экспериментальные данные указывают на возможность усиления интероцептивной чувствительности через самонаблюдение — например, при взгляде на себя в зеркало (Ainley et al., 2012). Данный факт позволяет предположить, что концентрация внимания на себе может модулировать способность к восприятию внутренних ощущений.

Наша задача состояла в разработке методики для исследования влияния интероцептивной чувствительности, усиленной восприятием фотографии собственного лица испытуемого, на возбудимость моторной коры. Для оценки корковой возбудимости мы использовали метод транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). Стимуляция проводилась в различные фазы сердечного цикла относительно R-пика (деполяризация желудочков), который определялся с помощью электрокардиографии (ЭКГ). Гипотеза заключается в том, что зрительные стимулы, усиливающие осознание телесных состояний, будут влиять на корковую возбудимость, опосредованную фазой сердечного цикла.

Методика

В качестве испытуемых выступают мужчины европеоидной внешности 18–40 лет с ведущей правой рукой (по самоотчету) без неврологических и психиатрических нарушений. Для апробации методики потребуется набрать выборку из 10 человек. Получены данные 3 здоровых добровольцев (22–28 лет), сбор данных продолжается.

Перед началом эксперимента участники подписывают информированное согласие и проходят комплекс психологических опросников, включающих шкалу депрессии Бека, шкалу тревоги Бека, многомерную оценку интероцептивного осознания (MAIA-R), опросник образа собственного тела и Торонтскую шкалу алекситимии.

В качестве стимулов используется подборка из 35 фотографий мужчин европеоидной внешности средней привлекательности (на основании данных предварительной валидации) с нейтральным выражением лица из базы KDEP (база данных размещена в открытом доступе по ссылке: <https://www.kaggle.com/datasets/tom99763/testttt>) и 35 фотографий испытуемого, сделанных перед началом эксперимента. Фотографии лиц из базы подвергаются цветокоррекции в соответствии с условиями лабораторного освещения, в которых были сделаны фотографии испытуемых. Все фотографии проходят одинаковое редактирование: вырезается фон, фотографии кадрируются под единый размер,

До эксперимента

МРТ, опросники, 35
фотографий участника
Фотографии из базы
подготовлены заранее

**Подготовка
к эксперименту**

Установка датчиков
ЭКГ и ЭМГ,
определение горячей
точки и моторного
порога, базовая линия

Эксперимент в PsychoPy

Тест на интероцепцию

Вопрос перед фото

«Я» или «Не я» фото ⚡ TMC

Тот же вопрос и ответ

→ **Выходные данные**

Рисунок 1. Схема проведения эксперимента. Заранее подготавливаются результаты МРТ и фотографии испытуемого. В день проведения эксперимента испытуемый заполняет необходимые опросники, также определяется его «горячая точка» и моторный порог стимуляции, записывается базовая линия. В ходе самого эксперимента на основе PsychoPy испытуемый проходит тест на интероцепцию, во время которого перед ним стоит задача посчитать количество сердечных сокращений за определенный промежуток времени; после этой части ему предъявляется ряд последовательных однотипных заданий, включающих просьбу оценить следующее изображение, предъявление непосредственно изображения испытуемого или изображения из базы фотографий, сопряженное с ТМС, после чего повторение вопроса и возможность записать ответ. Полученные данные собираются для дальнейшей обработки

после чего они интегрируются в программу PsychoPy v2023.2.3. В результате формируется совокупность из 70 стимулов.

Интероцептивная точность оценивается с помощью метода подсчета сердцебиений (Wittkamp et al., 2018). Участник должен считать число сердцебиений в течение нескольких заданных интервалов времени: 25, 30, 35, 40, 45 и 50 секунд.

В ходе основной части эксперимента участникам в случайном порядке предъявляются фотографии с лицами из базы или их собственные фотографии. Для поддержания внимания к изображениям перед предъявлением каждой фотографии на экране появляется вопрос о фотографии, на который надо будет ответить после просмотра. После демонстрации фотографии участник должен оценить указанное в вопросе качество по шкале от 1 до 5, например: «Оцените, насколько человек на фотографии выглядит общительным?» ТМС-стимуляция проводится в момент просмотра фотографии с задержкой 0, 250 или 500 мс после R-пика сердечного цикла. Запуск стимуляции в нужную фазу ритма осуществляется с помощью специально написанного скрипта на языке Python. Каждая фотография предъявляется трижды и сопровождается ТМС-стимуляцией в разную фазу сердечного цикла, что в сумме дает 105 стимуляций с собственными и 105 с чужими фотографиями.

Схемы проведения эксперимента и установки датчиков приведены на рис. 1, 2.

Регистрация электрофизиологических сигналов осуществляется с помощью усилителя NVX-52 (Neurovisor) (ООО «Медицинские компьютерные системы», Россия). Для регистрации физиологических показателей на участников устанавливаются датчики электрокардиографии (ЭКГ) — токовые и импедансные электроды размещают на ребрах на уровне V6-отведения и на шее с обеих сторон для фиксации сердечного ритма и кровотока. Моторный ответ регистрируется с помощью накожных электродов: активный электрод располагается на мышце-разгибателе большого пальца (FDI), референтный — на

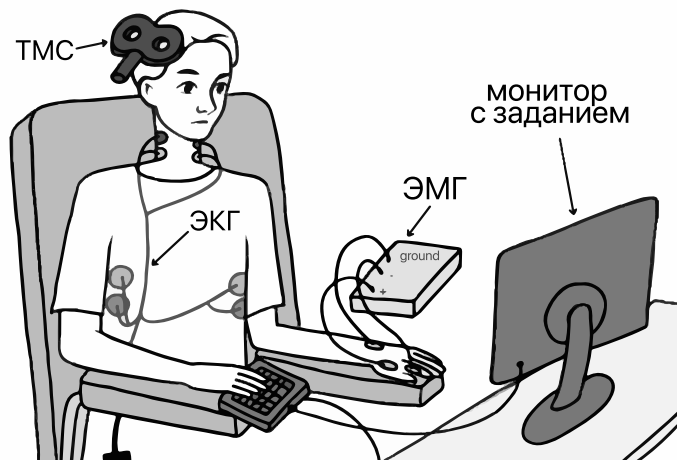


Рисунок 2. Установка и процедура эксперимента. ТМС осуществляется в область левой первичной моторной коры. Моторный ответ мышц правой руки регистрируется при помощи ЭМГ. Данные о сердцебиении снимаются при помощи ЭКГ и направляются в программу, которая запускает стимулятор. Инструкции и задания выводятся в PsychoPy на экран монитора перед испытуемым, записать ответ он может при помощи клавиатуры. Данные о работе в PsychoPy также направляются в программу, запускающую стимулятор для своевременного предъявления стимуляции

косточке указательного пальца, а заземляющий — на косточке запястья. Такая конфигурация позволяет выделять МВП с минимизацией помех. Стимуляция проводится с помощью катушки C-B60 в форме восьмерки, работающей от стимулятора R30+M (MagVenture, Дания). Для обеспечения оптимального позиционирования катушки на основе индивидуального МРТ-изображения используется навигационная система Localite TMS (Localite GmbH, Германия). Поиск «горячей точки» (области на скальпе, где стимуляция вызывает стабильный моторный ответ в целевой мышце FDI) осуществляется путем перемещения катушки с последовательным предъявлением одиночных стимуляций и регистрацией МВП. После локализации точки определяется моторный порог покоя с использованием метода стохастической аппроксимации (SAMT, v1.8.0, доступно по ссылке: <https://tms-samt.github.io/>; Wang et al., 2023).

Результаты

У всех троих испытуемых наблюдалась тенденция к снижению амплитуды МВП при восприятии фотографии собственного лица по сравнению с просмотром фотографий других людей при стимуляции через 250 мс после R-пика ЭКГ (рис. 3).

Обсуждение и выводы

Разработан и показал свою работоспособность основанный на транскраниальной магнитной стимуляции метод оценки изменений возбудимости

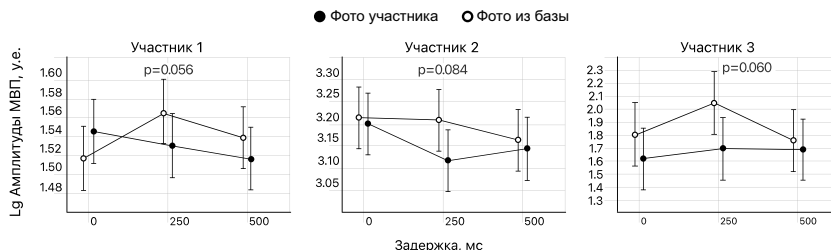


Рисунок 3. Результаты, полученные по фото участников и по фото из базы. Представлено среднее арифметическое амплитуды МВП $\pm$ среднееквадратическое отклонение в ответ на ТМС-стимуляцию, осуществленную с разной задержкой относительно R-пика ЭКГ. Уровни статистической значимости рассчитаны на основе теста Манна – Уитни и приведены для задержки в 250 мс. Амплитуда выражена через десятичный логарифм

моторной коры в зависимости от фазы сердечного цикла под влиянием интероцептивной чувствительности, усиленной восприятием фотографии собственного лица испытуемым. Данный методический подход открывает новые возможности для изучения механизмов взаимодействия интероцептивных и экстероцептивных процессов в модуляции моторной возбудимости коры головного мозга.

Результаты пилотного эксперимента показали, что модуляция возбудимости коры интероцептивными сигналами зависит от контекста восприятия: на фоне восприятия собственного лица торможение более выражено по сравнению с восприятием лица неизвестного человека. Вероятно, восприятие собственного лица связано с привлечением большего ресурса внимания по сравнению с лицом другого человека (Bola et al., 2020). Расширение выборки участников сделает возможным дальнейшее исследование этого механизма и разработку персонифицированных методик ТМС-стимуляции для использования в клинической практике.

Литература

- Ainley V., Tajadura-Jiménez A., Fotopoulou A., Tsakiris M. Looking into myself: Changes in interoceptive sensitivity during mirror self-observation // *Psychophysiology*. 2012. Vol. 49. No. 11. P. 1672 – 1676. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01468.x>
- Al E., Stephani T., Engelhardt M., Haegens S., Villringer A., Nikulin V. V. Cardiac activity impacts cortical motor excitability // *PLOS Biology*. 2023. Vol. 21. No. 11. P. e3002393:1 – 23. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002393>
- Bola M., Paž M., Doradzińska Ł., Nowicka A. The self-face captures attention without consciousness: Evidence from the N2pc ERP component analysis // *Psychophysiology*. 2020. Vol. 58. No. 4. P. 13759:1 – 13. <https://doi.org/10.1111/psyp.13759>
- Wang B., Peterchev A. V., Goetz S. M. Three novel methods for determining motor threshold with transcranial magnetic stimulation outperform conventional procedures // *Journal of Neural Engineering*. 2023. Vol. 20. No. 5. P. 056002. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/acf1cc>
- Wittkamp M. F., Bertsch K., Vögele C., Schulz A. A latent state-trait analysis of interoceptive accuracy // *Psychophysiology*. 2018. Vol. 55. No. 6. P. 13055:1 – 14. <https://doi.org/10.1111/psyp.13055>

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECT OF INTEROCEPTIVE SIGNALS ON MOTOR CORTEX EXCITABILITY

I. A. Mikhailova (1), M. I. Nikolaeva (1), F. A. Tarasenko (1), A. A. Ilin (1),
M. A. Volodina* (1, 3), M. M. Makarova (1, 2), N. P. Fedosov (1), A. V. Tumyalis (1, 2),
A. E. Ossadtchi (1)
mvolodina@hse.ru

1 – Centre for Bioelectric Interfaces, HSE University, Moscow;

2 – Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies of the Federal Medical Biological Agency, Moscow;

3 – Institute of Neuroscience and Neurotechnologies, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “N. I. Pirogov Russian National Research Medical University”, Moscow

Abstract. It is known that the motor cortex exhibits increased excitability during the systolic phase of the cardiac cycle (Al et al., 2023). Previous studies have shown that self-observation can enhance interoceptive sensitivity (Ainley et al., 2012). We hypothesized that visual stimuli enhancing bodily awareness could influence the relationship between the phase of the cardiac cycle and cortical excitability. The aim of the present study was to develop an experimental methodology for investigating the role of interoceptive sensitivity, enhanced through visual self-observation, in modulating cortical excitability mediated by the phase of the cardiac cycle. Thus, a methodology was developed involving the random presentation of participants' own photographs alongside those of others. Concurrently, transcranial magnetic stimulation of the motor cortex was applied with delays of 0, 250, and 500 ms relative to the R-peak of the ECG. Motor excitability was assessed using electromyography. The methodology was tested on three volunteers. The obtained data showed a tendency toward a decrease in motor-evoked potentials (MEP) amplitude when viewing one's own photographs compared to those of others, at a delay of 250 ms. These results suggest that focusing on one's own image enhances the inhibition of corticospinal excitability.

Keywords: TMS, motor cortex excitability, interoception, ECG, phases of the cardiac cycle

The research leading to these results has received funding from the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics.

ЗАДАЧА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЛОБНЫХ И ВИСОЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ РЕЧЕВОЙ СЕТИ МОЗГА С ПОМОЩЬЮ фМРТ: РАЗРАБОТКА СТИМУЛОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПИЛОТНОГО ПОВЕДЕНЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Я. Р. Паникратова* (1), Р. М. Власова (2)

panikratova@mail.ru

1 — ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва;

2 — Университет Северной Каролины, Чапел-Хилл

Аннотация. Локализация и латерализация ключевых — лобных и височных — компонентов речевой сети головного мозга варьируют между людьми, что делает актуальным индивидуальное картирование данных функционально значимых зон. Существующие задания для картирования речи с помощью фМРТ, взятые по отдельности, не всегда позволяют одновременно локализовать передние области, связанные с обеспечением синтаксических операций, и задние, связанные с семантической обработкой речи. Кроме того, используемые задачи могут быть слишком сложны для пациентов с когнитивным дефицитом или недостаточным мотивом экспертизы. Наш предыдущий опыт показал, что чтение псевдослов, напоминающих различные части речи в начальной форме, автоматически актуализирует не только операции лексико-семантической обработки, но и синтаксические операции. На этом основании мы предположили, что методические трудности могут быть преодолены с помощью задачи, предполагающей чтение про себя небольших наборов слов, которые по семантике складываются в предложения, но представлены местами и приведены в начальной форме. Такая задача должна активировать и глубинные, и поверхностные уровни синтаксиса, а также процессы семантической обработки речи, при этом не требуя от человека больших усилий. В данной работе описаны первые шаги на пути к созданию такой задачи — разработка стимулов и пилотное исследование с регистрацией поведенческих показателей.

Ключевые слова: фМРТ, функциональное картирование головного мозга, речь, синтаксис, семантика

Введение

В соответствии с современными научными концепциями порождение и понимание речи обеспечиваются многоуровневой, иерархически организованной и распределенной мозговой сетью. Для экспрессивной речи критически важна сохранность передних компонентов этой сети, для импрессивной — задних. Передние компоненты речевой системы связаны с обеспечением синтагматических операций (смысловое и моторное программирование, грамматическое структурирование высказывания), а задние — с реализацией парадигматических операций (выбор слова по значению и звучанию, звуков — по

фонетическим признакам, артикулем — по кинестетическим признакам; Ахутина, 2014).

Передние ключевые компоненты речевой сети расположены в лобных (нижняя лобная извилина), а задние — в височных (верхняя/средняя височная извилина) областях мозга, в то же время их латерализация и локализация характеризуются индивидуальной вариативностью (Lipkin et al., 2022). Этим обусловлена актуальность разработки задач, по результатам выполнения которых во время фМРТ-обследования можно определить индивидуальное расположение речевых областей. К настоящему моменту разработано множество локализирующих речевых заданий для фМРТ (Печенкова и др., 2022), однако по отдельности они не всегда позволяют одновременно картировать и передние, и задние речевые области. Кроме того, задания зачастую являются слишком сложными для пациентов с речевыми или другими когнитивными дефицитами, а также с недостаточным мотивом экспертизы.

Наш предыдущий опыт показал, что чтение псевдослов, напоминающих различные части речи в начальной форме (например, «Крам левас алинерка чивить вабик»), автоматически актуализирует синтаксические операции и операции лексико-семантической обработки (Игнатьев и др., 2015). На основании этого наблюдения мы предположили, что для создания компактной, простой и позволяющей картировать и передние, и задние речевые области методики можно использовать задачу чтения про себя наборов слов, которые по семантике складываются в предложения, но даны в перемешанном порядке и в начальной форме. Такая задача должна активировать и глубокие уровни синтаксиса (семантический синтаксис, связанный с разложением компонентов ситуации на агента, объект и действие), и более поверхностные (формально-грамматическое синтаксирование; Ахутина, 2014), а также процессы семантической обработки речи и при этом не требует больших усилий. В данной работе описаны первые шаги на пути к созданию такой задачи — разработка стимулов и их пилотное исследование со сбором поведенческих показателей.

Методика

Разработка стимулов. Было составлено 30 простых предложений, каждое из которых имело следующую структуру: подлежащее (одушевленное существительное в именительном падеже и единственном числе, агент) — обстоятельство (наречие, отвечающее на вопрос «как?») — сказуемое (переходный глагол) — определение (прилагательное) — дополнение (существительное в винительном падеже, объект), например «Мальчик ловко поймал морскую рыбу». Все существительные — имена нарицательные. Слова подбирались таким образом, чтобы по семантике занимать максимально однозначное место в синтаксической структуре (в частности, чтобы конструкции были необратимыми). Род подлежащего (мужской/женский), вид глагола (совершенный/несовершенный), наличие изменения формы пятого слова при склонении в винительном падеже варьировались в пропорции 50/50. Затем все слова были поставлены в начальную форму и перемешаны в случайном порядке

в рамках каждого из предложений (функция `randperm` в Matlab) – например, «мальчик морской поймать рыба ловко», «обед готовить горячий старательно бабушка». Для каждого «предложения» были оценены длина всех слов в символах и средняя частотность слов (`ipm`; <http://dict.ruslang.ru/freq.php>).

«Предложения» были объединены в десять блоков по три в каждом. Средняя частотность слов в блоке составляла от 77.4 до 82.9 `ipm`, длина «предложений» – от 34.3 до 38.3 символов; блоки не различались по данным показателям (попарные сравнения с применением критерия Манна–Уитни, порог $p < .05$). Последовательность блоков учитывала чередование пропорций «предложений» в блоке по роду подлежащего (ж–ж–м или м–м–ж), виду глагола (несов.–сов.–сов. или несов.–несов.–сов.) и наличию изменения формы пятого слова в «предложении» (одно или два в блоке). Для предварительной тренировки было разработано три дополнительных «предложения».

Пилотное онлайн-исследование. С применением PsychoPy-2023.2.2 и <https://pavlovvia.org> были реализованы предъявление стимулов и сбор устных ответов через микрофон. Строки из наборов слов («предложения»), разделенные фиксационными крестами (1 с), предъявлялись по одной за раз в фиксированной последовательности (поскольку при фМРТ-реализации задачи планируется одинаковая последовательность для всех людей). Инструкция предполагала чтение слов (первая группа испытуемых) или составление предложений из слов (вторая группа), затем требовалось максимально быстро нажать на кнопку для перехода к следующему «предложению». Данные нескольких людей были исключены из анализа в связи с техническими нарушениями ($n=4$), преждевременными нажатиями ($n=2$) и нетипичным выполнением инструкции составления предложений (добавлением дополнительных слов, отсутствием изменения формы слов; $n=5$). Характеристики финальных групп представлены в табл. 1.

Для каждого набора слов оценивалось время их чтения или составления из них предложения (показатели были вручную скорректированы по результатам прослушивания аудиозаписей) и количество ошибок, затем эти показатели были усреднены по блокам. Внутри каждой группы испытуемых блоки сопоставлялись попарно с применением непараметрического критерия знаков (для связанных выборок), поскольку распределение различий между блоками не соответствовало ни нормальному, ни симметричному. Пороги были скорректированы на множественные тесты (Бонферрони, $p < .05/45$, то есть $p < .0011$). Дополнительно мы для каждого блока сравнили время чтения и составления предложений (критерий Манна–Уитни).

Результаты

Чтение слов. По времени чтения первые три блока отличались от блоков 4, 5, 7, 9, 10 (за исключением пары блоков 2 и 10, которые не различались) в большую сторону (рис. 1, левая часть). Максимальное различие между медианами составило 0.45 с. По количеству ошибок блоки не различались. Один участник составлял предложения, вместо того чтобы читать слова (его данные были перенесены в группу 2), другой читал слова, затем составлял предложе-

Таблица 1. Характеристики участников исследования в двух группах

	Группа 1 (чтение)	Группа 2 (составление предложений)
<i>n</i>	36	39
Пол (м/ж)	18/18	19/20
Возраст	24.0 ± 4.5	23.7 ± 3.4
Количество лет образования	14.7 ± 2.9	15.4 ± 2.8
Ведущая рука (Oldfield, 1971)	61.8 ± 36.8	70.3 ± 42.0
<i>n</i> людей с психическими заболеваниями*	7	3

Примечание: * — биполярное аффективное расстройство (4), синдром дефицита внимания с гиперактивностью (3), обсессивно-компульсивное расстройство (1), пограничное расстройство личности (1), генерализованное тревожное расстройство / посттравматическое стрессовое расстройство (1).

ния (время было скорректировано); отмечались единичные (2 раза) ошибки постановки глагола в личную форму. После и во время прохождения исследования шесть людей высказывали сомнения в том, что делали все правильно (что необходимо было именно читать) или сообщали, что «в голове строились предложения».

Составление предложений. По времени блок 3 отличался от всех последующих в большую сторону (максимальная разница между медианами 2.34 с); блок 7 дополнительно отличался от блоков 1, 4 и 10 в меньшую сторону (максимальная разница 1.43 с; рис. 1, правая часть). Внутри блока 3 максимальную медиану (9.46 с) имело задание «сестра игрушка подарить очередной охотно». Ошибок в блоке 3 было больше, чем в блоках 4, 6, 8 и 10. Максимальное количество ошибок в блоке 3 пришлось на задание «разговор бурный незаметно соседка послушать»: в 18 случаях наблюдалась замена на слово «подслушать». Отдельно анализировались изменения вида глагола, поскольку они качественно отличаются от других ошибок и встречались часто: блок 7 отличался от блоков 2–4, 8–10; блок 1 — от блоков 2, 4, 8–10; блок 6 — от блоков 2, 9, 10; блоки 3 и 5 — от блоков 9 и 10 (все отличия в большую сторону). Анализ отдельно по каждому блоку показал, что эти ошибки не связаны со временем выполнения задания (коэффициент корреляции Спирмена).

Составление предложений во всех блоках занимало больше времени, чем чтение ($p < .001$), в среднем разница между медианами составила 3.68 с. Исключение людей с психическими заболеваниями из анализа содержательно не меняло результаты (отдельные различия между блоками внутри каждой инструкции становились незначимыми — скорее из-за недостатка статистической мощности).

Обсуждение и выводы

Отличия первых трех блоков от последующих по времени *чтения* с высокой вероятностью обусловлены эффектами порядка (вработываемостью); макси-

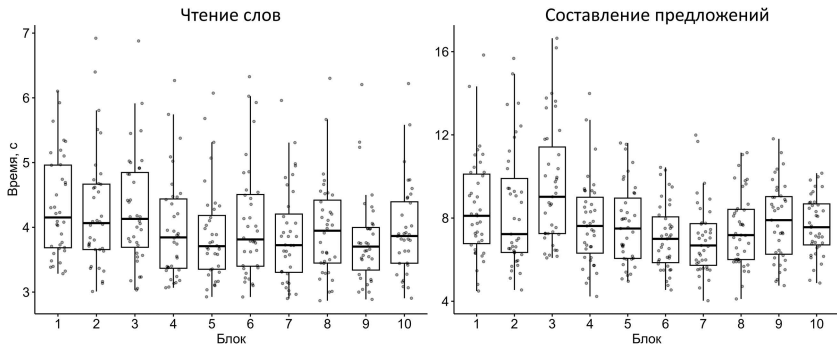


Рисунок 1. Диаграммы размаха для времени чтения слов и составления предложений по блокам

мальное различие между медианами (0.45 с) незначительно с учетом погрешности измерения. Однако этот результат может указывать на необходимость увеличения продолжительности тренировки. Самоотчеты участников и факты нарушения выполнения инструкции в этой задаче косвенно поддерживают нашу гипотезу о том, что чтение разработанных нами наборов слов автоматически задействует обработку синтаксиса.

Различия между блоками по времени *составления предложений* и допущенным в этом задании ошибкам, в свою очередь, едва ли могут объясняться эффектами порядка. Блок 3 оказался слишком сложным, на что указывают большее время его выполнения и высокая дисперсия, а также большее количество ошибок — в частности, почти в половине случаев наблюдалась одна и та же вербальная замена. Блок 7, напротив, оказался слишком простым. Ошибки изменения вида глагола, по-видимому, не являются значимыми для выполнения нашей задачи. Следующим этапом разработки задачи станет коррекция стимулов (в блоках 3 и 7) и/или перегруппировка «предложений» в блоках.

Для пациентов задача чтения представляется более предпочтительной, поскольку она проще, чем составление предложений. Будущее фМРТ-исследование позволит прояснить, позволяет ли эта задача локализовать передние и задние речевые области.

Литература

Ахутина Т. В. Вместо заключения: Модель порождения речи Леонтьева-Рябовой: 1967–2005 // Нейролингвистический анализ лексики, семантики и прагматики. М.: Языки славянской культуры, 2014. С. 395–417.

Игнатъев Г. А., Власова Р. М., Акинина Ю. С., Завьялова В. В., Ушаков В. Л., Иванова М. В., Драгой О. В. фМРТ-исследование чтения предложений: эффект контрольного условия // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 16 июня 2015 г. / Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. М.: БукиВеди, ИППИП, 2015. С. 158–164.

Печенкова Е. В., Паникратова Я. Р., Мершина Е. А., Власова Р. М. Прехирургическое картирование речевых зон коры головного мозга с помощью фМРТ: актуальное состояние и тенденции // Медицинская визуализация. 2022. Т. 26. № 1. С. 48 – 69. <https://doi.org/10.24835/10.24835/1607-0763-1094>

Lipkin B., Tuckute G., Affourtit J., Small H., Mineroff Z., Kean H., Jouravlev O., Rakocevic L., Pritchett B., Siegelman M., Hoeflin C., Pongos A., Blank I. A., Struhl M. K., Ivanova A., Shannon S., Sathe A., Hoffmann M., Nieto-Castañón A., Fedorenko E. Probabilistic atlas for the language network based on precision fMRI data from >800 individuals // Scientific Data. 2022. Vol. 9. No. 1. P. 529:1 – 10. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01645-3>

Oldfield R. C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory // Neuropsychologia. 1971. Vol. 9. No. 1. P. 97 – 113. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4)

NEW FUNCTIONAL LOCALIZER FOR FRONTAL AND TEMPORAL LANGUAGE AREAS OF THE BRAIN: TASK DEVELOPMENT AND PILOT BEHAVIORAL DATA

Ya. R. Panikratova* (1), R. M. Vlasova (2)

panikratova@mail.ru

1 – Mental Health Research Center, Moscow;

2 – University of North Carolina, Chapel Hill

Abstract. Location and lateralization of the key (i.e., frontal and temporal) components of the brain's language network are characterized by interindividual variability; thus, individual mapping of these functional regions is highly relevant. Existing fMRI localizers for language, taken separately, do not always allow for simultaneous mapping of anterior regions related to syntactic operations and posterior regions associated with semantic language processing. Furthermore, the applied tasks may be too complex for patients with cognitive deficits or insufficient motivation. Our previous research showed that reading pseudowords similar to different parts of speech in their base forms automatically loads not only lexical-semantic processing but also syntactic operations. Therefore, we hypothesized that the methodological difficulties could be overcome by creating a task that involves the silent reading of small word sets which semantically compose into sentences, but words in them are scrambled and given in their base forms. Such a task should activate both deep and surface levels of syntax as well as semantic language processing, without requiring much effort from an individual. In the current work, we describe the initial steps towards creating such a task, including the development of stimuli and their pilot testing.

Keywords: fMRI, brain mapping, language, syntax, semantics

АПРОБАЦИЯ РУССКОГО АНАЛОГА ЗАРУБЕЖНОЙ МЕТОДИКИ СОГЛАСНО-ГЛАСНОГО ДИХОТИЧЕСКОГО ПРОСЛУШИВАНИЯ

М. Н. Салькова*, М. С. Ковязина, Т. С. Муромцева

maria.shmakov@yandex.ru

МГУ, Москва

Аннотация. Настоящая работа посвящена разработке и апробации нового русскоязычного согласно-гласного слогового варианта дихотического прослушивания (с использованием взрывных согласных и одинарным ответом), созданного по аналогии с англоязычным вариантом и в соответствии с рекомендациями 2019 года (Westerhausen, 2019) по созданию надежного инструмента для оценки слухоречевого восприятия. В исследовании приняли участие 85 здоровых респондентов и 40 пациентов (20 с повреждением правого полушария и 20 с повреждением левого полушария). Методика продемонстрировала высокие показатели надежности-согласованности и ретестовой надежности. Между слоговым и словесным вариантом дихотического прослушивания на группе нормы была выявлена умеренная значимая корреляция. У пациентов она была больше, что можно связать с общей тенденцией к снижению количества ответов с уха, контралатерального по отношению к поврежденному полушарию, которая проявлялась при выполнении обоих вариантов дихотического прослушивания. Так, среди пациентов с повреждением правого полушария у 85 % отмечалось преимущество в ответах с правого уха, вплоть до полного игнорирования стимулов с противоположной стороны, в то время как у 65 % пациентов с левополушарной патологией — преимущество в ответах с левого уха. При этом для последних эта особенность была характерна не только при наличии сенсорной или акустико-мнестической афазии, но даже в случае афферентной моторной, эфферентной моторной и динамической афазии.

Ключевые слова: апробация методики, слоговое дихотическое прослушивание, асимметрия слухоречевого восприятия, норма, левополушарная патология, правополушарная патология

Введение

История применения дихотического прослушивания для исследования слухоречевого восприятия насчитывает уже более 60 лет. Со времен первой работы (Kimura, 1961) было создано множество вариантов задачи дихотического прослушивания, а коэффициент правого уха был валидизирован с помощью инвазивных (Hugdahl et al., 1997) и неинвазивных (Van der Haegen et al., 2013) методов как поведенческий показатель полушарной латерализации слухоречевого восприятия. В нашей же стране адаптирован только классический словесный вариант дихотического прослушивания (Котик, 1974), который имеет

ряд ограничений в виде вовлечения таких неконтролируемых переменных, как рабочая память, стратегия запоминания и ответа, фактор внимания. Именно поэтому началась разработка русского согласно-гласного слогового варианта дихотического прослушивания (Муромцева, Ковязина, 2020), в котором эти характеристики лучше контролировались благодаря использованию схожих согласных в дихотической паре, что способствует их слиянию в единый перцептивный образ и позволяет предъявлять одну пару за раз вместо четырех, как в словесном варианте. При этом новый слоговой вариант имел отличия от классического варианта Хугдала (Hugdahl, 2003): кроме высокоразличимых взрывных согласных, в русский вариант были добавлены сонорные и фрикативные, а классическая инструкция с одним ответом менялась на менее директивную формулировку, позволяющую называть все услышанное, что могло, с одной стороны, предоставлять дополнительную информацию для анализа, а с другой стороны — усложнять интерпретацию результатов, особенно при анализе асимметрии слухоречевого восприятия. Эти и другие особенности вышеупомянутой методики могут влиять на получаемые результаты (Westerhausen, 2019), поэтому остается актуальным создание русскоязычного аналога зарубежного варианта согласно-гласного дихотического прослушивания.

Методика

В качестве стимулов для нового варианта были использованы русские слоги, состоящие из взрывных согласных (/б/, /п/, /д/, /т/, /г/, /к/) и гласной /а/, по аналогии со слогами в классическом распространенном за рубежом варианте (Hugdahl, 2003). Для стимульного материала записывался естественный мужской голос, затем стимулы редактировались таким образом, чтобы слоги становились максимально похожими друг на друга по высоте, громкости, тембру и длине звука. Из полученных слогов создавались все возможные пары, включая 30 дихотических и 6 бинауральных — последние включались для того, чтобы убедиться, что испытуемые способны правильно идентифицировать стимульный материал в обычных условиях. В созданной методике все эти пары слогов повторялись 4 раза, суммарно получалось 144 пары. Это было сделано в соответствии с рекомендациями в статье Westerhausen (2019) для увеличения показателей надежности методики. Порядок стимулов был псевдорандомизированным, дополнительно контролировался негативный прайминг (в соседних предъявлениях не использовались одни и те же слоги, поскольку в исследованиях было показано, что респонденты склонны не называть стимул, который уже был в предыдущей паре слогов (Westerhausen, 2019)). Длина каждого слога составляла 250 мс, межстимульный интервал 3000 мс, общая продолжительность — 7 минут 48 секунд. Инструкция была следующей: «Вы будете слышать слоги. Каждый раз повторите один слог, который Вы услышали, громко и четко. Если покажется, что слышите два слога одновременно, назовите тот, который показался более отчетливым». Одинарный ответ после каждой слоговой пары использовался для минимизации вовлечения кратковременной памяти (Penner et al., 2009) и исключения трудностей интерпретации последовательности названия слогов.

В исследовании приняли участие две группы испытуемых. Первая состояла из 85 здоровых испытуемых (44 женщины, 41 мужчина, 18–72 года, средний возраст 33.4 ± 13.7 лет, 82 — праворукие, 3 — леворукие). Из них было отобрано 20 праворуких респондентов для сравнения с клиническими группами (10 женщин, 10 мужчин, 27–72 года, средний возраст 51 ± 9.39 лет). Вторая группа включала 40 пациентов (клиническая база: Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова) (см. табл. 1).

Таблица 1. Выборка пациентов

	Количество (человек)	Возраст (лет)	Этиология поражения	Давность пора- жения (месяцев)	Афазия
Повреждение областей левого полушария (ЛП)	20 праворуких, 5 женщин, 15 мужчин	28–74, 53 ± 12.5	– у 15 человек ишемический инсульт в левой средней мозговой артерии – у 3 человек геморрагический инсульт в левой гемисфере головного мозга – у 1 человека закрытая черепно-мозговая травма – у 1 человека спонтанное субарахноидальное кровоизлияние передней соединительной артерии	1–23	– у 9 афферентная и эфферентная моторная – у 4 моторная и сенсорная – у 3 моторная и акустико-мнестическая – у 2 динамическая – у 1 отсутствие афатических нарушений
Повреждение областей правого полушария (ПП)	20 праворуких, 12 женщин, 8 мужчин	28–70, 53.5 ± 11.8	– у 10 человек ишемический инсульт в левой средней мозговой артерии – у 9 человек геморрагический инсульт в правой гемисфере головного мозга – у 1 человека закрытая черепно-мозговая травма	1–35	

Для всех респондентов была проведена проверка порогов слышимости на следующих частотах: 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц; выбирались только те испытуемые, у которых разница между порогом чувствительности на правом и левом ухе была меньше 10 дБ, а абсолютный порог чувствительности правого/левого уха на каждой частоте не превышал 20 дБ. После аудиометрии испытуемые выполняли адаптированный словесный вариант методики (Котик, 1974) и созданный новый русскоязычный вариант слогового дихотического прослушивания (порядок предъявления двух вариантов чередовался), а также отвечали на общие вопросы о себе. 40 человек из группы нормы были обследованы два раза для расчета показателей ретестовой надежности. Участники

клинической группы дополнительно проходили нейропсихологическое обследование для выявления вида афазии.

По результатам дихотического прослушивания для каждого варианта определялось: количество ответов с правого и левого уха, коэффициент правого уха ($KПУ = (Оп - Ол) * 100 / (Оп + Ол)$, где Оп — ответы с правого уха, Ол — ответы с левого уха). С помощью корреляций Пирсона и Спирмена рассчитывались надежность-согласованность (сравнение двух равноценных частей методики), ретестовая надежность (сопоставление КПУ при первом и втором прохождении), конвергентная валидность (сопоставление КПУ слогового и словесного варианта), с помощью критериев Краскелла–Уоллиса и Манна–Уитни — чувствительность к латерализации поражения (сравнение показателей КПУ по слоговому варианту в трех экспериментальных группах).

Результаты

Сырые баллы по слоговому дихотическому прослушиванию первой группы респондентов показали нормальное распределение по критерию Шапиро–Уилка для количества ответов с правого уха ($p = .076$), с левого уха ($p = .106$), а также для показателей КПУ ($p = .059$) в группе нормы. Индивидуальные данные по слоговому варианту показали, что большее число ответов с правого уха ($KПУ > 5$) в этой группе встречалось у 76.5 % испытуемых, с левого ($KПУ < -5$) — у 11.8 % и еще у 11.8 % не было четкого преимущества в ответах (значения КПУ от -5 до 5). Были получены высокие показатели надежности-согласованности для группы нормы ($N = 85$, $r = .953$, $p < .001$) и для двух групп патологии (повреждение ЛП: $N = 20$, $p = .949$, $p < .001$; повреждение ПП: $N = 20$, $p = .976$, $p < .001$). Показатели ретестовой надежности продемонстрировали сильную связь между результатами первого и второго тестирования ($N = 40$, $r = .919$, $p < .001$). Дополнительно оценивалась ретестовая надежность слогового варианта дихотического прослушивания в зависимости от количества использованных пар слогов: 30 — каждая дихотическая пара повторялась 1 раз ($N = 40$, $r = .815$, $p < .001$), 60 — 2 раза ($N = 40$, $r = .880$, $p < .001$), 90 — 3 раза ($N = 40$, $r = .906$, $p < .001$). По показателю конвергентной валидности слогового и словесного варианта была получена положительная связь ($N = 85$, $r = .415$) на уровне значимости $p < .001$. В выборке патологии эта связь была выше (повреждение ЛП: $N = 20$, $p = .888$, $p < .001$; повреждение ПП: $N = 20$, $p = .794$, $p < .001$).

Отдельно исследовалась чувствительность слогового и словесного вариантов дихотического прослушивания к лево- и правополушарной латерализации повреждения головного мозга. По слоговому варианту среди пациентов с патологией левого полушария у 30 % было больше ответов с правого уха, у 65 % — с левого уха, у 5 % — отсутствие четкой латерализации; среди пациентов с патологией правого полушария у 85 % было больше ответов с правого уха, у 5 % — с левого уха, у 5 % — отсутствие четкой латерализации. Между тремя экспериментальными группами ($N = 20$ для каждой) были значимые различия по показателю КПУ ($H = 24.1$, $\varepsilon^2 = 0.4087$, $p < .001$). Наименьший показатель КПУ наблюдался в выборке левополушарных пациентов, а наибольший — в выборке правополушарных пациентов. Попарные сравнения этих трех групп

также продемонстрировали значимые различия по показателю КПУ (патология ЛП и норма: $U = 91, p = .001$, патология ПП и норма: $U = 69, p < .001$, патология ЛП и патология ПП: $U = 49.5, p < .001$).

Обсуждение и выводы

По созданному слоговому варианту дихотического прослушивания были получены высокие показатели как надежности-согласованности на выборке нормы и в двух клинических группах, так и ретестовой надежности. Ретестовая надежность оказалась высокой начиная с 30 пар слогов. Из этого следует, что при необходимости (например, при работе с тяжелыми пациентами) допустимо использование укороченного варианта, состоящего из 30–60 пар слогов. Была получена значимая положительная связь между показателями КПУ слогового и словесного варианта, но эта связь не была очень выраженной, что можно объяснить разной содержательной направленностью этих двух методик (слоговой вариант в первую очередь направлен на исследование латерализации слухоречевого восприятия, а словесный — на особенности рабочей памяти) (Муромцева, Ковязина, 2020). При этом эта связь была сильнее для групп патологии, что, вероятно, связано с общей тенденцией к снижению количества ответов с уха, контралатерального по отношению к поврежденному полушарию (Kimura, 1961; Schulhoff, Goodglass, 1969; Шипкова, 2013). Этим же можно объяснить значимые различия трех групп (повреждение ЛП, повреждение ПП и контрольная группа) по показателям КПУ. Так, у пациентов с правополушарной локализацией поражения отмечалось преимущество в ответах с правого уха, вплоть до полного игнорирования стимулов с противоположной стороны, а преимущество левого уха в выборке пациентов с патологией левого полушария встречалось не только при наличии сенсорной или акустико-мнестической афазии, но и в случаях афферентной моторной, эфферентной моторной и динамической афазии.

Литература

Котик Б. С. Исследование латерализации речевых функций методом дихотического прослушивания // Психологические исследования. Выпуск 6 / Под ред. А. Н. Леонтьева, Е. Д. Хомской, Е. Ю. Артемьевой, А. Г. Асмолова. М.: МГУ, 1974.

Муромцева Т. С., Ковязина М. С. Эквивалентность словесного и слогового вариантов теста дихотического прослушивания // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2020. № 4. С. 168–186. <https://doi.org/10.11621/vsp.2020.04.08>

Шипкова К. М. Изменение профиля слухоречевой асимметрии при афазии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2013. № 4. С. 65–75.

Hugdahl K. Dichotic listening in the study of auditory laterality // The Asymmetrical Brain / K. Hugdahl, R. J. Davidson (Eds.). Cambridge, MA: The MIT Press, 2003. P. 441–476. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1463.003.0017>

Hugdahl K., Carlsson G., Uvebrant P., Lundervold A. J. Dichotic-listening performance and intracarotid injections of amobarbital in children and adolescents: Preoperative and postoperative comparisons // Archives of Neurology. 1997. Vol. 54. No. 12. P. 1494–1500. <https://doi.org/10.1001/archneur.1997.00550240046011>

Kimura D. Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception // Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie. 1961. Vol. 15. No. 3. P. 156 – 165. <https://doi.org/10.1037/h0083218>

Penner I.-K., Schläfli K., Opwis K., Hugdahl K. The role of working memory in dichotic-listening studies of auditory laterality // Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2009. Vol. 31. No. 8. P. 959 – 966. <https://doi.org/10.1080/13803390902766895>

Schulhoff C., Goodglass H. Dichotic listening, side of brain injury and cerebral dominance // Neuropsychologia. 1969. Vol. 7. No. 2. P. 149 – 160. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(69\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(69)90012-8)

Van der Haegen L., Westerhausen R., Hugdahl K., Brysbaert M. Speech dominance is a better predictor of functional brain asymmetry than handedness: A combined fMRI word generation and behavioral dichotic listening study // Neuropsychologia. 2013. Vol. 51. No. 1. P. 91 – 97. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.11.002>

Westerhausen R. A primer on dichotic listening as a paradigm for the assessment of hemispheric asymmetry // Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition. 2019. Vol. 24. No. 6. P. 740 – 771. <https://doi.org/10.1080/1357650x.2019.1598426>

APPROBATION OF THE RUSSIAN ANALOGUE OF THE FOREIGN METHOD OF CONSONANT-VOWEL DICHOTIC LISTENING

M. N. Salkova*, M. S. Kovyazina, T. S. Muromtseva

maria.shmakov@yandex.ru

Moscow State University, Moscow

Abstract. The study presents the development and approbation of a new Russian-language consonant-vowel syllabic version of dichotic listening (using plosive consonants, single response). It was created in accordance with the foreign version and recommendations for creating a reliable tool for assessing verbal auditory perception (Westerhausen, 2019). The study was conducted on 85 healthy respondents and 40 patients (20 with right hemisphere damage, 20 with left hemisphere damage). The method demonstrated high indices of internal consistency and test-retest reliability. Convergent validity of the syllabic and verbal versions of the dichotic listening test showed a moderate, significant correlation in the normative group. In the clinical sample it was greater, which may be related to the general tendency toward a decreased number of responses from the ear contralateral to the damaged hemisphere, observed during the performance of both versions of the dichotic listening task. Eighty-five percent of patients with right hemisphere lesions showed a right-ear advantage, sometimes up to complete neglect of stimuli from the opposite side, while 65 % of patients with left hemisphere damage showed a left-ear advantage. Notably, this pattern was observed in cases of sensory or acoustic-amnesic aphasia and also in cases of afferent motor, efferent motor, and dynamic aphasia.

Keywords: method approbation, syllable dichotic listening, asymmetry of speech perception, healthy individuals, left-hemisphere pathology, right-hemisphere pathology

Компьютерная верстка: С. М. Злочевский, А. А. Акопян

Технические редакторы: И. В. Соколова, М. Е. Пчелинцева,
Е. С. Семина, В. П. Иванушко

Корректоры: П. Г. Лебедева, Н. П. Власенко

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Подписано в печать 18.06.2025. Формат 60х90 1/16.
Печ. л. 41,75. Тираж 150 экз. Заказ № 2471.

Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди»
117041, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Южное Бутово,
ул. Адмирала Руднева, д. 4, помещ. 13/6
Тел.: +7 (495) 926-63-96, www.bukivedi.com,
info@bukivedi.com

КОЛHNTBHHA HAKA

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2022

ISBN 978-5-4465-4437-0



9 785446 544370