

Особенности активности мозга при чтении текстов различных функциональных стилей у студентов с разной языковой системой

Р.А. Доронин^{1,2}, А.В. Астаева^{1✉}, Н.В. Епанешникова¹, Г.В. Мануйлов¹

¹ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

² Областная клиническая больница № 3, Челябинск, Россия

✉ astaevaav@susu.ru

Аннотация

Исследование психофизиологических характеристик восприятия информации разного художественного стиля в условиях чужой языковой среды может способствовать выявлению факторов, снижающих адаптацию и интеграцию в культурную и образовательную среду. **Цель** – выявить специфические психофизиологические характеристики активности мозга при чтении респондентами текстов с различной родной языковой системой. **Организация и методы.** Обследуемые лица – студенты – дифференцированы на две группы: 1) студенты с родным языком русским, владеющие английским на уровне не ниже В1, без опыта изучения китайского языка (n = 16); 2) студенты с родным китайским языком, владеющие английским языком не ниже уровня В1, без опыта изучения русского языка (n = 9). Последовательно проводился анализ вызванных потенциалов при анализе восприятия слова, изображения и текста. Стимульный материал для исследования представлен тремя видами: карточки с высокочастотными существительными на русском, английском и китайском языках и изображениями этих слов; эквивалентные тексты на русском, английском и китайских языках; вопросы по текстам. Параллельно проводилась запись электроэнцефалограммы с последующим анализом вызванных потенциалов, включая оценку латентности, амплитуды и топографии вызванных потенциалов. Математический анализ полученных данных проводился при помощи критерия Манна – Уитни, линейного регрессионного анализа. **Результаты.** Чтение текстов разных функциональных стилей сопровождается изменением процессов восприятия, декодирования и понимания текста, что обусловлено изменением активности структур головного мозга, обеспечивающих понимание письменной речи. Установлено, что русскоязычные участники более эффективно адаптируются к текстам, связанным с иностранным языком, тогда как китайскоязычные участники проявляют большую когнитивную эффективность при обработке иносказательных текстов. Это различие отражает влияние культурных и языковых особенностей на когнитивную обработку информации. **Заключение.** Полученные данные могут быть использованы для дальнейших исследований в области нейропсихологии и психофизиологии, психолингвистики и межкультурной коммуникации.

Ключевые слова: психофизиологические особенности, ЭЭГ, вызванные потенциалы, чтение текстов, знаки языка

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Особенности активности мозга при чтении текстов различных функциональных стилей у студентов с разной языковой системой / Р.А. Доронин, А.В. Астаева, Н.В. Епанешникова, Г.В. Мануйлов // Психология. Психофизиология. 2025. Т. 18, № 3. С. 79–90. DOI: 10.14529/jpps250308

Brain activity patterns during reading texts of various registers in students with different language systems

R.A. Doronin^{1,2}, A.V. Astaeva^{1✉}, N.V. Epaneshnikova¹, G.V. Manuylov¹

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

² Regional Clinical Hospital No. 3, Chelyabinsk, Russia

✉ astaeavaav@susu.ru

Abstract

Introduction: Investigating the psychophysiological characteristics of perceiving information in different registers within a foreign language environment can help identify factors that impede adaptation and integration into cultural and educational settings. **Aims:** the study aimed to identify specific psychophysiological patterns of brain activity during the reading of texts by respondents with different native language systems. **Materials and methods:** participants were students divided into groups: 1. native Russian speakers with English proficiency not lower than B1 level and no experience learning Chinese (n = 16); 2. native Chinese speakers with English proficiency not lower than B1 level and no experience learning Russian (n = 9). Evoked potentials were recorded during the perception of words, images, and texts. The stimulus material consisted of cards with high-frequency nouns in Russian, English, and Chinese with images representing these words; equivalent texts in Russian, English, and Chinese; and comprehension questions for these texts. Electroencephalograms and evoked potentials were recorded simultaneously with a focus on three key parameters: latency, amplitude, and topography. Statistical analysis was performed using the Mann–Whitney U test and linear regression analysis. **Results:** reading texts of different registers was accompanied by changes in perception, decoding, and comprehension. These changes are driven by altered activity in the brain structures that support written language comprehension. Russian-speaking students adapted more effectively to foreign texts, whereas Chinese-speaking students exhibited greater cognitive performance when processing figurative texts. This difference reflects the influence of cultural and linguistic characteristics on information processing. **Conclusion.** These findings confirm the existence of language- and text-specific features of information processing at the psychophysiological level. The obtained data can be used for further research in neuropsychology, psychophysiology, psycholinguistics, and intercultural communication

Keywords: psychophysiological features, EEG, evoked potentials, text reading, language signs psychophysiological features, EEG, evoked potentials, text reading, language signs

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Doronin R.A., Astaeva A.V., Epaneshnikova N.V., Manuylov G.V. Brain activity patterns during reading texts of various registers in students with different language systems. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology.* 2025;18(3):79–90. (in Russ.) DOI: 10.14529/jpps250308

Чтение и анализ текста – это сложные когнитивные процессы, обеспечивающиеся многокомпонентной нейробиологической структурой. Данная деятельность требует оценки не только восприятия контекста содержания, но и способностей к интерпретации, а также определению механизмов, которые лежат в основе понимания различных типов текстов, в том числе представленных в разных языках. Исследование психофизиологических характеристик восприятия информации разного художественного стиля в условиях чужой языковой среды может способствовать выявлению факторов, снижающих

адаптацию и интеграцию в культурную и образовательную среду [1].

Актуальность исследования обусловлена развитием научных изысканий в междисциплинарной среде, усилением культурного и научного обмена между странами и активным развитием миграционных процессов. Особое значение имеет процесс академической мобильности специалистов с целью формирования конкурентоспособности по актуальным научным и практическим темам. В данных условиях учащиеся или специалисты сталкиваются с необходимостью обучения, взаимодействия на иностранном языке, интеграции в

новую культурную среду, что предъявляет новые требования не только к личности, но и к учреждениям, принимающим иностранных граждан. Так, например, анализ ряда исследований позволил сделать выводы о том, что обучение на иностранном языке стимулирует развитие рабочих процессов памяти и улучшает способности к одномоментному решению нескольких задач, так называемой многозадачности деятельности [1–4]. В то же время трудности адаптации к языковой среде могут приводить к повышенному уровню стресса, что требует адаптации существующих или разработки новых подходов и методов обучения иностранному языку. Соответственно, требуется расширение способов и подходов исследования собственно процесса восприятия иностранного языка с включением методов изучения нейрофизиологических, психофизиологических процессов чтения и понимания текстов разной языковой структуры.

Так, в когнитивной психологии разные типы текстов (научный, художественный, публицистический) активируют различные когнитивные стратегии и требуют разного уровня когнитивной нагрузки [2, 5]. Например, литературные тексты, такие как басни, фразеологизмы, включают образно-метафорические структуры, что приводит к более сложной интеграции значений, что может быть зафиксировано в изменении латентности и амплитуды вызванных потенциалов (например, компонента N400, возникающая при семантической обработке содержания, и компонента P600, которая возникает при синтаксической оценке текста, а также при обработке грамматических ошибок или неожиданных элементах в предложениях) [6].

В психолингвистике рассматривается собственно процесс, в том числе и психофизиологический, порождения и восприятия речевых высказываний; различных видов, форм. Следовательно, можно проанализировать, как особенности русского и китайского языков (например, высокий уровень агглютинации и иероглифическая структура) влияют на семантическую и синтаксическую обработку текстов и их продукцию [7].

Психофизиологические методы исследования, в частности анализ вызванных потенциалов (ERP), позволяют обеспечить объективное измерение когнитивной нагрузки посредством оценки отдельных компонентов: P300, связанного с реакцией на целевые сти-

мулы; N400, указывающего на сложность семантической интеграции; P600, отражающего синтаксическую перестройку. Метод ЭЭГ позволяет провести анализ различий в паттернах биоэлектрической активности разных участков мозга при чтении текстов на родном и иностранном языках [8–10].

Семантическая обработка воспринимаемой информации, при которой происходит идентификация и понимание значений слов и фраз, сопровождается активацией левой височной области, в частности, верхней и средней височной извилины, включающей область Вернике (22-е поле по Бродману). Нижняя лобная извилина, преимущественно левого полушария, (45-е поле Бродмана) активируется при обработке значений слов и фраз, а также при восприятии синтаксически сложных конструкций, что также способствует семантическому восприятию текста. Височные доли, в особенности полюс (37-е поле Бродмана), участвуют в обработке понятий и более сложных смысловых ассоциаций, что особенно активно регистрируется при чтении научных текстов, содержащих абстрактные понятия [2, 5].

Синтаксический анализ структуры предложений, необходимый для понимания более сложных конструкций, смысла высказывания, например, при анализе сложноподчиненных или сложносочиненных предложений, характерных для научного и официально-делового стилей, обеспечивается преимущественно левой нижней лобной извилиной – зона Брока (44-е поле Бродмана). При этом передняя поясная кора (32-е поле Бродмана) обеспечивает контроль внимания, особенно при разрешении конфликтов, возникающих при столкновении с синтаксически сложными или двусмысленными структурами. В свою очередь, подкорковые структуры и базальные ганглии поддерживают последовательную обработку информации и планирование последовательности при восприятии сложных синтаксических конструкций, что важно в научных и официально-деловых текстах [11, 12].

Эмоциональное содержание образа или контекста текста при обработке знаковой системы обеспечивается взаимодействием миндалевидного тела, височной и затылочно-височной коры правого полушария. Так, лимбическая система в целом участвует в эмоциональной оценке информации, особенно в художественных и иносказательных текстах, которые содержат эмоционально насыщенные

образы. Правая височная кора играет важную роль в обработке образов и ассоциаций, что помогает восприятию образного содержания метафор [13–15]. При этом венстромедиальная префронтальная кора (район 25-го поля Бродмана) поддерживает интеграцию эмоций и памяти, что способствует образному и эмоциональному восприятию текста, особенно когда текст активирует ассоциативные или автобиографические воспоминания. Затылоч-но-височная область правого полушария (19-е поле по Бродману) активизируется при работе с визуальными образами и способствует формированию внутренних образов, возникающих при чтении художественных текстов.

Логическую последовательность контекста информации обеспечивает префронтальная кора, поддерживая интеграцию контекста, удержание информации в рабочей памяти и обеспечение логичности восприятия, что особенно актуально при чтении научных и официально-деловых текстов. Parietalная кора – нижняя теменная доля (39-е поле Бродмана) – участвует в обеспечении внимания и контроля над последовательностью восприятия информации, что важно для удержания контекста и связности текста. Важна также функция гиппокампа, участвующего в интеграции и связывании новых знаний с уже имеющимися, особенно когда текст требует удержания контекста или опоры на предыдущую информацию.

Таким образом, когнитивные паттерны являются индикаторами биоэлектрической активности головного мозга, связанной с механизмами восприятия, ориентировочной реакции, внимания, процессами опознания, принятия решения, прогнозирования событий, записи и считывания информации из памяти, выбора и подготовки поведенческого ответа и др. [10].

В контексте когнитивной обработки текстовой информации ключевыми являются следующие компоненты:

– компонент P300 (позитивная волна около 300 мс после стимула) связан с процессами внимания и рабочей памятью; чаще обнаруживается при обработке новой или значимой информации. P300 проявляется преимущественно в лобных и теменных областях при восприятии значимых и неожиданных семантических элементов, например, иносказательных и новых выражений, требующих удержания внимания [16];

– компонент N400 (негативная волна около 400 мс после стимула) особенно выражен при обработке лингвистических стимулов и ассоциируется с семантической обработкой и пониманием значений слов. Например, N400 усиливается, когда человек сталкивается с непривычными или противоречащими контексту словами, что требует дополнительных усилий для понимания. N400 наиболее выражен в височных и теменных зонах, в частности, в левой височной области. Усиление этой волны при чтении семантически нагруженных текстов (научных или с метафорическими выражениями) может указывать на высокую нагрузку в процессах осмысления и интеграции информации [17];

– компонент P600 (позитивная волна около 600 мс после стимула) ассоциируется с обработкой синтаксической структуры и грамматических ошибок. P600 усиливается при восприятии синтаксически или грамматически сложных конструкций, требующих анализа и реорганизации, например, синтаксически сложных конструкций, сложносочиненных предложений и грамматических ошибок. P600 обычно выражен в лобных и теменных зонах, особенно в левой лобной области (связано с зоной Брока), которая отвечает за обработку синтаксических конструкций и структуру предложений. Увеличение амплитуды P600 при встрече с синтаксически сложными предложениями указывает на активные усилия по анализу и структурированию текста [10];

– амплитуда и латентность вызванных потенциалов отражают разные аспекты работы мозга, связанные с когнитивными процессами. Амплитуда представляет собой величину изменения электрической активности мозга в ответ на стимул. Она связана с интенсивностью или силой нейронной активности, может отражать уровень внимания, усилия, затраченного на обработку информации, или значимость стимула для человека. Чем выше амплитуда, тем сильнее активация определенных когнитивных процессов. Латентность – это время, которое проходит с момента предъявления стимула до появления пика вызванного потенциала (P300 – около 300 мс), она показывает скорость обработки информации. Более короткая латентность указывает на быструю когнитивную реакцию, увеличение же может свидетельствовать о затруднениях в обработке информации или увеличении когнитивной нагрузки. Амплитуда и латентность иногда свя-

заны друг с другом, но не всегда. Сильный стимул может вызвать высокую амплитуду, но при этом латентность может оставаться неизменной. Увеличение когнитивной нагрузки может одновременно уменьшить амплитуду и увеличить латентность [8, 18, 19].

Таким образом, анализ когнитивных паттернов позволяет получить детализированную картину того, какие нейронные связи выстраиваются при восприятии и интерпретации текстов различных стилей, показывая не только степень, но и характер когнитивной нагрузки, что, в свою очередь, может способствовать выявлению различий в обработке информации между носителями разных языков и уточнить, как функциональные стили проявляются на нейрофизиологическом уровне на восприятии человеком текста на родном языке и при обучении новому языку, особенно отличающемуся по грамматической структуре, морфообразованию слов, графическому изображению письма символов, слов и т. д.

Целью проведенного исследования является выявление особенностей психофизиологических характеристик процесса чтения текстов разных функциональных стилей у носителей различных языковых систем. В связи с тем, что в китайском языке используется логографическое письмо, основанное на символах (логограммы), которые представляют собой морфемы или слова, при восприятии текстов больше активизируются те области мозга, которые отвечают за визуально-пространственную обработку информации, – правая височная и затылочно-височная кора больших полушарий мозга. В отличие от этого фонемологические языки (русский, английский) используют алфавитные системы письма, в которых символы (буквы) представляют фонемы, что требует более активной работы левой нижней лобной извилины и других областей, связанных с фонемологической обработкой информации [1].

Следовательно, можно предположить, что при освоении китайскими студентами русского языка возникнут такие проблемы, как:

– изменение стратегии обработки информации и перестройки нейронных связей, что повлияет на увеличение когнитивной нагрузки;

– снижение темпа чтения и переработки информации, в том числе и семантически сложных конструкций (метафор), так как логографическая система фокусируется на за-

поминании большого числа иероглифов, а алфавитная требует освоения звукобуквенных соответствий, что увеличит латентность N400 в связи с их более сложной когнитивной обработкой.

Организация и методы

Было проведено пилотное исследование, задачей которого являлся подбор диагностического инструментария для предъявления респондентам на русском, английском и китайском языках, и оценка вызванных потенциалов при восприятии текстов респондентами с разной родной языковой системой.

Исследование проводилось в ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», в лаборатории молекулярно-генетических исследований здоровья и развития человека.

В исследовании приняли участие 28 студентов, которые составили две группы: 1) студенты с родным языком русским, которые владеют английским на уровне не ниже В1, без опыта изучения китайского языка (средний возраст: 23 года) – 16 человек; 2) студенты с родным китайским языком, владеющие английским языком не ниже уровня В1, без опыта изучения русского языка (средний возраст: 23,5 года) – 9 человек.

Последовательно проводился анализ вызванных потенциалов при анализе восприятия слова, изображения и текста. Стимульный материал для исследования представлен тремя видами: карточки с высокочастотными существительными на русском, английском и китайском языках и изображениями этих слов; эквивалентные тексты на русском, английском и китайском языках; вопросы по текстам.

Существительные подбирались таким образом, чтобы у студентов обеих групп влияние контекста культуры на восприятие содержания информации было минимальным. В табл. 1 представлены примеры предъявляемых терминов.

В качестве метода оценки вызванных потенциалов и нейрофизиологических компонентов применялась процедура записи ЭЭГ при помощи 64-канальной системы BrainVision actiCHamp с использованием электродов actiCAP. Программное обеспечение для записи и анализа BrainVision Recorder, Analyzer и многоканальной системы сбора данных применялось с соблюдением

Термины для первой части эксперимента
Terms for experimental part 1

Русский Russian	Английский English	Китайский Chinese
Дом	House	家 (jiā)
Рука	Hand	手 (shǒu)
Книга	Book	书 (shū)
Дерево	Tree	树 (shù)
Солнце	Sun	太阳 (tàiyáng)

стандартов их обработки. Это позволило провести анализ вызванных потенциалов (ERP), включающий изучение латентности, амплитуды и топографии сигналов, что обеспечивает надежность и точность выводов.

Математический анализа полученных данных проводился при помощи критерия Манна – Уитни, линейного регрессионного анализа.

Дополнительно была разработана программа для предъявления стимулов в условии лаборатории ImagerLab, построенная на базе Python с использованием дополнительных библиотек: Tkinter (пользовательский интерфейс), Pygame (согласование и работа триггеров), Os (взаимодействие с директориями в операционной системе), Json (кодирование данных json).

Результаты анализа структуры вызванных потенциалов (ERP) при взаимодействии респондента с незнакомым языком позволили сделать заключения, подтверждающие изменения нейрофизиологических компонентов когнитивных процессов.

В группе испытуемых, родным языком для которых является китайский, компонент P300 проявляет стабильную латентность в диапазоне 320–370 мс для всех типов карточек, что свидетельствует об умеренной включенности в работу и задействовании оперативной памяти на всём протяжении этой части эксперимента. При демонстрации первого стимула (карточка со словом на незнакомом языке) показатель латентности составлял в среднем 350 мс, а при анализе второй карточки (картинка) средний показатель латентности опускается до 320 мс, что свидетельствует о снижении времени обработки информации на фоне снижения ее важности и полезности для респондента. Далее при демонстрации третьей карточки латентность возрастает до 380 мс, можно предположить, что участники находили этот стимул

особенно важным, так как именно он помогал выстраивать связь между словом на незнакомом языке и его значением на родном. Средняя амплитуда компонента P300 значительно выше регистрировалась при восприятии слова на первой карточке (12 μV) по сравнению со всеми остальными, что свидетельствует о гораздо больших когнитивных нагрузках при восприятии слова на незнакомом языке.

В группе испытуемых с родным русским языком латентность P300 стабильна, регистрируется в диапазоне 330–350 мс, что схоже с китайской группой, но изменений ВП значительно меньше при последовательном восприятии всех карточек. Так, наблюдаются диаметрально противоположенные показатели компонента P300 при предъявлении третьей карточки (слово на родном языке). Исходя из того, что средняя амплитуда P300 на третьей карточке у русскоязычных испытуемых значительно возрастает с до 0,9 μV по сравнению с реакцией на другие карточки, а средний показатель латентности снижается до 310–320 мс, можно выдвинуть предположение, что русскоязычные испытуемые используют иной способ обработки значимых стимулов и сохранения их в оперативной памяти по сравнению с носителями китайского языка.

Латентность N400 достигает пиков в районе 400 мс на первой карточке у китайских студентов, что является показателем того, что данный стимул может восприниматься как лингвистическая единица, значительно повышая когнитивную нагрузку. Вторая карточка воспринималась аналогичным образом, следовательно, можно предположить, что респонденты в уме «переводили» картинку-изображение в лингвистическую конструкцию.

В группе русскоязычных студентов анализ латентности N400 позволяет сделать за-

ключение о том, что обработка картинки и иероглифа требовали от испытуемых одинакового количества когнитивной нагрузки, так как при восприятии китайских иероглифов и изображений имеют практически идентичные значения: 315 и 320 мс соответственно. Напротив, третья карточка (слово на родном языке) вызвала рост латентности N400 с 320 до 400 мс, что говорит об активном включении обработки лингвистических стимулов на родном языке и соотносится с тем, что на карточке изображено слово на родном языке.

Карты распределения мозговой активности показали, что у студентов из Китая при обработке первой карточки наибольшая амплитуда N400 наблюдается в теменных областях ($-5,3 \mu V$) (рис. 1). У русскоязычных участников при обработке третьей карточки активность в лобных областях на второй секунде демонстрации достигала $20 \mu V (\pm 8 \mu V)$ слева, в то время как справа – $10 \mu V (\pm 6 \mu V)$. При этом активность в височных областях у обеих групп оставалась минимальной (рис. 2).

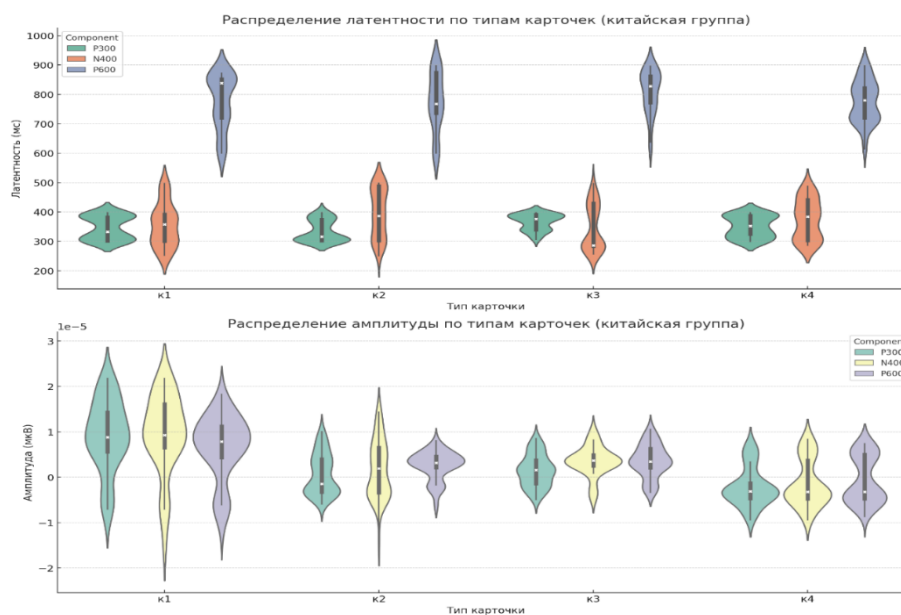


Рис. 1. Распределение вызванных потенциалов в китайскоязычной группе
Fig. 1 Distribution of evoked potentials in the Chinese-speaking group

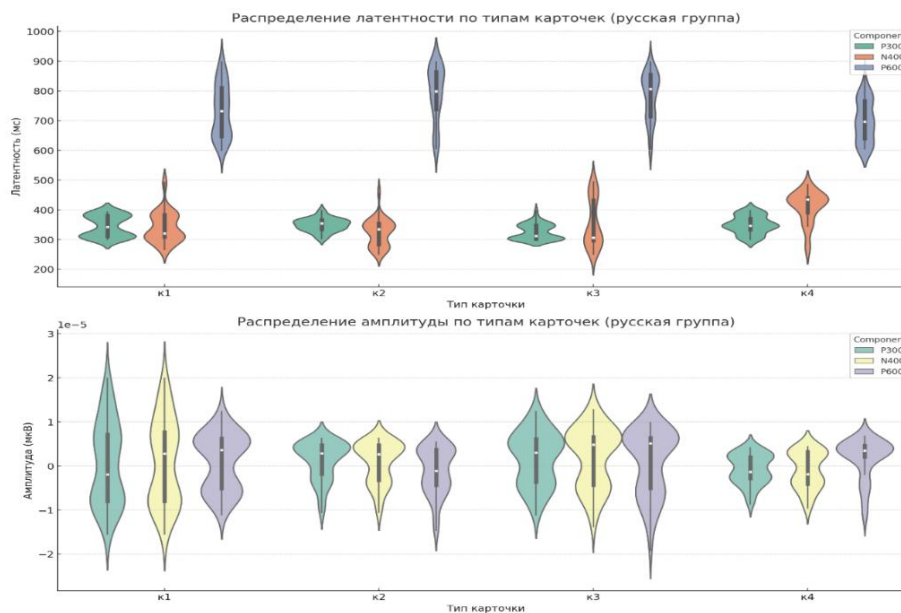


Рис. 2. Распределение вызванных потенциалов в русскоязычной группе
Fig. 2. Distribution of evoked potentials in the Russian-speaking group

Далее было проведено сравнение результатов двух групп между собой с использованием критерия Манна – Уитни. Только значимые результаты представлены в табл. 2.

В результате сравнительного анализа групп русскоязычных и китайскоязычных испытуемых обнаружено, что присутствуют сильные различия в амплитуде компонента P300 при анализе третьей карточки (слово на родном языке), что может свидетельствовать о разном уровне когнитивной нагрузки или вовлеченности между группами. Значимые различия в амплитуде при анализе к4 (карточка с картинкой и словом на незнакомом языке) могут быть связаны с различиями в восприятии стимула или стратегиями обработки. Несмотря на отсутствие значимых различий в латентности, амплитуда показывает значимые различия при восприятии обеих карточек в компоненте P300, это может указывать на то, что группы по-разному реагируют на стимулы на уровне интенсивности когнитивных процессов.

Наблюдаются значимые различия между группами при восприятии слова на незнакомом языке в латентности компонента N400. Это может указывать на разницу в скорости семантической интеграции. Также наблюдаются различия в амплитуде, что свидетельствует о различной степени когнитивной нагрузки при обработке семантического содержания карточки к4. Карточка к1 наиболее значима для определения различий между группами как по латентности, так и по амплитуде. Это может быть связано с разницей в обработке семантически сложных стимулов либо с проживанием китайскоязычных респондентов в русскоязычной среде.

Далее проведен линейный регрессионный анализ для результатов второй части экспери-

мента. Сравнивались показатели латентности и амплитуды каждого вызванного потенциала при восприятии текстов респондентами двух групп.

В результате анализа результатов русскоязычных испытуемых установлено, что значимое влияние на амплитуду оказывает процесс интерпретации художественного (иносказательного) функционального стиля текста на родном языке ($p \leq 0,001$), остальные типы текста статистически значимого влияния не оказывают. При анализе латентности выявлено, что латентность компонента P300 при чтении прямого текста на родном языке составляет около 359 мс. Наибольшее влияние на снижение латентности оказывает влияние иностранный научный текст ($p \leq 0,001$), однако анализ и научного текста на родном языке, и иностранного текста с прямым смыслом имеют значимые показатели, при этом иносказательный текст на родном языке на латентность данного компонента практически не влияет ($p > 0,05$), результаты представлены в табл. 3.

Для китайскоязычной группы латентность при чтении текста с прямым значением на родном языке в среднем составляет 356 мс. Текст с прямым значением на родном языке оказывает значительное влияние на латентность компонента P300 ($p < 0,001$), так же как и текст этого же функционального стиля на английском языке, что может свидетельствовать о более быстрой обработке когнитивной информации, связанной подобным типом текста текстом. Кроме этого, отмечается значительное влияние на амплитуду родного иносказательного текста. Влияние же остальных функциональных стилей текста статистически незначимо ($p > 0,05$). Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 2
Table 2

Сравнение двух групп с использованием критерия Манна – Уитни
Between-group comparisons using Mann–Whitney U test

Компонент Component	Карточка Card	Латентность Latency		Амплитуда Amplitude	
		U	p-уровень p-value	U	p-уровень p-value
P300	к3	48	0,183	0	0,020
P300	к4	64	0,671	34	0,032
N400	к1	6	0,000	144	0,003

к1 – карточка 1, к3 – карточка 3, к4 – карточка 4, U – критерий Манна – Уитни.
к1 – card 1, к3 – card 3, к4 – card 4, Mann–Whitney U-test.

Таблица 3
Table 3

Результаты регрессионного анализа латентности P300 для русскоязычных студентов
Regression analysis of P300 latency in the Russian-speaking group

Вариант текста / Text	Coef	std err	T	P	0,025
Средняя / Mean	359,161	3,608	99,555	0,250	352,062
Иностранный научный текст / Foreign scientific text	-23,516	5,102	-4,609	0,310	-33,556
Иностранный прямой текст / Foreign literal text	-15,226	5,102	-2,984	0,003	-25,265
Иносказательный текст на родном языке / Native- language figurative text	0,097	5,102	0,019	0,985	-9,943
Научный текст на родном языке / Native-language scien- tific text	-11,355	5,102	-2,226	0,030	-21,394

Примечание: coef – коэффициент регрессии, std err – стандартная ошибка, t – отношение коэффициента к его стандартной ошибке, p – уровень значимости, 0,025 – 95 % доверительный интервал.

Note: coef – regression coefficient, std err – standard error, t – coefficient/std error, p – significance level, 0.025 – 95% confidence interval.

Таблица 4
Table 4

Результаты регрессионного анализа латентности P300 для китайскоязычных студентов
Regression analysis of P300 latency in the Chinese-speaking group

Вариант текста / Text	Coef	std err	T	P	0,025
Средняя / Mean	356,191	3,811	93,470	< 0,001	348,697
Иностранный прямой текст / Foreign literal text	-7,873	5,389	-1,461	0,145	-18,470
Иносказательный текст на родном языке / Native- language figurative text	-27,746	5,389	-5,148	< 0,001	-38,343
Прямой текст на родном языке / Native-language literal text	-19,048	5,389	-3,534	< 0,0001	-29,645

Примечание: то же, что к табл. 3.

Note: refer to Table 3.

Обе группы показывают снижение латентности для иностранного текста с прямым значением и научного текста на родном языке.

Далее в русскоязычной группе наибольшее влияние на амплитуду компонента N400 оказал процесс чтения иностранного прямого текста и басни на родном языке. Их влияние статистически значимо ($p < 0,001$). Увеличение латентности при чтении иностранных текстов всех функциональных стилей статистически значимо в данном случае ($p < 0,001$). При этом самое значимое увеличение латентности наблюдается у иносказательного текста на родном языке (+87 мс от базового), а самое слабое – у иностранного научного текста (+56 мс). Такие результаты могут свидетельствовать о том, что для данной группы испытуемых научный текст на английском языке

является наиболее сложным и частично не поддается лингвистическому анализу.

В китайскоязычной группе наибольшее влияние стимулов на амплитуду компонента N400 оказывают иностранный прямой текст и иносказательный на родном языке. Их влияние статистически значимо ($p < 0,001$). Остальные типы текста (иностранный научный и родной научный) оказывают слабое положительное влияние, их эффекты незначимы ($p > 0,05$). Наблюдается статистически значимое снижение латентности при восприятии всех предъявленных текстов относительно родного текста с прямым значением. Наибольшее латентность снижается при чтении иносказательного текста на родном языке, что может быть связано с особенностями образного мышления китайцев.

В группе русскоязычных участников влияние типов текста на амплитуду компонента Р600 незначительно. Ни один из коэффициентов не достигает статистической значимости ($p > 0,05$). Среди них положительное влияние оказывает басня на родном языке, однако оно все равно остается незначительным. Результаты анализа амплитуды аналогичны при оценке данных респондентов из Китая. Различия в значениях коэффициентов у двух групп минимальны, что свидетельствует о схожести восприятия текстов обеими группами в рамках компонента Р600.

У русскоязычной группы латентность текста с прямым значением составляет 787 мс. Наибольшее увеличение латентности (41 мс) вызывает иносказательный текст на родном языке, возможно, это связано со сложностью синтаксической структуры данного функционального стиля. При этом при чтении английского текста с прямым значением латентность компонента Р600 находится на уровне 780 мс, что сопоставимо с этими же значениями при чтении аналогичного текста на родном языке. Учитывая уровень владения иностранным языком, можно предположить, что грамматические структуры трудностей не вызывают. Показатели латентности в научных текстах не достигают показателей статистической значимости. Китайскоязычная группа демонстрирует увеличение латентности компонента Р600 (+ 41 мс) при чтении иносказательных текстов на родном языке, по сравнению с текстами с прямым значением (787 мс). Латентность вызванного потенциала при чтении английского текста с прямым значением при этом совпадает с латентностью при чтении аналогичного текста на родном языке, что подтверждает гипотезу о том, что при знании английского языка на минимальном уровне В1 синтаксическая структура воспринимается, как и на родном языке. Обе группы по данному компоненту демонстрируют повышенную латентность при чтении иносказательных текстов на родном языке, можно сделать вывод, что синтаксическая структура такого функционального стиля является самой

сложной. Интересно, что латентность при чтении текста с прямым значением на родном языке у групп примерно одинаковая, даже учитывая принципиальное различие в знаках языков (русского и китайского). Можно сделать предположение, что при автоматизации языкового навыка синтаксическая структура анализируется крайне быстро, не зависимо от языка.

Выводы

Русскоязычные участники демонстрируют более высокую когнитивную готовность и эффективность обработки текстов на иностранном языке, что может быть связано с меньшими различиями между их родным языком и иностранными языковыми системами. У китайскоязычных участников обработка текстов на иностранном языке занимает больше времени, что, вероятно, обусловлено большей разницей между языковыми системами. При обработке родного иносказательного текста китайскоязычные участники показывают значительное снижение латентности, что может быть связано с их культурной привычкой к метафорическому мышлению и символике. У русскоязычных участников обработка таких текстов не вызывает заметных изменений, что может свидетельствовать о когнитивной сложности иносказательной информации для них. Чтение научных текстов вызывает более сложную когнитивную обработку у русскоязычных участников, что приводит к значительному снижению латентности. У китайскоязычных участников подобного эффекта не наблюдается, что, возможно, связано с трудностями восприятия специфической терминологии или стиля научных текстов. Таким образом, русскоязычные участники более эффективно адаптируются к текстам, связанным с иностранным языком, тогда как китайскоязычные участники проявляют большую когнитивную эффективность при обработке иносказательных текстов. Это различие отражает влияние культурных и языковых особенностей на когнитивную обработку информации.

Список источников / References

1. Петрова Н.Э. Функционально-стилистические особенности русского и китайского языков // Балтийский гуманитарный журнал. Филологические науки. Языкознание. 2019. Т. 8, № 3. С. 327–330. [Petrova N.E. Functional stylistic features Russian and Chinese languages. *Baltiiskii gumanitarnyi zhurnal = Baltic Humanitarian Journal*. 2019;8(3):327–330 (in Russ.)] DOI: 10.26140/bgз3-2019-0803-0082

2. Fernandez C.B., Fitcofsky K.A., van Hell J.G. Neural correlates of intra-sentential code-switching in the auditory modality. *Journal of Neurolinguistics*. 2019;51:17–41. DOI: 10.1016/j.jneuroling.2018.10.004
3. Shen L., Li X., Huang S. et al. Comprehending scientific metaphors in the bilingual brain: Evidence from event-related potentials. *Frontiers in Psychology*. 2022;13. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1037525
4. Wang Q. Neural Mechanism and Representation of English and Chinese Metaphors of Bilinguals with Different Second Language Proficiency: An ERP Study. *Chinese Journal of Applied Linguistics*. 2018;41(1):67–83. DOI: 10.1515/cjal-2018-0004
5. Deckert M., Schmoeger M., Geist M. et al. Electrophysiological correlates of conventional metaphor, irony, and literal language processing – An event-related potentials and eLORETA study. *Brain and Language*. 2021;215:104930. DOI: 10.1016/j.bandl.2021.104930.
6. Huang Y., Jiang M., Wang Y., Yao D. When one pseudoword elicits larger P600 than another: a study on the role of reprocessing in anomalous sentence comprehension. *Language, Cognition and Neuroscience*. 2021;36(10):1201–1214. DOI: 10.1080/23273798.2021.1922724
7. Sun L., Chen H., Zhang C. et al. Decoding brain activities of literary metaphor comprehension: An event-related potential and EEG spectral analysis. *Frontiers in Psychology*. 2022;13:913521. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.913521
8. Русскоязычный словарь терминов, используемых в клинической электроэнцефалографии / М.В. Синкин, Н.Е. Кваскова, А.Г. Брутян и др. // Нервные болезни. 2021. № 1. С. 83–88. [Sinkin M.V., Kvaskova N.E., Broutian A.G. et al. Russian Glossary of Terms Used in Clinical Electroencephalography. *Nervnye bolezni = Nervous diseases*. 2021;1:83–88]. DOI: 10.24412/2226-0757-2021-12312.
9. Menashe S., Mashal N., Anaki D. N400 modulations in metaphor evaluation and its associations with attentional systems: A behavioral and ERP study. *Journal of Neurolinguistics*. 2024;72:101203. DOI: 10.1016/j.jneuroling.2024.101203.
10. Zhu G., Huang Y., Wang X. Basic Theory of EEG. Multi-Modal EEG Monitoring of Severely Neurological Ill Patients. 2021:4–26. DOI: 10.1007/978-981-16-4493-1_1
11. Bambini V., Bertini C., Schaeken W. et al. Disentangling Metaphor from Context: An ERP Study. *Frontiers in Psychology*. 2016;7:559. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00559
12. Xu X., Zhang J., Wang Y., Jiang M. An ERP study on the late stage of Chinese metaphor processing. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2024;18:1269153. DOI: 10.3389/fnhum.2024.1269153
13. Jończyk R., Kremer G.E., Siddique Z., van Hell J.G. Engineering creativity: Prior experience modulates electrophysiological responses to novel metaphors. *Psychophysiology*. 2020;57(10):e13630. DOI: 10.1111/psyp.13630
14. McGregor S., Agres K., Rataj K. et al. Re-Representing Metaphor: Modeling Metaphor Perception Using Dynamically Contextual Distributional Semantics. *Frontiers in Psychology*. 2019;10:765. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00765
15. Tang X., Shen L., Yang P. et al. Bilingual Processing Mechanisms of Scientific Metaphors and Conventional Metaphors: Evidence via a Contrastive Event-Related Potentials Study. *Frontiers in Psychology*. 2022;13:894114. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.894114
16. Koller S., Müller N., Kauschke C. The Elephant in the Room: A Systematic Review of Stimulus Control in Neuro-Measurement Studies on Figurative Language Processing. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2022;15:791374. DOI: 10.3389/fnhum.2021.791374
17. Neves E.P., Cravo A.M., Carthery-Goulart M.T. Functionality of the N400 component and its application in studies of figurative language processing: a systematic review. *Revista Linguagem em Foco*. 2021;13(4):204–229. DOI: 10.46230/2674-8266-13-7263
18. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2016. Т. 8, № 4. С. 99. [Guidelines for carrying out of routine EEG of neurophysiology expert board of Russian league against epilepsy. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya = Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2016;8(4):99–108. (in Russ.)]
19. Belkhiria C., Peysakhovich V. Electro-Encephalography and Electro-Oculography in Aeronautics: A Review Over the Last Decade (2010-2020). *Frontiers in Neuroergonomics*. 2020;1:606719. DOI: 10.3389/fnrgo.2020.606719

Поступила 29.04.2025; одобрена после рецензирования 19.06.2025; принята к публикации 23.06.2025.

Информация об авторах

Доронин Роман Алексеевич, психолог кафедры клинической психологии, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, Челябинск, пр. Ленина, д. 76); психолог отделения медицинской реабилитации, Областная клиническая больница № 3 (Россия, 454021, Челябинск, пр. Победы, д. 287); ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8553-146X>; e-mail: doroninra@susu.ru

Астаева Алена Васильевна, кандидат психологических наук, доцент, заведующий кафедрой клинической психологии, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, Челябинск, пр. Ленина, д. 76); ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7459-6382>; e-mail: astaevaav@susu.ru

Епанешникова Надежда Викторовна, старший преподаватель кафедры клинической психологии, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, Челябинск, пр. Ленина, д. 76); ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0903-226X>; e-mail: epaneshnikovanv@susu.ru

Мануйлов Геннадий Валерьевич, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии управления и служебной деятельности, Южно-Уральский государственный университет (Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76); ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9870-865X>; e-mail: gennadiymanuylovproduction@gmail.com.

Заявленный вклад авторов

Доронин Р.А. – подготовка и проведение экспериментальной части исследования, подготовка первичного варианта статьи.

Астаева А.В. – концепция и дизайн исследования, подготовка и проведение теоретического исследования, подготовка конечного варианта статьи.

Епанешникова Н.В. – дизайн исследования, доработка конечного варианта статьи, форматирование текста.

Мануйлов Г.В. – подготовка экспериментальной части исследования, редакция и подготовка окончательного варианта статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Submitted 29.04.2025; approved after reviewing 19.06.2025; accepted for publication 23.06.2025.

About the authors

Roman A. Doronin, Psychologist, Department of Clinical Psychology, South Ural State University (76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia); psychologist of the Department of Medical Rehabilitation, Regional Clinical Hospital No. 3 (287 Pobedy Ave., Chelyabinsk, 454021, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8553-146X>; e-mail: doroninra@susu.ru

Alyona V. Astayeva, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Clinical Psychology, South Ural State University (76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7459-6382>; e-mail: astaevaav@susu.ru

Nadezhda V. Epaneshnikova, Senior Lecturer at the Department of Clinical Psychology, South Ural State University (76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0903-226X>; e-mail: epaneshnikovanv@susu.ru

Gennady V. Manuilov, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor of the Department of Psychology of Management and Performance, South Ural State University (76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9870-865X>; e-mail: gennadiymanuylovproduction@gmail.com

Contribution of the authors

Doronin R.A. – experimental part of the study, writing of the initial manuscript draft.

Astayeva A.V. – conceptualization, study design, theoretical research, preparation of the final version of the article.

Epaneshnikova N.V. – research design, revision of the final version of the article, text formatting.

Manuylov G.V. – experimental part of the study, revision and preparation of the final version of the article.

All authors have read and approved the final manuscript.