

Автономная некоммерческая образовательная организация  
высшего образования  
**«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»**

*На правах рукописи*



Норкина Марина Владимировна

**Влияние контекста на лексический доступ и процесс усвоения новых слов:  
индивидуальные языковые навыки и нейрофизиологические особенности**

5.12.2. Междисциплинарные исследования мозга

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Научный руководитель:  
кандидат биологических наук  
Ребрейкина Анна Борисовна

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭМПИРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОЛИ КОНТЕКСТА В ПРОЦЕССАХ ЛЕКСИЧЕСКОГО ДОСТУПА И УСВОЕНИЯ НОВЫХ СЛОВ .....</b>	<b>15</b>
1.1. Контекстная предсказуемость, типы контекста, лексический доступ .....	15
1.2. Лексический доступ при чтении на неродном языке и роль языкового опыта .....	18
1.3. Роль контекста в усвоении новых слов и развитии словарного запаса .....	22
1.4. Нейрональные основы усвоения новых слов в контексте .....	23
1.5. Возрастные особенности нейрофизиологических коррелятов усвоения слов в различных контекстах .....	30
1.6. Дизайн экспериментов в исследованиях по усвоению новых слов .....	32
1.7. Постановка проблемы исследования.....	36
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>39</b>
2.1. Эксперимент 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный .....	39
2.1.1. Цели и задачи исследования .....	39
2.1.2. Материалы исследования .....	40
2.1.3. Участники исследования.....	41
2.1.4. Процедура исследования .....	41
2.1.5. Анализ данных .....	42
2.2. Эксперимент 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков .....	44
2.2.1. Цели и задачи исследования.....	44
2.2.2. Участники исследования.....	45
2.2.3. Дизайн эксперимента .....	46
2.2.4. Стимульный материал .....	50
2.2.5. Процедура проведения.....	51
2.2.6. Обработка ЭЭГ данных .....	53
2.2.7. Анализ данных .....	54
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>59</b>
3.1. Результаты Эксперимента 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный .....	59
3.2. Результаты эксперимент 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков .....	61
3.2.1. Поведенческие данные.....	61
3.2.2. Нейрофизиологические данные .....	64
<b>ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....</b>	<b>70</b>
4.1. Обсуждение Эксперимент 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный .....	70
4.1.1. Выводы по работе исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный.....	72
4.2. Обсуждение эксперимента 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков .....	73
4.2.1. Поведенческие данные.....	74
4.2.2. Нейрофизиологические данные .....	76
4.2.3. Понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память .....	79
4.2.4. Выводы по Эксперименту 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков.....	81

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>83</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....</b>	<b>85</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>86</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>97</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>97</b>
<b>Демографические характеристики, читательские привычки и языковая среда участников .....</b>	<b>97</b>
<b>Приложение Б.....</b>	<b>99</b>
<b>Стимульный материал исследования .....</b>	<b>99</b>
<b>Приложение В.....</b>	<b>107</b>
<b>Описательная статистика и топографические карты для каждого экспериментального условия .....</b>	<b>107</b>
<b>Приложение Г .....</b>	<b>109</b>
<b>Результаты пост-хок анализа поведенческих и нейрофизиологических данных .....</b>	<b>109</b>
<b>Приложение Д.....</b>	<b>112</b>
<b>Данные анализа линейных моделей со смешанными эффектами.....</b>	<b>112</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

Язык играет основополагающую роль в коммуникации и получении знаний. Обширный словарный запас способствует более точному выражению и формулированию мыслей, облегчает освоение новой информации, а также улучшает навыки чтения и письма. Начиная с раннего детства, словарный запас человека формируется и расширяется в ходе усвоения новых слов. Этот процесс активно продолжается в школьные годы, когда подростки сталкиваются с новыми концепциями и терминами в различных предметных областях, особенно при чтении. Читающий обрабатывает текст, делает предположения о том, как будут развиваться события или о чем пойдет речь далее в тексте. Такие предположения помогают догадываться о смысле незнакомых слов, встречаемых в процессе восприятия текста.

Однако развитие словарного запаса не ограничивается только этими этапами; оно поддерживается и обогащается на протяжении всей жизни, когда человек взаимодействует с разнообразными источниками информации, развивается профессионально. Словарный запас также активно формируется при изучении иностранного языка, когда на фоне уже существующей языковой базы идет формирование новых языковых репрезентаций.

Расширение словарного запаса представляет собой динамичный и непрерывный процесс, который зависит как от характеристик усваиваемого материала, так и индивидуальных особенностей человека. Процесс интеграции нового слова в лексикон проходит несколько этапов, начиная с поверхностного знакомства со словом, которое выражается в ощущении, что слово ранее встречалось, и заканчивая более глубоким пониманием его значения и активным использованием в речи. Изучение данных этапов, а также влияние на них различных факторов (контекста изучения, индивидуальных особенностей изучающего и др.), возможно с помощью нейрофизиологических методов исследования (например, электроэнцефалографии (ЭЭГ), вызванных потенциалов

(ВП), фМРТ). Понимание нейрофизиологических механизмов является важным аспектом изучения процесса усвоения новых слов. С помощью метода вызванных потенциалов (потенциалов, связанных с событиями, ВП) можно с высокой временной точностью отслеживать процесс усвоения слов, что способствует более глубокому пониманию механизмов запоминания и обработки языковой информации. Полагают, что определенные компоненты вызванных потенциалов связаны с теми или иными когнитивными процессами и этапами обработки информации.

Таким образом, актуальность данной работы обусловлена необходимостью понимания механизмов, лежащих в основе эффективного расширения словарного запаса в условиях активного взаимодействия с языковым контекстом и индивидуальными когнитивными особенностями. Кроме характеристик материала, важную роль в усвоении слов и восприятии контекста играют индивидуальные особенности читателя, такие как беглость чтения, понимание текста, объем словарного запаса, вербальная рабочая память, а также языковой опыт (родной или неродной язык).

### **Степень разработанности темы исследования**

Мировой наукой накоплен значительный объем знаний о процессах усвоения слов. Исследования с использованием нейрофизиологических методов, в частности электроэнцефалографии (ЭЭГ) и вызванных потенциалов (ВП), позволили идентифицировать ключевые нейрокогнитивные маркеры этих процессов. Особое внимание в исследованиях памяти и процессов запоминания уделяется таким компонентам вызванных потенциалов, как N400 и P600. Компонент N400 отражает сложность лексико-семантической обработки и связан с процессами узнавания и припоминания [1], [2], [3], [4], тогда как P600 ассоциируется с интеграцией информации и осознанным выбором [5]. Эти нейрофизиологические маркеры помогают выявить специфические паттерны мозговой активности на разных этапах усвоения слов. Есть работы, в которых показано, что неокортикальные механизмы могут обеспечивать усвоение определенных особенностей слов после однократного предъявления [6], [7], [8]. Так, в работах Штырова и коллег [7], [9]

исследовались пластические процессы в мозге при усвоении новых слов в течение нескольких минут пассивного речевого восприятия. В работе было показано, что новые нейронные связи могут быстро формироваться при изучении нового материала. Такой процесс усвоения новых слов называется “быстрое картирование” [10], [11].

Среди характеристик материала, важным фактором, влияющим на процесс усвоения новых слов, является контекст, в котором они представлены. Полагают, что контекстная предсказуемость — степень, с которой последующие слова можно предсказать в ходе чтения — существенно облегчает понимание и запоминание лексики. Читатель строит предположения о развитии событий и содержании текста, что облегчает интерпретацию незнакомых слов. Несмотря на существование альтернативных точек зрения, существующие исследования свидетельствуют о значимости контекстуальной предсказуемости [12], [13]. Контекст может быть ограничивающим (когда возможен лишь один или несколько вариантов продолжения предложения) или неограничивающим (с множеством вариантов). Изучение слов вне контекста является малоэффективным, поскольку язык функционирует в контекстуальной среде, где смысл слов тесно связан с окружающей информацией.

Контекст играет ключевую роль в обучении и усвоении новой информации как у взрослых, так и у детей. Дети младшего дошкольного возраста нуждаются в разнообразном и повторяющемся контексте для эффективного запоминания новых слов [14], [15], [16], что также касается детей младшего возраста до трех лет [17], [18]. В раннем подростковом возрасте новые слова усваиваются быстрее, так как подростки обладают уже более развитым языковым опытом [19]. Тем не менее, подростковый возраст остается малоизученным, несмотря на его важность с точки зрения формирования навыков прогнозирования и предсказания лексики в контексте. Подростковый возраст представляет наибольший интерес с точки зрения того, что дети данного возраста уже могут формулировать предположения по ходу чтения и обладают языковым опытом, на основе которого могут строить предположения и предсказывать слова в контексте.

Хотя исследования демонстрируют, что контекстная предсказуемость влияет на языковую обработку при чтении на родном языке [20], [21], вопрос о том, влияет ли она на процесс чтения и восприятия языковой информации на неродном языке, когда также, как и в подростковом возрасте, активно формируется словарный запас, остается открытым. Исследования показывают, что такие характеристики текста, как длина слова [22], [20] и частотность [20], [23], также влияют на языковую обработку как при чтении на родном, так и на неродном языке. Изучающие иностранный язык на начальных этапах чаще опираются на частотность слов, чем на предсказуемость: более частотные слова читаются быстрее и проще [24], [25], [26]. Однако роль контекстной предсказуемости в чтении на неродном языке изучена недостаточно, и ее исследования демонстрируют противоречивые результаты. Предполагается, что на начальном этапе изучения языка построение предположений затруднено, однако при повышении языковых навыков влияние контекста возрастает.

Наконец, индивидуальные различия в использовании контекстной информации и в объеме словарного запаса оказывают значительное влияние на языковую обработку у детей и взрослых [27]. Дети с большим словарным запасом быстрее понимают произнесенные слова и демонстрируют лучшие результаты в обучении [28]. Объем словарного запаса является важным фактором индивидуальной вариативности на всех этапах жизни [29], [30], однако он не является единственным компонентом, влияющим на процессы языковой обработки. В некоторых работах исследованы такие языковые навыки как понимание прочитанного и беглость чтения [31], [32]. Однако работ, которые рассматривают индивидуальные навыки крайне мало, в особенности у подростков.

Таким образом, в существующих исследованиях часто рассматриваются либо роль контекста, либо индивидуальные различия, не объединяя эти аспекты. Междисциплинарный подход с использованием нейрофизиологических методов приобретает особую актуальность, поскольку позволяет комплексно исследовать взаимодействие восприятия контекста и индивидуальных характеристик в процессе активного расширения словарного запаса. Обоснованность данной

диссертационной работы также определяется тем, что работы о влиянии типа контекста на лексический доступ и усвоение слов при чтении были проведены преимущественно на романо-германских языках, тогда как на русском языке контекстная предсказуемость и типы контекста мало изучены. Также, подростковый возраст, представляющий собой период интенсивного формирования языковых навыков и расширения словарного запаса, исследовался лишь в ограниченном числе научных работ.

### **Цель и задачи исследования**

Цель исследования - показать особенности влияния контекста на восприятие и усвоение новой информации на поведенческом и нейрофизиологическом уровнях, а также вклад индивидуальных особенностей в процессы чтения и усвоения новых слов. Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

1. Провести анализ теоретическо-эмпирических материалов о роли типов контекстов при чтении, их влиянии на процесс усвоения новых слов, а также операционализации процесса усвоения новых слов при чтении.
2. Проанализировать влияние контекстной предсказуемости на скорость чтения носителями русского языка и изучающими русский язык как иностранный.
3. Сравнить успешность запоминания новых слов, воспринятых в ограничивающем и неограничивающем контекстах.
4. Выявить, на какие этапы обработки информации влияет то, в каком контексте (ограничивающем или неограничивающем) новые слова были предъявлены.
5. Выявить нейрофизиологические особенности усвоения новых слов, предъявляемых в различных типах контекста, а также их связь с индивидуальными когнитивными способностями.

**Объект исследования:** лексический доступ и усвоение новых слов в процессе чтения.

**Предмет исследования:** нейрофизиологические корреляты процесса усвоения новых слов в зависимости от типа контекста при чтении, а также влияние индивидуальных особенностей (уровень владения языком, словарный запас,

понимание прочитанного, вербальная рабочая память) на процесс усвоения новых слов и лексический доступ.

#### **Гипотезы исследования:**

1. Влияние контекстной предсказуемости на лексический доступ будет более выражено в группе носителей русского языка, а именно, слова с низкой предсказуемостью будут затруднять лексический доступ, что будет выражено в более длительном времени чтения.
2. Результат усвоения новых слов на поведенческом уровне, выраженный во времени реакции и правильности ответа, усвоенные в ограничивающем контексте будет выше, чем в неограничивающем контексте.
3. Результаты на нейрофизиологическом уровне покажут, что на слова, усвоенные в ограничивающем контексте, амплитуда компонента N400 будет ниже, а компонента P600 выше, по сравнению со словами из неограничивающего контекста и словами дистракторами (новыми словами, не представленными на этапе обучения экспериментального задания).
4. Участники с высокими баллами по тестам на вербальную рабочую память и тесты, связанные с чтением (беглость чтения, понимание прочитанного), продемонстрируют более выраженные различия в точности распознавания и скорости реакции на слова из ограничивающего контекста, чем на слова из неограничивающего контекста, а также более выраженные различия амплитуды компонентов N400 и P600 на эти стимулы.

#### **Научная новизна**

1. В работе впервые показано на материале специально разработанного корпуса русского языка для читающих на русском как иностранном влияние контекстной предсказуемости на лексический доступ при чтении на неродном языке.

2. Показаны особенности процесса усвоения новых слов у русскоязычных подростков 11-17 лет в зависимости от контекста, в котором слова предъявлялись.
3. Впервые показано, что понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память значимо влияют на процесс усвоения новых слов, предъявленных в разных контекстах, и коррелируют с нейрофизиологическими показателями.

### **Теоретическая значимость работы**

Диссертационное исследование носит междисциплинарный характер на стыке нейронауки и психолингвистики и позволило получить новые фундаментальные данные о когнитивных и нейрофизиологических особенностях усвоения новых слов в разных типах контекста. В результате исследования было определено влияние контекста и индивидуальных навыков на усвоение слов при чтении, а также мозговые корреляты, которые соответствуют данному процессу.

### **Практическая значимость работы**

Результаты исследования могут быть положены в основу рекомендаций к созданию более эффективно усваиваемого образовательного материала и более персонализированных методов обучения как родному, так и иностранному языку в зависимости от типа контекста и индивидуальных особенностей.

### **Методология и методы исследования**

Данное исследование опирается на теоретические представления и результаты эмпирических исследований роли факторов длины, частотности и предсказуемости слов в процессах чтения К. Рейнера. Также, настоящее исследование базируется на работах по усвоению новых слов Ю.Ю. Штырова, дуальной модели эпизодической памяти (процессов воспоминания и знакомства) А.П. Йонелинас и эмпирических нейрофизиологических исследованиях памяти М.Д. Рагга. В нашей работе мы также опираемся на данные эмпирических исследований, показывающих функциональную роль в процессе обработки речевой информации компонентов N400 и P600 [2], [33], [34], [27], [35], [36].

В рамках диссертационной работы применялись теоретические и эмпирические методы.

1) Теоретические методы исследования включали в себя анализ, обобщение результатов теоретических и эмпирических исследований. Для проведения анализа данных эмпирических работ были применены статистические методы, которые включали в себя линейные и логистические регрессии со смешанными эффектами, корреляционные тесты и t-тесты. Статистический анализ проводился в среде программирования R версия 4.3.3 (RStudio Team, 2020).

2) Эмпирические методы исследования заключались в проведении поведенческих тестов, экспериментальных парадигм. Для исследования влияния контекстной предсказуемости на лексический доступ использовалась методика чтения с саморегулировкой скорости. Для изучения роли контекста в процессе усвоения новых слов был проведен эксперимент с записью электроэнцефалографии (128-каналов система actiCHamp Plus (Brain Products GmbH), а для оценки индивидуальных особенностей батарея когнитивно-поведенческих методик.

#### **Основные положения и результаты, выносимые на защиту:**

- Фактор контекстной предсказуемости слова оказывает влияние на лексический доступ (скорость чтения) на русском языке как у читателей с родным русским языком, так и у изучающих русский язык, как иностранный. Причем при чтении на неродном языке эффекты предсказуемости проявляются сильнее, плохо предсказуемые слова вызывают бóльшие трудности.
- Тип контекста, в котором вводились новые лексические единицы, влияет на этап обработки, связанный с интеграцией и воспоминанием информации, при последующем распознавании, что отражается в компоненте P600. В то же время, тип контекста не влияет на этап обработки слова, связанный с ощущением его знакомости, который отражается в компоненте N400.
- Контекст оказывает более сильное влияние на усвоение новых слов у подростков с более высокими показателями понимания прочитанного и словарного запаса на поведенческом уровне.

- У подростков с более высокими показателями понимания прочитанного и словарного запаса различие амплитуды N400 между ранее предъявленными и новыми словами меньше, что может быть связано с меньшими сложностями распознавания новых слов.
- У подростков с более высокими показателями понимания прочитанного наблюдаются более значительные различия амплитуды P600 между ранее предъявленными и новыми словами, что отражает более эффективное усвоение новой лексики у опытных читателей.

### **Степень достоверности и апробация исследования**

Достоверность обеспечивается соблюдением этических норм и научных принципов проведения теоретического и эмпирического исследования, применением соответствующим поставленным задачам методов исследования, адекватным объемом и репрезентативностью выборки эмпирического исследования, использованием новых психодиагностических методик, теоретически обоснованными и соответствующими поставленным гипотезам исследования методами анализа данных. Материалы и результаты диссертационного исследования были представлены на научных семинарах и конференциях: на международной конференции AMLaP 2023, AMLaP 29 conference, Architectures and Mechanisms for Language Processing, устный доклад на тему «Predictability effect in L2 reading: eye-tracking data» (Дноestia, Сан-Себастьян, Испания, 2023); на «XXIV съезде Физиологического Общества им. И.П. Павлова» с постерным докладом на тему «Амплитуда компонента N400 при интеграции изображения в контекст предложения у подростков» (Санкт-Петербург, Россия, 2023); на всероссийской научной конференции «Императив академика А. А. Ухтомского — мозг и его самопознание» (Санкт-Петербург, 2025 г.), на Восьмой конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования» (Москва, 25-26 июня, 2025 г.); Международной научной конференции «Проблемы онтолингвистики — 2025: тенденции и перспективы» (онлайн, 4-6 марта, 2025).

В рамках работы над диссертационным исследованием опубликованы тезисы и 3 статьи в российских и международных изданиях, входящих в категорию Q1-2, K1 и тезисы конференций:

1. Norkina, M., Rebreikina, A., Markevich, M., & Grigorenko, E. L. (2025). The Role of the Sentence Constraint in New Word Acquisition While Reading in Adolescents: The ERP N400 and P600 and Reading-Related Skills. *Brain Sciences*, 15(6), 607.
2. Norkina, M., Alexeeva, S., Chernova, D., & Kharchevnik, M. (2024). Корпус предложений для изучающих русский язык как иностранный: влияние универсальных параметров на лексический доступ на неродном языке. *Russian Linguistics*, 48(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11185-024-09293-4>
3. Norkina, M. V. (2024). Neural Bases of Word Learning in the Context Across Different Age Range: A Narrative Review of International Research. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 21(3), 910-926. <https://doi.org/10.22363/2313-1683-2024-21-3-910-926>
4. Тезисы XXIV съезд Физиологического Общества им. И.П. Павлова. Норкина, М. В., Ребрейкина, А. Б., Берлин, Х. А., Семенова, Е. Ю., Стрельцова, А. В., & Логвиненко, Т. И. (2023). Амплитуда компонента N400 при интеграции изображения в контекст предложения у подростков. Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. ИП Павлова (pp. 381-381).
5. Тезисы 6-th Saint Petersburg Winter Workshop on experimental studies of speech and language (Night Whites 2022). Chernova, D. A., Norkina, M. V., Alexeeva, S. V., & Kharchevnik, M. A. (2022, December). Lexical access in L1 and L2 reading: an eye-tracking study. В сборнике тезисов 6-th Saint Petersburg Winter Workshop on experimental studies of speech and language (Night Whites 2022) (p. 23).
6. Тезисы Chernova D., Alexeeva S., Norkina M., Kharchevnik M. Predictability effect in L2 reading: eye-tracking. В книге *Architectures and Mechanisms for Language Processing*. 2023. С. 62.

**Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 96 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 140 наименований, а также списка публикаций по теме диссертации. Работа иллюстрирована 5 таблицами и 5 рисунками, имеет 5 приложений.

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭМПИРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОЛИ КОНТЕКСТА В ПРОЦЕССАХ ЛЕКСИЧЕСКОГО ДОСТУПА И УСВОЕНИЯ НОВЫХ СЛОВ

## 1.1. Контекстная предсказуемость, типы контекста, лексический доступ

Чтение представляет собой многоступенчатый когнитивный процесс, в котором читатель идентифицирует слова, извлекая их значения, объединяет слова в грамматически правильные конструкции и интерпретирует полученную информацию. Лексический доступ, понимаемый как процесс получения значения прочитанного слова, включает в себя зрительное восприятие, декодирование и выбор соответствующего слова из активного словарного запаса [37]. В результате этого процесса принимается решение о том, является ли рассматриваемая последовательность символов словом, а также происходит доступ к фонологической, синтаксической и семантической информации о данном слове.

Основные параметры, влияющие на процессы лексического доступа, можно разделить на две группы: это универсальные факторы, обуславливающие восприятие слова при чтении на любом языке, – длина, частотность и контекстная предсказуемость [38], [39], а также лингвоспецифические факторы – например, морфемный состав слова для языков с развитой морфологией, степень орфографической прозрачности слова для языков с алфавитной письменностью и другие [38].

Фундаментальным фактором, обуславливающим лексическую обработку слова, является его длина [40]. Влияние длины на лексический доступ подтверждено для ряда языков с различными типами письменности: для английского [41], [42], [43], [44] и французского [45], для корейского [46], [47], [48], иврита [49] и др. Идентификация длинных слов занимает больше времени вследствие того, что область сетчатки глаза, обеспечивающая восприятие

мелких визуальных деталей, ограничена, и для обработки такого слова может понадобиться больше одной фиксации (остановки взгляда) на нем.

Вторым универсальным фактором, который оказывает влияние на лексическую обработку слова, является его частотность. То, как часто человек встречается данную словоформу при чтении различных текстов, может обуславливать скорость, с которой активируются орфографические, фонологические и семантические представления о ней. Многие исследования с использованием различных экспериментальных методов неизменно демонстрируют эффект частотности слов: при контроле длины слова читатели смотрят на низкочастотные слова дольше, чем на высокочастотные [50], [51], [52][53] и др. Эффект частотности является устойчивым и воспроизводится для разных языков: английского [54], [55], французского [56], [57], немецкого [57], [58], нидерландского [57], [59], китайского [60], русского [61].

Наконец, третьим универсальным фактором, влияющим на обработку слова в контексте предложения, является степень контекстной предсказуемости этого слова. Легко предсказываемые на основе контекста слова обрабатываются быстрее (см., например, [62], [63], [20], [64]). Данные о степени предсказуемости слов получают в отдельном психолингвистическом эксперименте, в ходе которого участникам предлагается заполнить пропуск любым подходящим по смыслу словом (cloze-task), то есть предположить, какое слово может быть использовано в заданном контексте: доля случаев, в которых пропуск заполняется нужным словом, является показателем его контекстной предсказуемости. Эффект предсказуемости также продемонстрирован для различных языков, среди которых французский [56], китайский [65], [66] и русский [61].

Контекстная предсказуемость слова зависит от типа контекста. Контекст может быть различным по уровню ограничения, что помогает или затрудняет извлечь значение слов из него и предсказать слово. Сильно ограничивающий контекст относится к ситуациям, когда значение слова или понятия четко определено или ограничено конкретными условиями, которые помогают сузить

круг возможных интерпретаций слова (например, "Женщина надела теплый терг"). В то время как слабо ограничивающий контекст относится к ситуациям, когда значение слова или понятия не определено четко или не ограничено конкретными условиями (например, "Женщина указала на терг"). В таких контекстах может существовать двусмысленность или несколько возможных толкований слова, что усложняет задачу определения значения слова.

Следует также отметить, что тип контекста в исследованиях и существующей литературе обозначается различными терминами. В некоторых работах оперируют понятиями как "поддерживающий контекст" и "не поддерживающий контекст" (supportive/unsupportive) [67], [32], "высоко предсказательный" и "низко предсказательный" (high/low predictive) [36]. Поддерживающий контекст позволяет читателю вывести значение слова, тогда как неподдерживающий контекст не приводит к определенному значению. Таким образом, несмотря на разные термины, перечисленные определения относятся к предсказуемости и структуре предложений, из которых можно извлечь и понять значение конкретного слова.

Предсказательные процессы играют важную роль в изучении новых слов из контекста [1], [2], [68]. Мозг активно генерирует предсказания относительно поступающей сенсорной информации, основываясь на предыдущих знаниях и ожиданиях. В контексте приобретения новых форм слов предиктивная обработка предполагает, что мозг использует существующие лингвистические знания, чтобы предсказать и предугадать структуру и значение незнакомых слов. Развитие процессов предсказания требует времени и тесно связано с возрастом и лингвистическим опытом [27], [69]. Более того, степень, в которой молодые люди, изучающие язык, полагаются на предсказания, чтобы связать значения с новыми словами, остается неопределенной, как и количество использования языка, необходимого для данного процесса [70], [71].

Таким образом, контекстная предсказуемость, степень ограничения контекста играют важное значение для процесса чтения и усвоения новых слов. Факторы контекстной предсказуемости и типа контекста изучены преимущественно для чтения на родном языке взрослыми. Однако, учитывая тот

факт, что билингвизм стал неотъемлемой частью нашей жизни, все более актуальными становятся исследования, когда читающий активно усваивает новый язык. Понимание процессов лексического доступа у изучающих язык позволит сделать выводы об общих принципах работы словарного запаса, когда продолжается процесс его активного формирования. В большинстве опубликованных статей в качестве неродного языка рассматривается английский, что в определенной степени ограничивает выводы исследователей об универсальности влияния контекстуальной предсказуемости. Для русского языка подобных исследований нет. Кроме того, особый интерес для понимания процессов формирования лексического доступа представляют исследования процесса изучения языка другой языковой группы, имеющей сильно отличающиеся от родного языка принципы построения и письма.

Роль типа контекста в процессе усвоения новых слов изучалась преимущественно в детских и взрослых выборках, в подростковом возрасте, когда усвоение новых слов в процессе чтения приобретает большую роль, данная проблема исследована мало.

## **1.2. Лексический доступ при чтении на неродном языке и роль языкового опыта**

Большая часть исследований лексического доступа проведена на родном для их участников языке. Тем не менее существенный интерес представляют механизмы лексического доступа при чтении на языке иностранном – как с точки зрения теоретического описания механизмов чтения, так и с точки зрения прикладных задач лингводидактики. В частности, психолингвистов интересует вопрос, сохраняется ли влияние универсальных параметров длины, частотности и контекстной предсказуемости слова при чтении на неродном языке, когда идет активное усвоение новых, формирование словарного запаса.

В данной главе мы рассмотрим эмпирические исследования, посвященные этой теме. Однако отметим, что в ряде работ подчеркивается также влияние индивидуальных различий на универсальные параметры лексического доступа: уровень владения языком [72], [73], опыт его использования [74], [25], [26] и др. В обозреваемых далее исследованиях мы рассмотрим как универсальные параметры, так и дополнительные факторы, влияющие на чтение на иностранном языке, – если таковые были упомянуты.

Одно из первых исследований, в которых изучались параметры глазодвигательной активности при чтении на неродном языке, было проведено В. Уитфорд и Д. Тайтон [25]. В нем группа носителей французского читала тексты на английском языке, а группа носителей английского – на французском. В ходе исследования было выявлено, что частотность слова сильнее влияет на его обработку при чтении на неродном языке по сравнению с родным. Кроме того, обнаруженный эффект был сильнее для участников с небольшим опытом использования иностранного языка. У тех же, кто чаще его использовал, длительность фиксаций на низкочастотных словах различалась меньше при чтении не только на иностранном языке, но и на родном. По результатам анализа авторы пришли к выводу, что опыт использования языка (*language exposure*) – это один из главных критериев, который определяет скорость лексического доступа. При этом уровень владения иностранным языком не измерялся.

У. Коп и коллегами было проведено исследование на выборке носителей нидерландского языка, изучавших английский [74]. Участниками были взрослые билингвы (уровень B2 и C1 по шкале CEFR) и англоговорящие монолингвы. Было выявлено, что показатели окуломоторной активности носителей нидерландского языка при чтении на английском были ниже носителей языка и сопоставимы с таковыми у носителей английского в возрасте 7–11 лет. В другой статье 2015 года [74] на тех же данных исследовалось влияние частотности слов на глазодвигательную активность читающих. Авторы обнаружили эффекты частотности, сходные с описанными выше результатами В. Уитфорд и Д. Тайтон, а именно больший эффект частотности слова при чтении на неродном языке по

сравнению с родным. Другим фактором, влияющим на эффект частотности слов, являлся субъективно оцениваемый участниками опыт использования языка (language exposure): чем он меньше, тем заметнее эффект частотности слова.

Что же касается эффекта длины слова у неносителей языка, в исследовании У. Коп и коллег [74], [74] было продемонстрировано, что с увеличением количества букв в слове возрастает число фиксаций взгляда на нем. Эффект длины слова был более выражен при чтении на неродном языке. При этом уровень владения языком был у участников исследования высоким (B2-C1), но не влиял на скорость чтения предложений. Кроме того, отмечался и эффект длины предложения: слова в составе длинных предложений обрабатывались дольше, что, вероятно, связано с большей синтаксической сложностью таких предложений [23]. Во многих работах было доказано, что осложненные предложения вызывают трудности у читающих: они совершают регрессии и тратят больше времени на чтение [75], [76], [77], [78].

Данные о роли предсказуемости при чтении на иностранном языке имеют ряд особенностей. Так, в исследовании К. Д. Мартин и коллег [79] носители испанского языка, владеющие также английским языком, и монолингвы – носители английского читали про себя английские предложения двух типов: с неожиданным словом в конце и с ожидаемым (вторую часть предложения предъявляли пословно). Оценка уровня владения языком была проведена с помощью опросника, в котором участникам предлагалось самостоятельно оценить свой уровень владения родным и иностранным языком по шкале от 1 (низкий уровень) до 10 баллов (уровень носителя языка). Так, испаноязычные участники в среднем оценили свое владение родным языком как 9,4 ( $\pm 0,7$ ), а английским – как 7,6 ( $\pm 1$ ), что говорит об уровне владения иностранным языком выше среднего. Выяснилось, что у читающих на неродном языке эффект предсказуемости не проявляется так, как у носителей. Языковой опыт последних все же был недостаточен для того, чтобы предсказывать слова так же успешно, как это делали носители. Вместе с тем отметим, что указанный уровень владения языком является лишь субъективной оценкой участников, что может в

определенной мере ограничивать выводы из данной работы. Авторы исследования предлагают по меньшей мере два объяснения полученным результатам. Во-первых, процесс предсказания при чтении на неродном языке происходит медленнее, чем на родном. Во-вторых, при чтении на иностранном языке опора может идти не на процессы предсказания, а на пассивную интеграцию во время обработки предложения.

В исследовании В. Уитфорд и Д. Тайтон [24] эффект предсказуемости также был продемонстрирован при чтении текстов как на родном языке, так и на иностранном. При этом уровень владения иностранным языком (английским) был у участников достаточно высоким: 6,81 ( $\pm 0,54$ ) у молодых участников и 6,95 ( $\pm 0,26$ ) у более взрослых по шкале от 1 до 7, где 7 является уровнем носителя языка (по результатам адаптированного опросника LEAP-Q). Согласно полученным результатам, эффект предсказуемости зависел от уровня владения языком: у участника с высоким уровнем владения иностранным языком он проявлялся в той же мере, что и у носителей языка.

Таким образом, различия относительно эффекта предсказуемости в исследованиях [79] и [24] могут быть связаны с уровнем владения иностранным языком. На уровне, приближенном к носителям [24], эффект проявляется при чтении на родном и неродном языке одинаково, а при уровне чуть выше среднего языковые навыки предсказания еще недостаточно сформированы и отличаются от таковых у носителей [79]. Отметим еще одну возможную причину различий в полученных результатах. Два вышеупомянутых исследования отличаются тем, что в работе К. Д. Мартин и коллег [79] участники, читавшие на неродном языке, сравнивались с носителями языка, тогда как В. Уитфорд и Д. Тайтон [24] сравнивали чтение на родном и неродном языке, без сравнения участников с носителями – монолингвами.

Подводя итог, отметим, что чтение на неродном языке зачастую осложняется сниженной скоростью лексического доступа, а универсальные параметры длины, частотности и предсказуемости слова могут по-разному на этот доступ влиять в зависимости от таких факторов, как уровень владения

изучаемого языка и опыт использования языка. Отметим, что в описанных выше работах уровень владения неродным языком был достаточно высоким – возможно, это не всегда позволяло исследователям получить специфические именно для носителей языка результаты при сравнении контрольной и экспериментальной групп. А малое количество исследований в этой области и их неоднородность (выражающаяся, например, в разнообразии методов оценивания уровня языка – от самоопросника до набора лингвистических тестов) делает изучение механизмов чтения на иностранном языке все еще очень актуальным.

### **1.3. Роль контекста в усвоении новых слов и развитии словарного запаса**

Словарный запас играет критическую роль в развитии языка и тесно связан с другими аспектами когнитивных функций [80], [81]. Словарный запас расширяется в результате процесса усвоения новых слов, который происходит в детстве, продолжается в школе в подростковом возрасте и поддерживается на протяжении всей жизни. На протяжении многих десятилетий ученые и специалисты образовательной сферы занимаются изучением того, как приобретает словарный запас. Рост словарного запаса может происходить благодаря эксплицитному обучению (осознанному), изучению слов из повседневных ситуаций, встрече с незнакомой лексикой при чтении в определенном контексте, а также имплицитно (неосознанно) в контексте воспринимаемой речевой информации (устной и письменной).

Наиболее интенсивно он проходит с раннего детства до школьного возраста [82]. Процесс приобретения словарного запаса происходит очень быстро, дети развивают способности использования своих первых слов до построения предложений. Словарный запас продолжает расти в школе, поскольку новые слова изучаются из контекста во время обучения, особенно чтения [83].

На начальных этапах языкового развития дети часто используют одни и те же слова для обозначения широкого круга предметов и действий [84]. По мере роста словарного запаса дети совершенствуют способность точного определения значений слов, опираясь на контекстные подсказки, что позволяет формировать более четкие семантические представления.

Контекст сохраняет свою важность и на последующих этапах развития. Уже в начальной школе дети активно расширяют лексикон через чтение, где новые слова усваиваются преимущественно из контекста без явных определений [85]. Поскольку чтение составляет основу учебной программы, развитый навык чтения становится ключевым фактором успешного усвоения знаний. В подростковом возрасте чтение остается главным источником пополнения словарного запаса. Во взрослой жизни контекстуальные подсказки продолжают играть важную роль, особенно в профессиональной сфере, где новые слова чаще всего усваиваются через естественное употребление в конкретных ситуациях. Таким образом, контекст и его характеристики являются значимым фактором в процессе овладения лексикой на всех этапах жизни человека.

#### **1.4. Нейрональные основы усвоения новых слов в контексте**

На поведенческом уровне было показано, что контекст может способствовать обучению [86], [87], [88], [89], [90], [91]. Однако традиционные поведенческие методы (измерение времени реакции, точности ответов) обладают ограниченной способностью отражать сложные процессы усвоения новой лексики.

В отличие от них, современные методы нейровизуализации с высоким временным разрешением [92] позволяют регистрировать нейронные процессы в режиме реального времени - с точностью до миллисекунд, что значительно расширяет понимание механизмов овладения словами.

Усвоение слов представляет собой процесс из нескольких стадий - от первичного знакомства до активного использования в контексте. Хотя

нейробиологические основы этого процесса и возрастные различия пока изучены недостаточно [93], [94], современные исследования активно развивают это направление, уделяя особое внимание различным аспектам усвоения лексики, включая различие между имплицитными и эксплицитными механизмами обучения. Таким образом, комбинация поведенческих и нейровизуализационных методов открывает новые перспективы для более глубокого изучения когнитивных и нейробиологических механизмов усвоения слов на разных этапах обучения.

Мы сделали нарративный обзор с систематическим поиском статей [95], посвященных исследованиям усвоения новых слов с использованием ЭЭГ-маркеров (потенциалы, связанные с событиями, ритмическая активность мозга и их локализация), так как эти методы способны фиксировать временные изменения, которые могут отображать быстрые процессы при запоминании слов. Чтение представляет собой сложный когнитивный процесс, который можно исследовать с помощью метода вызванных потенциалов (ВП) в ЭЭГ. Этот подход позволяет анализировать временную динамику нейронной обработки текста с миллисекундной точностью. Такие компоненты ВП, как N400 (связанный с семантической обработкой) и P600 (отражающий синтаксический анализ и процессы интеграции информации в тексте), помогают понять, как мозг декодирует значение слов и устанавливает грамматические отношения между ними в реальном времени. Исследования показали, что амплитуда N400 уменьшается для предсказуемых и частотных слов, демонстрируя нейрофизиологические корреляты лексического доступа и интеграции значения в контекст.

Как показал проведенный обзор литературы [95], исследования процесса усвоения новых слов в разных контекстах различаются по задачам и исследуемому возрастному диапазону. В современном поле литературы (поиск по базам данных PubMed, Scopus и Web of Science) нами было найдено 239 статей, которые подходили под критерии отбора. В статьях должно было быть исследовано усвоение новых слов в различных контекстах нейрофизиологическим методом ЭЭГ. В финальный пул статей вошло 14 работ, которые были проанализированы.

В исследованиях нейрофизиологических коррелятов запоминания новых слов в различных контекстах анализируются такие компоненты вызванных потенциалов (event related potentials, ERP), как P200, N300 и N400, а также осцилляторная активность мозга в тета-, альфа- и бета-диапазонах. В большинстве исследований (12 из 14 статей) изучался компонент N400, что объясняется его высокой чувствительностью к лексическим и семантическим особенностям стимулов, в то время как другие вызванные потенциалы и осцилляторная активность мозга исследовались в отдельных работах или в работах совместно с компонентом N400.

Компонент P200 является ранним компонентом, который может указывать на первоначальное влияние семантической насыщенности и отражать раннюю семантическую обработку [96]. По результатам данного исследования новые слова вызывали меньшую амплитуду P200 в лобных и центральных областях в условиях множественного эпизодического восприятия по сравнению с условиями одиночного эпизодического восприятия [97].

Компонент N300 также является ранним нейронным компонентом, который усиливается, когда значение слова становится более сложным для обработки. Сразу после обучения на новые слова, которые были предъявлены в ограничивающем контексте, был получен менее негативный левый височный N300 компонент по сравнению со словами в слабо ограничивающем контексте. Стоит отметить, что новые слова в двух условиях вызывали более сильную медиальную лобную негативность по отношению к знакомым словам. Более того, через два дня после обучения эффект компонента N300 исчезал и заменялся более поздним, левотемненным (P600) эффектом [98].

Увеличение позднего позитивного компонента P600 (550-600 мсек) интерпретируется как маркер эпизодической памяти (в частности, памяти, основанной на воспоминаниях). В исследованиях разница между словами в условиях ограничивающего и неограничивающего контекста была показана в левой теменной области: слова в условии слабо ограничивающего контекста вызывали большую позитивность (P600) по сравнению сильно ограничивающим

контекстом. Компонент P600 на новые слова (неизвестные), предъявленные в условиях слабо ограничивающего контекста, имел большую амплитуду по сравнению с известными словами; этот результат отсутствовал для сильно ограничивающего контекста [98].

Среди рассмотренных нами работ только Момсен и коллеги [99] изучали осцилляторную активность. Активность тета-диапазона, возникающая на частотах от 4 до 7 Гц, ассоциируется с процессами извлечения информации из памяти, как в рамках обработки языка, так и за ее пределами [100], [101], [102], [103]. Альфа- (8-12 Гц) и бета- (13-30 Гц) частоты были связаны с различными когнитивными функциями, имеющими отношение к обработке языка, такими как вспоминание (извлечение из памяти), контроль внимания, процессы предсказуемости и операции с рабочей памятью [104], [105], [106], [107], [108]. Анализ связанных и несвязанных контекстов в рассмотренных исследованиях выявил относительное подавление альфа- и бета-волн (8-20 Гц) перед предъявлением псевдослов в финальной позиции в предъявлениях, имеющих значение, по сравнению с бессмысленными [99]. Кроме того, более высокие уровни подавления бета- и усиления тета-диапазона во время обработки начального предложения в предъявлении, в высоком, среднем и низком уровне контекстах, были связаны с повышенной вероятностью правильной идентификации псевдослова в данном задании [99].

Как уже упоминалось выше, в большинстве исследований, посвященных влиянию контекста на запоминание новых слов, анализировались изменения компонента N400 как индикатора обретения новыми словами семантического значения. Примечательно, что уже после трех предъявлений новых слов в предложении амплитуда компонента N400 на них была почти такой же, как на знакомые слова [19]. Важно отметить, что это снижение амплитуды компонента N400 было достоверным только для новых слов, которые изначально появлялись в сильно, а не слабо ограниченном контексте [27].

Исследования показали, что локализация нейронной активности выявленных изменений в процессе усвоения новой лексики варьируется в зависимости от характера заданий и конкретных условий, в которых они выполняются. В

исследовании Вергиловой и коллег основные эффекты, связанные с усвоением новых слов в разных контекстах, были обнаружены в затылочных отведениях головного мозга. На этапе обучения новые слова в сильно и слабо ограниченных контекстах приводили к большим амплитудам вызванных потенциалов в затылочных электродах по сравнению с лобными и центральными. На этапе тестирования (задача прайминга) новые слова, первоначально выученные в сильно ограниченном контексте, вызывали большую амплитуду компонента N400 на несвязанные слова-мишени, наибольший ответ наблюдался в затылочных отведениях [36].

В другом исследовании в условии сильного, среднего и слабого контекстов компонент N400 анализировался для новых слов, представленных в трех последовательных предложениях с увеличивающейся степенью ограничения контекста. Значительное ослабление амплитуды компонента N400 между предъявлениями предложений (от низкого к высокому ограничению) было обнаружено в лобной и теменной областях [109].

В работе с сильно и слабо ограниченными предложениями анализ N400 в задаче семантического суждения после сессии обучения показал, что эффект семантической связанности (повышенная негативность к не связанным и связанным словам-мишеням) был значимым для знакомых слов в лобных и теменных отделах. Аналогичным образом, редкие слова (новые слова), предъявленные в контекстах с высокими ограничениями, также вызывали значительный эффект связанности в лобных и теменных областях на этапе тестирования после обучения. Напротив, для слов, выученных в условиях слабого ограничения, наблюдалось значительное снижение эффекта в теменных участках, а в лобных участках эффект связанности не был обнаружен [98].

Боровский и коллеги [27] также исследовали предложения в сильно и слабо ограниченных контекстах, и их результаты показали, что в контекстных предложениях наблюдается тенденция к тому, что амплитуда N400 на новые слова больше по сравнению с известными словами в левом полушарии, а также в префронтальных и медиальных отведениях.

В работе с контекстами, которые имеют и не имеют смысл были получены следующие результаты: ко второму предъявлению слова, которые не имели смысла, вызывали больший ответ компонента N400 по сравнению со словами, которые имели смысл, значимым получился результат в левых латеральных зонах [110]. В другом исследовании с теми же условиями контекста (значимый и незначимый контекст) после предъявления третьего предложения в триплете N400 на новое слово в значимом условии был таким же, как и на настоящие слова, а компонент N400 на новое слово из не значимого контекста отличался от них в центральных и задних отведениях [67].

В работе с единичным и множественным эпизодическим контекстом N400 в условиях множественного эпизодического контекста был меньше для связанных целевых слов по сравнению с несвязанными словами в лобных и центральных областях [111]. Результаты локализации выделяют несколько областей мозга со значимым нейронным маркером N400 для обучения новым словам в условиях высоких ограничений: задние области, лобные и теменные области, левое полушарие и его латеральные участки.

Таким образом, использование связанных с событиями потенциалов (ERP), таких как N400, P200, N300, P600 и поздние позитивные компоненты, позволило получить ценные сведения о том, как контекст влияет на изучение и обработку слов. Компонент P200 отражает начальную семантическую обработку, при этом новые слова вызывают меньшие амплитуды в различных эпизодических условиях. Компонент N300 указывает на трудности в обработке значений слов, при этом контекст с сильными ограничениями приводит к меньшим амплитудам вызванных потенциалов сразу после обучения. Поздний компонент P600 связан с эпизодической памятью и демонстрирует различия между условиями с высоким и низким уровнем ограничений. Кроме того, активность тета-, альфа- и бета-диапазонов связана с процессами вспоминания и когнитивными функциями, имеющими отношение к обработке языка, причем подавление бета- и усиление тета-диапазона связано с правильным обозначением псевдослов в предъявлениях.

Компонент N400, чувствительный к лексическим и семантическим особенностям, показал снижение амплитуды на новые слова в совпадающих контекстах и в сильно ограниченных контекстах. В целом, широкое распределение наблюдаемых эффектов в исследованиях, указывает на то, что в процесс обучения новым словам в разных контекстах вовлечены различные области мозга. В анализируемых статьях в основном изучался нейронный маркер N400 в различных контекстах, что позволило выявить различия в его локализации. Анализ связанных с событиями потенциалов ЭЭГ выявил значимые результаты, связанные с усвоением и обработкой новых слов в различных контекстах. Исследования показали, что новые слова в сильно и слабо ограниченных контекстах вызывали разные ответы N400 в затылочных областях по сравнению с лобными и центральными. Кроме того, амплитуда N400 уменьшалась в лобных и теменных областях при переходе от предложений с низкой к предложениям с высокой степенью ограничения. Эффекты семантической связанности наблюдались для знакомых и редких слов, выученных в ограниченных контекстах, в лобных и теменных областях, с меньшими эффектами в контекстах со слабым ограничением. Наибольшие эффекты N400 для слов в предложениях были обнаружены в левых медиальных, центральных и лобных электродах. Более того, локализация ответов N400 подчеркивала вовлеченность задних областей, лобных и теменных областей, левого полушария и латеральных участков в процесс обучения новым словам в контексте с высокими ограничениями.

Таким образом, в результате анализа нейрофизиологических коррелятов запоминания новых слов в различных контекстах можно сделать несколько ключевых выводов. Прежде всего, компонент N400 оказался наиболее изученным, что подчеркивает его значимость в контексте лексической и семантической обработки. Ранние компоненты P200 и N300 продемонстрировали свою чувствительность к семантической насыщенности и сложности слов, а также влияние на амплитуду вызванных потенциалов в зависимости от контекста восприятия. Поздний компонент P600, ассоциируемый с эпизодической памятью, также подтвердил свою роль в различении слов в условиях ограничивающего и

неограничивающего контекста. Кроме того, исследования осцилляторной активности мозга показали важность тета-, альфа- и бета-диапазонов в когнитивных процессах, связанных с обработкой языка и извлечением информации из памяти. Таким образом, полученные результаты подчеркивают сложность и многогранность нейрофизиологических механизмов, участвующих в запоминании новых слов, а также необходимость дальнейших исследований для более глубокого понимания этих процессов. В нашей работе мы исследуем компоненты ВП N400 и P600. Прежде всего, ввиду того, что данные компонент N400 и P600 ранее были изучены в контекстах. N400 с точки зрения лексической и семантической обработки, а P600 эпизодической памяти. Наше исследование позволит нам сопоставить полученные нами данные с уже имеющимися в поле работами.

### **1.5. Возрастные особенности нейрофизиологических коррелятов усвоения слов в различных контекстах**

В проведенном нами нарративном обзоре со систематическим поиском статей мы отдельно проанализировали исследования возрастных особенностей нейрофизиологических коррелятов процесса усвоения слов в различных контекстах [95]. Среди рассмотренных статей в 4 исследованиях изучались дети и подростки в возрасте от 7 до 14 лет, в одном исследовании - дети от 8 до 16 лет (дети, подростки младшего и старшего возраста), большинство исследований посвящено взрослым (в возрасте от 18 до 30 лет) - 9 статей.

Прогнозирование - широко распространенная среди взрослых стратегия обработки языка, которая предполагает эффективное использование контекста для предвосхищения поступающей информации [2]. В процессе изучения языка развитие предикативной обработки - это постепенный процесс, на который влияют такие факторы, как возраст и языковая подготовка [27].

Было показано, что на поведенческом уровне существуют различия при усвоении новых слов в различных контекстах в зависимости от возраста. В то время

как маленькие дети обычно ассоциируют слова с новыми понятиями, которые им незнакомы [112], взрослые и дети школьного возраста связывают значения новых слов с понятиями, с которыми они уже знакомы и могут их легко описать [113]. Далее мы описываем особенности нейронных коррелятов при изучении новых слов в разных контекстах в зависимости от возраста.

Вергилова и коллеги [36] показали, что младшие дети в значительной степени опираются на контекст предложений, чтобы понять новую информацию, но с трудом запоминают и включают эту информацию в свой словарный запас после единичного предъявления (единичной встречи). Однако, дети постарше эффективно использовали специфические контексты, чтобы предугадать значения незнакомых слов, и успешно включали эти новые формы слов в свой словарный запас даже после единичного предъявления. Амплитуда компонента N400 на новые слова зависела как от контекста, в котором слова предъявлялись, так и от возраста участников. Кроме того, у детей младшего возраста наблюдались более значительные различия в амплитуде N400 на новые псевдослова по сравнению с реальными словами, представленными в контекстах с высокой предсказуемостью. Исследование показало, что влияние контекста на амплитуду компонента N400 при выполнении задания на запоминание слов и псевдослов снижалось по мере взросления участников. Исследователи интерпретировали эту закономерность как признак того, что по сравнению с ранними подростками участники в предподростковом возрасте больше зависят от контекстных подсказок, чтобы предвидеть предстоящие слова. Поэтому сталкиваются с большими трудностями (что приводит к большим изменениям N400), когда встречаются новые псевдослова, которые не соответствуют их ожиданиям [36]. Подростки младшего возраста укрепляют свои навыки усвоения новых слов, точно предсказывая слова после трехкратного знакомства с ними [19].

Взрослые, которым предъявлялись псевдослова в кратких отрывках текстов, смогли связать эти незнакомые словоформы с их предполагаемыми значениями после того, как данные слова были предъявлены участникам 10 раз. Впоследствии они демонстрировали признаки имплицитной консолидации памяти на новую

лексику [110]. Аналогичным образом взрослые учащиеся успешно использовали весьма ограниченные контексты для точного подбора синонимов к незнакомым и редким словам [98]. Даже в случаях всего одного обучающего предъявления, контексты с сильным ограничением способствовали созданию предсказаний относительно определений незнакомых псевдослов, с которыми они никогда раньше не сталкивались [34], [27].

Развитие предикативной обработки в процессе изучения языка происходит постепенно и зависит от таких факторов, как возраст и языковая подготовка. Дети младшего возраста демонстрируют более значительные изменения активности N400 для новых псевдослов по сравнению с реальными словами в контекстах с высокой степенью предсказуемости, что указывает на большую зависимость от контекстуальных подсказок. В отличие от них, взрослые могут связывать незнакомые формы слов с их предполагаемыми значениями после небольшого количества предъявлений и демонстрируют признаки имплицитной консолидации памяти для новой лексики. Они также могут использовать сильно ограниченные контексты для точного подбора синонимов к незнакомым словам и генерировать предсказания относительно определений незнакомых псевдослов после всего лишь одного предъявления.

Проведенный анализ литературы показал, что что возраст играет решающую роль в том, как люди обрабатывают и изучают новые слова в различных контекстах. Однако, относительно подростков изучались только ранние этапы данного возраста до 14 лет, а самих работ существует ограниченное количество, что является пробелом в понимании роли контекстной предсказуемости в усвоении новых слов в различных контекстах и их нейрофизиологических коррелятов.

## **1.6. Дизайн экспериментов в исследованиях по усвоению новых слов**

Варьируя контекст, исследователи ставят вопрос о том, как новые слова усваиваются из этого контекста на поведенческом и нейрофизиологическом

уровнях. Среди рассмотренных исследований нарративного обзора 8 работ представляют новые слова в контексте с различным уровнем ограничения (слабым, средним или сильным), 5 исследований используют предложения со смыслом и без него, а также связанные и несвязанные контексты. В одной работе использовался один эпизод или несколько эпизодических контекстов.

В проанализированных исследованиях задачи на проверку усвоения слов также имеют вариативность. В большинстве работ применяются лексические и семантические задачи (7), в некоторых исследованиях от участников требуется выполнить задание на распознавание (5) или ответить, является ли новое слово реальным объектом (2). Далее мы кратко опишем специфику дизайна с различными типами контекстов и задачи на проверку усвоения слов.

Отметим, что в исследованиях одним из способов определения уровня ограничения контекста является задание на определение контекстуальной предсказуемости слов (cloze probability task). Для этого данные собираются до начала основного эксперимента отдельным заданием. На основе полученных результатов предложения делятся на ограничивающие или неограничивающие.

В ряде работ в качестве материала участникам предъявляются предложения, набор предложений (триплет) или целые тексты. При этом новые слова предъявлялись в каждом предложении (как в его конце, так и в середине) [99], [109], либо только в последнем предложении текста либо триплета [34], [27].

В нескольких исследованиях новые слова были представлены в одном предложении в ограничивающем и неограничивающем контекстах [36] или только в одном из данных условий [98]. Говоря о модальности предъявляемых стимулов, можно выделить аудиальное и визуальное предъявление. Отметим, что аудиальные стимулы предъявлялись младшим участникам от 7 лет, чтобы уравнивать участников по уровню грамотности в раннем возрасте. В соответствии с дизайном экспериментов, во время прослушивания или чтения предложений перед участниками ставилась задача раскрыть определение нового слова после каждого из трех последовательно предъявленных предложений [67], [99], [109]. В других работах смысловое определение проверялось после чтения предложений с

помощью задачи прайминга [34], [27]. В задаче прайминга участников просили определить, является ли целевой элемент настоящим словом или нет, давая ответ о лексическом решении после появления каждого целевого слова.

Среди рассмотренных статей также были работы с предложениями, которые либо имели, либо не имели связанного смысла, были семантически связанными или несвязанными текстами [67], [19], [32], [99]. В условиях, где предложения не имели смысла, все предложения были определены как низко предсказуемые, при этом каждое из трех предложений завершалось различными целевыми словами. В условиях семантически связанных и не связанных предложений, контексты были созданы таким образом, что в одном условии новое слово согласовывалось со всем контекстом, и значение нового слова могло быть выведено на основе текста. В другом условии единственное значение нового слова вывести было невозможно. В таких исследованиях участникам предъявлялись новые слова в трех предложениях и требовалось определить значение слова [32], [99] или выполнить задание на распознавание слов после этапа обучения. А именно, участников спрашивали, соответствует ли незнакомое слово реальному слову, и если соответствует, то какому [110], [32]. Стоит отметить, что в типах текстов с контекстами со смыслом и без смысла также были собраны показатели контекстной предсказуемости, по данным которых был определён тип стимула с точки зрения ограничения контекста [32], [99]. В данных исследованиях можно выделить два подхода к предъявлению новых слов. В триплетах предложений, в одном условии предложения варьировались с точки зрения ограничения (от ограничивающего контекста к неограничивающему), так чтобы участник мог определить значения слова прочитывая стимулы от первого к третьему предложению. Во другом условии не было возможности определить значение слова, так как все предложения были в слабо ограничивающем контексте, и несколько целевых вариантов ответа о значении слова могли иметь место.

Одно исследование отличалось от других тем, что в нем изучались типы контекстов с точки зрения эпизодичности, а именно: одиночный или множественный эпизодический контекст [111]. В каждом условии новое слово

использовалось один раз в двух предложениях. В условии с одним эпизодом оба предложения относились к одному и тому же эпизоду (одна ситуация с разворачивающимся сценарием). В условиях множественного эпизодического контекста оба предложения описывали разные ситуации. Таким образом, множественный эпизодический контекст давал больше возможностей для создания более стабильной семантической репрезентации нового слова, чем в контексте с высокими ограничениями. Задача участников состояла в том, чтобы прочитать и сообщить, поняли ли они предложения и узнали ли значение нового слова. После задания на чтение следовала задача на принятие лексического решения.

В заключении обозначим, что обзор последних исследований, в которых решались задачи мониторинга изменений в динамике активации мозга в процессе обучения словам, использует различные дизайны экспериментов и различные контексты. В большинстве работ изучался ограничивающий и неограничивающий контекст, лишь в немногих исследованиях использовали значимые и не значимые контексты, при этом в обоих случаях собирались данные предсказуемости для распределения предложений к уровню ограничений (сильный и/или средний и слабый уровень ограничений). Интересным для нашего исследования является подход, при котором участникам исследований предлагались новые слова в контексте трех предложений, и им нужно было определить значение этих слов [19], [99] или выполнить задание на распознавание слов после этапа обучения. В таком подходе новые слова, во-первых, предъявляются участнику в предложениях, когда воссоздаются наиболее естественные условия восприятия слов при чтении, по сравнению с предъявлением единичных слов. А, во-вторых, этап проверки после обучения, позволяет изучить, как происходит дальнейший процесс усвоения нового слова.

### 1.7. Постановка проблемы исследования

Проведенный анализ литературы показал, что лексический доступ при чтении, а также усвоение новой лексики являются сложными процессами, требующими комплексного подхода к изучению: изучения нейрофизиологических механизмов, индивидуальных особенностей человека, свойства самих слов и контекста и их взаимосвязей. Выделенные компоненты и их взаимодействие, которые нужно учитывать при исследовании данных процессов схематично представлены на рисунке (см. Рисунок 1. Так, контекстная предсказуемость/тип контекста, может способствовать усвоению новых слов, а большой словарный запас, в свою очередь, облегчает понимание контекста. Контекстная предсказуемость и большой словарный запас могут облегчать восприятие текста, увеличивать скорость чтения и понимание прочитанного. В свою очередь, лучшее понимание позволяет эффективнее использовать контекстные факторы и расширять словарный запас. Кроме того, различия в индивидуальных когнитивных способностях могут быть обусловлены особенностями организации мозговой деятельности, что, в свою очередь, оказывает влияние на процессы лексического доступа и усвоение новых слов в различных контекстах.



Рисунок 1 - Влияние контекста на лексический доступ и процесс усвоения новых слов: индивидуальные языковые навыки и нейрофизиологические особенности

Так, исследование актуальной экспериментальной литературы демонстрирует, что остается открытым вопрос о влиянии контекстной предсказуемости на лексический доступ при чтении у изучающих русский как иностранный язык, в период активного приобретения словарного запаса. Исследуя влияния универсальных эффектов частотности, длины и контекстной предсказуемости слова на процессы лексического доступа у носителей китайского языка, читающих на русском на уровне В1 (первый сертификационный уровень), что говорит об их достаточном владении языком (но не близком к уровню носителя), мы можем получить специфические для неносителей результаты, указывающие на особые механизмы чтения на неродном языке, когда идет активный процесс усвоения языка – или подтвердить универсальность этих механизмов независимо от того, на каком языке человек читает. Для проверки наших гипотез нами был проведен Эксперимент 1 -

“Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный”.

В исследованиях контекстных ограничений и усвоения новых слов наиболее изученной возрастной группой являются взрослые, когда навыки, связанные с чтением, уже развиты, и, в меньшей степени исследован детский возраст, когда эти навыки активно формируются; наименее изученным возрастом является подростковый. Однако, подростковый возраст является переходным возрастом, когда продолжают формироваться навыки грамотности и чтения. Существующие исследования показывают, что многие подростки испытывают трудности с пониманием прочитанного. Это критически важный возраст для изучения эффективности усвоения слов из контекста во время чтения как на поведенческом, так и на нейрофизиологическом уровне. Таким образом, остается неясным, насколько вероятно, что подростки могут опираться на контекст и предсказуемость для связывания значений с новыми словоформами или какой объем языкового опыта им требуется для этого.

Отметим также, что в центре внимания современных исследований находится вопрос о влиянии индивидуальных различий на процессы чтения и усвоения новой лексики. Так было показано, что читатели, испытывающие трудности с пониманием прочитанного, испытывают трудности и с пониманием смысла слов. Было показано, что ограниченный словарный запас также приводит к трудностям усвоения новых слов, представленных в предложениях с неограничивающим контекстом, по сравнению с предложениями с ограничивающим контекстом. В более широком смысле, трудности с выполнением заданий на заучивание слов могут быть связаны с ограничениями когнитивных ресурсов, таких как рабочая память, что может препятствовать способности эффективно выводить новые значения слов. Для изучения данных факторов и проверки гипотез нами проведен Эксперимент 2 - “Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков”.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Эксперимент 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный

#### 2.1.1. Цели и задачи исследования

Для изучения процессов чтения важным ресурсом являются материалы корпусов текстов или предложений. На данный момент разработаны корпуса чтения на различных языках, в том числе на русском [61]. Использование Русского корпуса предложений [61] для исследования процессов чтения у изучающих русский как иностранный представляется нам нецелесообразным по ряду причин. Во-первых, в предложениях корпуса содержится большое количество слов, относящихся к продвинутым уровням владения языком (не входящих в лексические минимумы ниже уровня C1 (третий сертификационный) по шкале CEFR (резьба, упрек, посиделки)), а также сложных для восприятия метафор (шлейф финансовых скандалов, сыщики решили рыть в другом направлении). Во-вторых, многие предложения Русского корпуса являются сложными для изучающих русский как иностранный с точки зрения синтаксической структуры (Что ты хочешь, чтобы тебе повторили, вопрос или ответ? – предложение с вопросительным выносом). Эти два фактора могут препятствовать пониманию прочитанного и провоцировать поверхностную обработку текста, что является нежелательным при изучении процессов лексического доступа. Корпусные исследования чтения на неродном языке немногочисленны и проводятся преимущественно на материале английского языка [114], [23], [115], [116]. Русский язык обладает рядом особенностей, что делает его привлекательным для типологических сопоставлений: кириллическая письменность, регулярная, но не полностью прозрачная орфография, развитая

морфология. В связи с этим актуальной задачей представляется разработка корпуса для чтения на русском в качестве иностранного языка.

### *2.1.2. Материалы исследования*

Для исследования контекстуальной предсказуемости, частотности и длины слова нами был разработан корпус русских предложений для изучающих русский как иностранный, в который вошло 90 предложений. Среди предложений, вошедших в корпус, было 45 простых неосложненных предложений (В воскресенье вся дружная семья поехала на дачу) и 45 предложений, осложненных причастными (Город, построенный вдоль реки, состоял из двух частей) и деепричастными (Я приехала к ней, попросив выслушать меня) оборотами, а также предложений с двумя грамматическими основами (У мамы есть подруга, которая живет прямо напротив здания театра). Предложения, состоящие из более чем двух основ или осложненные более чем одним обособленным членом, в корпус не включались. При отборе синтаксических конструкций и грамматики мы ориентировались на Государственные образовательные стандарты по русскому языку как иностранному для первого и второго сертификационного уровней (B1 и B2) [117], а также на предложения, представленные в Типовых тестах по русскому языку как иностранному [117]. Для 33% предложений были составлены вопросы на логический вывод. Участниками эксперимента стали 505 носителей русского языка в возрасте от 18 до 45 лет. Исследование проводилось на платформе Google Forms, участники привлекались с помощью площадки Yandex.Toloka и не были ограничены во времени выполнения задания. Для каждого слова было собрано не менее 30 предсказаний и рассчитана его предсказуемость в данном контексте. Для проведения исследования мы использовали методику чтения с саморегулировкой скорости: как показано на материале корейского языка [118], она позволяет выявить влияние этих факторов на лексический доступ.

### *2.1.3. Участники исследования*

В исследовании приняли участие 59 носителей русского языка в возрасте от 18 до 48 лет и 65 носителей китайского, изучающих русский язык как иностранный, в возрасте от 18 до 29 лет. Все участники были студентами высших учебных заведений или имели высшее образование.

### *2.1.4. Процедура исследования*

Носителям русского языка предлагалось заполнить анкету, указав пол, возраст, информацию о том, является ли участник билингвом и имеет ли он филологическое образование. Три человека сообщили о том, что они русско-татарские билингвы, но все указали, что первым языком является русский, поэтому мы не удаляли участников на этом основании. 12 человек указали, что они имеют филологическое образование (данная информация собиралась дополнительно и для данного исследования не являлась исключаяющим фактором).

Носителям китайского языка также задавались вопросы о том, как долго они изучают русский язык, проживают ли в России (если да, то как долго), на какой сертификационный уровень и когда они сдали экзамен по русскому языку. Для дальнейшего анализа отбирались данные участников с подтвержденным уровнем владения русским языком В1 (первый сертификационный), сдавших экзамен по русскому как иностранному не более двух лет назад и проживавших в России не дольше трех лет.

Задачей участников было читать предложения и отвечать на вопросы по их содержанию. Предложения предъявлялись пословно, в соответствии с методикой чтения с саморегулировкой скорости. К трети предложений задавались вопросы на понимание прочитанного. Порядок предъявления предложений был случайным.

### 2.1.5. Анализ данных

Из анализа были исключены данные участников, которые дали менее 70% верных ответов (7 участников в группе носителей китайского языка) [119], а также данные носителей китайского языка со средним временем реакции менее 300 мс на слово (2 участника) [120]. Также были исключены данные одного носителя русского языка, пропустившего некоторое количество предложений. В анализ не входили слова длиной в одну и две буквы: по данным, полученным при регистрации движений глаз [61], на таких словах фиксации взгляда обычно не происходит. Кроме того, из рассмотрения были исключены выбросы: 0,5% самых быстрых и 6% самых медленных реакций для каждого участника (в такого рода исследованиях распределение представляет собой скошенный вправо колокол [121]). Пороги для выбросов были определены с помощью графика плотности распределения и диаграммы размаха. А их количество не превышало обычного для такого исследования порога в 10% [122]. Всего в анализ вошло 30597 токенов (экземпляров слов) для носителей русского языка и 29538 токенов для изучающих русский язык.

Анализ данных был проведен в среде программирования R на всем массиве данных. Мы проанализировали время реакции на каждое слово с использованием метод смешанной регрессионной модели (пакет lme4) с тремя случайными эффектами (в модель введены их интерсепты): участник, предложение и слово. Что касается исследуемых эффектов, то в модель была включена длина словоформы (количество букв), предсказуемость (доля правильных угадываний слова на основе предыдущего контекста), частотность лексемы и частотность конкретной словоформы (в обоих случаях показатели частотности измерялись в  $\text{ipm}$  — количестве вхождений на миллион словоупотреблений в Русском национальном корпусе), а также сложность предложения (грамматически простое и грамматически сложное) и группа участников (носители русского языка и изучающие русский как иностранный). Кроме того, в анализ были включены взаимодействия группы участников с тремя

основными эффектами (длина, частотность, предсказуемость), чтобы установить, насколько эти эффекты выражены в группе носителей и неносителей языка. Также мы включили в модель взаимодействие между группой участников и грамматической сложностью предложения и двойные взаимодействия между длиной, частотностью и предсказуемостью слов.

Как и в анализе Русского корпуса предложений [61], мы добавили в модель ряд дополнительных факторов, которые влияют на скорость чтения, но напрямую не имеют отношения к основной цели исследования. Это так называемые контрольные эффекты. Их включают в анализ, чтобы доказать, что исследуемые факторы влияют на зависимую переменную напрямую, а не опосредованно (через контрольные факторы). К контрольным эффектам относились длина предложения (чем длиннее предложение, тем больше усилий нужно, чтобы удержать в уме всю прочитанную информацию), порядковый номер слова в предложении (к концу предложения участник обычно замедляется для того, чтобы интегрировать смысл прочитанного) и наличие пунктуационного знака после слова (часто пунктуационный знак выделяет конец синтаксической группы, а связывание слов в группы требует дополнительного времени).

Для того чтобы оценить влияние всех вышеописанных эффектов, при анализе мы запустили функцию `step`, которая позволяет отобрать только значимые факторы, сравнивая модели с различным количеством независимых переменных.

## **2.2. Эксперимент 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков**

### *2.2.1. Цели и задачи исследования*

В данной части работы мы исследуем ВП для выявления эффектов усвоения новых слов в различных контекстах, а также затрагиваем вопрос индивидуальных различий в навыках, связанных с языком, таких как понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память, при усвоении новых слов. Результаты исследования расширят наше понимание нарушений связанных с грамотностью, нейрофизиологической точки зрения, в частности, взаимосвязи между когнитивными процессами, такими как понимание прочитанного, вербальная рабочая память и объём словарного запаса, и усвоением новых слов.

Наше исследование направлено на изучение трех основных вопросов:

- 1) Влияет ли тип контекст на усвоение новых слов на поведенческом уровне у подростков?
- 2) Влияют ли различные тип контекста предложений на ВП подростков во время усвоения новых слов, и на каких этапах обработки?
- 3) Связаны ли поведенческие и нейрофизиологические результаты при усвоении новых слов с индивидуальными навыками чтения у подростков?

### **Гипотезы**

Мы предполагаем, что знакомство с новыми словами в ограничивающем контексте приведёт к лучшему распознаванию слов по сравнению с неограничивающим контекстом; более того, это преимущество будет отражаться как на поведенческом, так и на нейрофизиологическом уровне. На поведенческом уровне время реакции и точность будут выше и точнее соответственно для слов, усвоенных в ограничивающем контексте. На нейрофизиологическом уровне слова, усвоенные в неограничивающем контексте, будут вызывать различия в амплитудах компонентов N400 и P600 по сравнению со словами, усвоенными в

ограничивающем контексте. Мы также предполагаем, что слова, усвоенные в ограничивающем контексте, будут иметь меньшую амплитуду N400 и более высокую амплитуду компонента P600 по сравнению со словами из неограничивающего контекста и словами дистракторами (новыми словами, не представленными на этапе обучения экспериментального задания). Что касается индивидуальных различий, мы предполагаем, что участники с высокими баллами по вербальной рабочей памяти, пониманию прочитанного и словарному запасу будут иметь более выраженные поведенческие эффекты и эффекты типа контекста ВП.

### *2.2.2. Участники исследования*

Всего было набрано 58 участников в возрасте от 11 до 17 лет ( $M = 15,34$  года,  $SD = 1,37$ ; 34 женский пол). Все участники являлись школьниками из разных регионов России: 43 участника являлись учащимися на различных образовательных программах, включая «Биологию», «Информатику», «Естествознание», «Физику» и «Химию» в Образовательном центре «Сириус», 15 участников были приглашены из местных школ либо через школы, либо через социальные сети и листовки. Данные 3-х участников были исключены из-за большого количества артефактов ЭЭГ ( $>30\%$  всех эпох). Таким образом, для окончательного анализа осталось 55 участников в возрасте от 11 до 17 лет ( $M = 15,39$  года,  $SD = 1,28$ ; 31 женский пол). Все участники были носителями русского языка, и не владели другими языками, имели нормальное или скорректированное до нормального зрение; в анамнезе не имели психических заболеваний, языковых нарушений, наркотической зависимости или неврологических травм; никто из участников не сообщал о трудностях с чтением. Демографические характеристики, читательские привычки и языковая среда участников представлены в таблицах А.1 и А.2 Приложения А.

### *2.2.3. Дизайн эксперимента*

Участники исследования выполняли задания из двух блоков: поведенческого и психофизиологического. Экспериментальная парадигма была представлена в психофизиологическом блоке. Последовательность прохождения блоков была рандомизирована между участниками. Интервал между блоками варьировался от одного дня до недели в зависимости от временных возможностей участников.

#### *2.2.3.1. Индивидуальные особенности*

Участники выполнили поведенческую батарею заданий на понимание прочитанного, словарного запаса (синонимы), рабочую вербальную память (задание *wordspan* и *pseudowordspan*).

Задание на понимание прочитанного было разработано на основе PISA 2018 (Programme for International Student Assessment - Программа международной оценки учащихся) (OECD, 2018), где участникам нужно было прочитать три текста про себя (в каждом тексте 650-750 слов), которые не были связаны одной тематикой. Тексты включали графики, таблицы, диаграммы. После каждого текста участник должен был дать ответы на 10 вопросов на понимание (всего 30 вопросов). Распределение типов вопросов было одинаковым для всех трех текстов: (1) два вопроса на оценку способностей находить нужную информацию; (2) пять вопросов, оценивающих способность понимать представленное содержание; и (3) три вопроса на способность оценивать содержание. Каждый вопрос оценивался по шкале от 0 до 2. Задание проводилось с помощью веб-платформы, установленной на ноутбуках или планшетах с сенсорным экраном. Максимально возможный балл за это задание составил 60.

В задании на проверку словарного запаса, являющемся частью методики “ИТОГ” (идентификация трудностей освоения грамотности оценки грамотности) на русском языке (Logvinenko и др., 2021), участникам устно предъявляли 50 слов

(существительных, прилагательных и глаголов) разной частотности (высокой, средней и низкой). Слова также делились по сложности. Первый уровень представлял собой базовую лексику; второй уровень включал высокочастотные слова, которые могли иметь несколько значений; а третий уровень включал специализированную лексику. Слова были расположены в порядке возрастания сложности. Менее сложные стимулы были представлены более часто используемыми и конкретными словами, в то время как более сложные стимулы были представлены абстрактными и более редко используемыми словами. Задание выполнялось устно: экспериментатор читал слово вслух, а участник должен был подобрать к нему синоним. Участники могли получить оценку 0, если синоним был неверным или не был указан; 1 — если ответ представлял собой родственный, но не близкий синоним; 2 — если ответ представлял собой близкий синоним. Возможные ответы были predeterminedены и выбирались из Словаря русских синонимов и выражений, близких по значению и Веб-словаря русских синонимов (<https://classes.ru/https://classes.ru/>). Стимулы оценивались на синонимичность четырьмя экспертами с лингвистическим образованием. Все правильные ответы фиксировались и суммировались, максимально возможный результат составлял сто баллов.

В тесте на вербальную рабочую память с заданием на запоминание слов и псевдослов на слух (Wordspan и Pseudowordspan, соответственно) участникам были аудиально представлены списки существительных (реальные слова и псевдослова). Данное задание было адаптировано из работы [123], которое использовалось для оценки вербальной рабочей памяти участников. Задания были разработаны с использованием программного обеспечения PsychoPy (версия 3.2.1, 2021) [124] и выполнялись на ноутбуке. Стимулы представляли собой списки русских слов или псевдослов. Все стимулы представляли собой двусложные существительные длиной 5–7 букв, женского или мужского рода. Медианная частота встречаемости настоящих существительных составляла 40,2 случая на миллион (ipm) с диапазоном от 20 до 100 ipm. Стимулы были организованы в списки разной длины. Задания начинались со списка длиной в два слова/псевдослова. В задании Wordspan

предъявляли 14 списков слов длиной от 2-х до 8-ми слов, по два списка каждой длины. В задании Pseudowordspan предъявляли 10 списков слов длиной от 2-х до 6-и слов, по два списка каждой длины. Порядок элементов в каждом списке был фиксированным и не рандомизированным для всех участников. Участникам предъявлялся каждый список аудиально и просили воспроизвести вслух как можно больше элементов, с ограничением, что последний предъявленный элемент не должен был быть воспроизведен первым. Результативность оценивалась путем подсчета общего балла, который представляет собой общее количество правильно воспроизведенных элементов во всех предъявлениях. Максимальный балл за правильные ответы составил 70 в задании Wordspan и 40 в задании Pseudowordspan.

#### *2.2.3.2. Экспериментальное задание*

Эксперимент состоит из двух частей: первая часть обучения — предъявление нового слова (псевдослова) в двух условиях: условие ограничивающего контекста (предложения, постепенно меняющиеся от слабо ограничивающего к сильно ограничивающему контексту) и контрольного условия (предложения только в слабо ограничивающем контексте) и второй части тестирования (следующей сразу за частью обучения) — задание на распознавание «старого/нового» слова, где проверялось усвоение новых слов.

В части обучения стимулы состояли из 80 новых слов (псевдослов): 40 новых слов предъявлялись в условии ограничивающего контекста и 40 новых слов — в контрольном условии. Схема экспериментальной парадигмы представлена на рисунке 1 (часть обучения). Каждое новое слово предъявлялось в предложении. Все предложения были на русском языке и сопровождалась тремя картинками. Задача участника эксперимента заключалась в том, чтобы, основываясь на контексте предложения, определить, может ли следующая картинка отражать возможное значение предъявленного нового слова (псевдослова). Стимулы представляли собой предложения-триплеты: в 40 блоках предъявлений для условия

ограничивающего контекста и в 40 блоках для контрольного условия. В условии ограничивающего контекста предложение изменялось: блок предъявления состоял из предложения с низкой степенью ограничения, предложения со средней степенью ограничения и предложения с высокой степенью ограничения. После начального предложения (предложения с низкой степенью ограничения) по одной предъявлялись три картинки; правильным ответом для каждой из предъявленных картинок было «да», что означало, что картинка могла соответствовать новому слову (псевдослову). Однако, что касается второго предложения, две из трёх картинок были релевантными, в то время как только одна картинка соответствовала смыслу, переданному в третьем предложении. Все предложения в контрольном условии были слабо ограничивающими. Все картинки, предъявленные после предложений в контрольном условии, были релевантны новым словам (псевдословам). Оба набора содержали псевдослово в качестве целевого нового слова в конечном предложении. Предложения в каждом блоке задания были семантически не связаны. Блоки условия ограничения и условия контроля были представлены в псевдослучайном порядке.

На этапе тестирования было предъявлено 160 слов: 80 новых слов были дистракторами (DW) (не предъявлялись на этапе обучения), и 80 слов, предъявленные на этапе обучения (40 слов из контекста с высокой степенью ограничения (HCW), т.е. из условия с ограничивающим контекстом; и 40 слов из контекста с низкой степенью ограничения (LCW), т.е. из контрольного условия). После первой половины задания предлагался короткий перерыв для отдыха участников. Стимулы были рандомизированы. Схема экспериментальной парадигмы представлена на Рисунках 2 и 3 (этап обучения и тестирования).

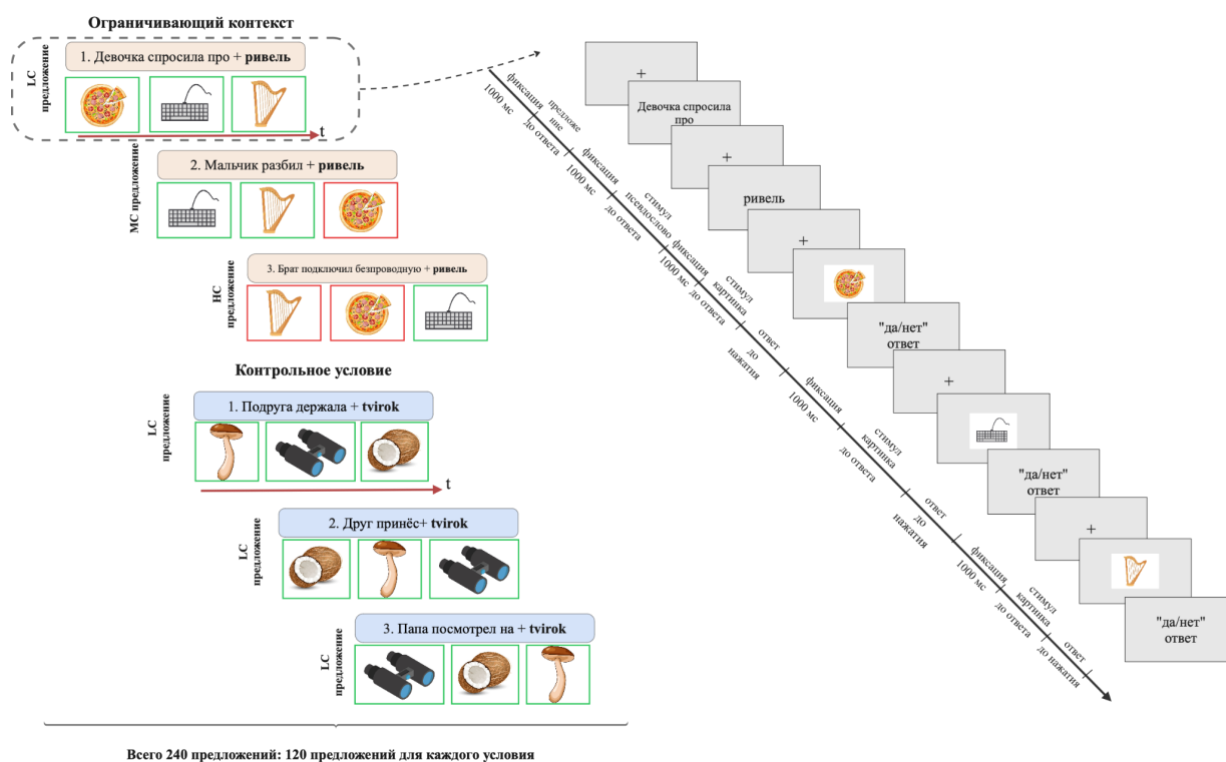


Рисунок 2 - Дизайн эксперимента “Нейрофизиологическое исследование усвоение слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков” - этап обучения

#### 2.2.4. Стимульный материал

##### **Часть обучения**

*Тип контекста.* Предложения со слабой и средней степенью ограничения представляли собой простые нераспространённые предложения со структурой SVO (подлежащее–глагол–дополнение). Предложения со сильной степенью ограничения представляли собой простые нераспространённые предложения со структурой SVAO (подлежащее–глагол–прилагательное–дополнение). Прилагательные в предложениях с сильной степенью ограничения помогали сузить значение псевдослова. Примеры предложений каждого типа контекста представлены в таблице Б.1 Приложения Б.

*Псевдослова.* Мы использовали онлайн-инструмент «Pseudo» (UniPseudo. Доступно онлайн: <http://www.lexique.org/shiny/unipseudo/>) для создания набора из

80 псевдослов. Псевдослова были двусложными или трёхсложными и состояли из 4–8 букв; они были отнесены к среднему или женскому роду и уравнены таким образом, чтобы каждый род встречался одинаковое количество раз.

*Изображения:* Все изображения были получены с ресурса Vecteezy и содержат лицензированную векторную графику. Изображения были единообразны по стилю и размеру и были размещены на белом фоне с помощью редактора Pixlr (Peirce et al., 2019). Разрешение изображений составляло  $2160 \times 1620$  пикселей.

### ***Часть тестирования***

Стимулы дистракторы были созданы подобно псевдословам, полученным на этапе обучения. Для создания дистракторов на этапе тестирования мы сначала выбрали 80 реальных русских слов, которые представляли собой часто встречающиеся конкретные существительные (двусложные или трёхсложные), написанные 4–8 буквами. Затем мы составили новые слова, перекомбинировав начальные и конечные согласные этих реальных слов, чтобы получить новые, бессмысленные словоформы.

Все стимулы находятся в открытом доступе в Open Science Framework (OSF): [https://osf.io/tdzgv/?view\\_only=65916d48c67e423e8c238e037bd63ccf](https://osf.io/tdzgv/?view_only=65916d48c67e423e8c238e037bd63ccf), дата обращения: 24 августа 2025 г. и представлены в таблице Б.2 Приложения Б.

### ***2.2.5. Процедура проведения***

Участники сидели на расстоянии примерно 75 см от экрана компьютера в звуко- и светоизолированной комнате. Эксперимент проводился с использованием программного обеспечения Psychopy 2021 версии 3.2.1, стимулы предъявлялись на экране Lenovo Legion (разрешение:  $1920 \times 1080$ ; диагональ: 17,3 дюйма). Инструкции по выполнению задания отображались на экране и объяснялись экспериментатором.

Эксперимент состоял из 2-х частей с перерывом между ними и длился в общей сложности около 60 минут (см. Рисунок 2 и Рисунок 3 для примера

временной шкалы эксперимента для фазы обучения и фазы тестирования соответственно). В части обучения участникам было дано задание читать предложения, заканчивающиеся целевым новым словом (псевдословом). После каждого предложения участникам последовательно показывали три картинки и просили указать, соответствует ли каждая картинка значению нового слова. Для ответа участники нажимали либо зелёную, либо красную клавишу на клавиатуре (обозначающую «да» или «нет»).

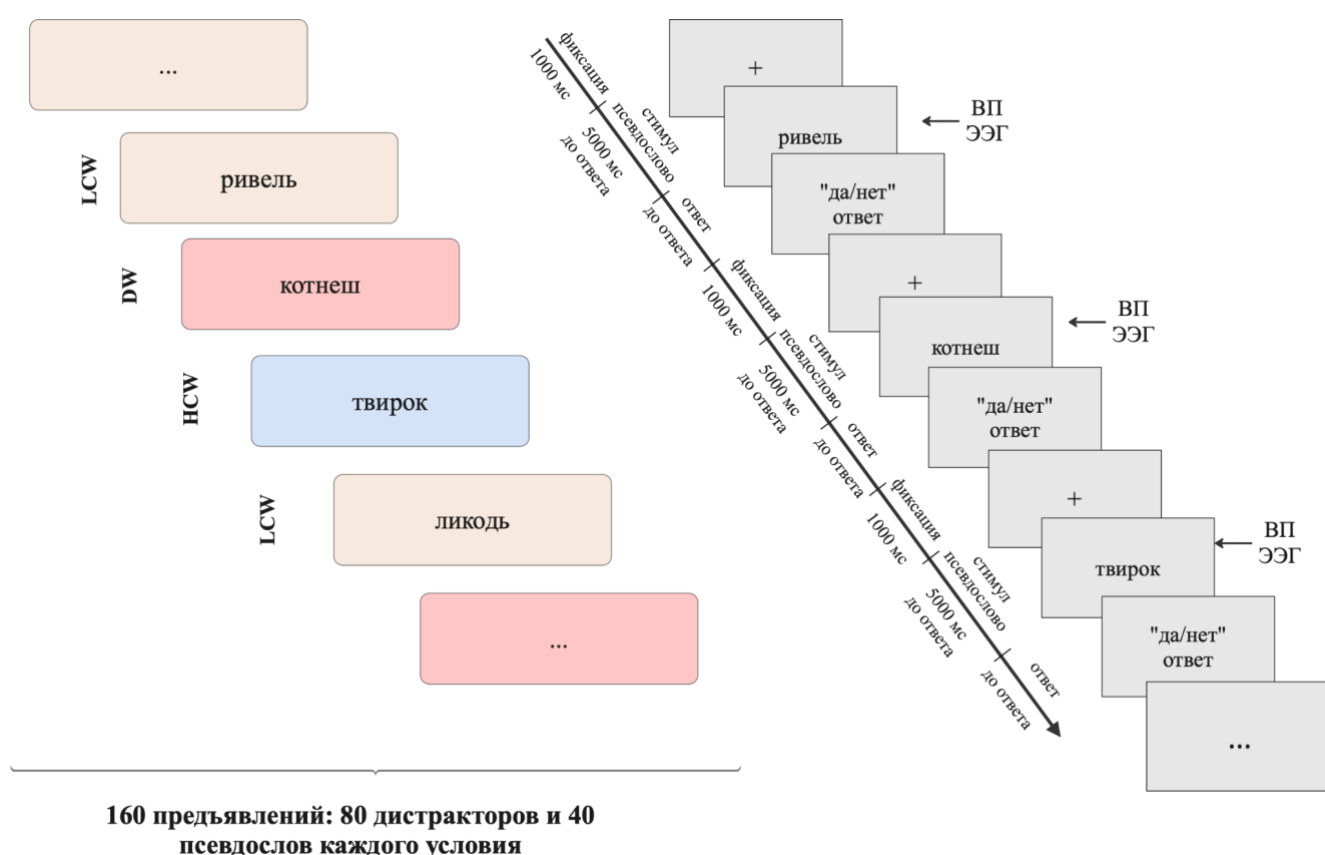


Рисунок 3 - Дизайн эксперимента “Нейрофизиологическое исследование усвоение слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков” - этап тестирования

На этапе тестирования было предложено задание на распознавание слов. В этом задании участникам предлагалось ответить, было ли слово (псевдослово) представлено в предложениях предыдущего задания, нажав либо зелёную клавишу (для «да»), либо красную клавишу (для «нет») на клавиатуре. Стимулы

располагались в центре серого экрана и отображались чёрным шрифтом Open Sans. Каждое слово предъявлялось до тех пор, пока не будет получен ответ, с ограничением по времени в 5 секунд, после чего предъявлялось следующее слово. Фиксационный крест отображался в течение 1000 мс перед каждым стимулом. Порядок предъявления был случайным.

### *2.2.6. Обработка ЭЭГ данных*

#### *Регистрация ЭЭГ*

ЭЭГ-сигнал регистрировался с помощью 128 активных электродов Ag/AgCl (ActiCAP, Brain Products GmbH, Гильхинг, Германия), расположенных по международной системе 10–5, с частотой дискретизации 500 Гц. Импеданс поддерживался ниже 10 кОм. Данные регистрировали с заземлением на центральном лобном электроде и референтным на FCz.

#### *Обработка ЭЭГ данных*

Сигналы ЭЭГ анализировались с помощью Brain Vision Analyzer (BVA, версия 2.2.1). Записи ЭЭГ фильтровались с помощью фильтра Баттерворта с (Butterworth Infinite Impulse Response (IIR) Filter), с нижней границей — 0,1, верхней границей — 70 Гц и фильтром Notch 50 Гц, а также с настройкой фильтра 8-го порядка (соответствующей 48 dB/octave). Плохие каналы интерполировались с помощью сферической сплайновой интерполяции перед окулографической коррекцией и изменением референта. Критерием интерполяции было то, что активность была выше 1000 мкВ на более чем одной трети записи канала. Сегменты с плохими записями, превышающими  $\pm 400$  мВ, исключались из анализа. Быстрый ICA использовался для коррекции окулографических и других артефактов (таких как импульсная и регулярная локальная активность неясного генеза) на непрерывных данных перед сегментацией. Артефактные компоненты были выявлены путем визуального осмотра на основе топографии и динамики изменения. Данные были сегментированы на сегменты от  $-200$  до 1500 мс относительно

каждого стимула (псевдослова) в части тестирования. Базовый уровень был скорректирован с использованием временного окна до стимула ( $-200-0$  мс), и было выполнено удаление артефактных сегментов ( $+/-110$  мВ). Вызванные потенциалы были усреднены для каждого условия независимо от правильности ответа (для каждого условия среднее количество правильных ответов составило 56%, что недостаточно для анализа ВП). Условиями были DW (не предъявлялись на этапе обучения), HCW (слова из контекста с высокой степенью ограничения) и LCW (слова из контекста с низкой степенью ограничения). Чтобы усреднить все условия на равном количестве сегментов, условие DW было усреднено на основе половины стимулов (40 из 80 испытаний). Среднее число усредненных эпох составило  $M (SD) = 34,28 (4,79)$  (см. описательную статистику эпох для каждого состояния в Приложении В, Таблица В.1).

Нами были проанализированы средние амплитуды компонентов N400 и P600 в интервалах 350–450 мс и 600–800 мс, соответственно, усредненные по условиям для каждого участника в центрально-фронтальных отведениях (C1, C2, C3, C4, FC1, FC2, FC3, FC4, FCC1h, FCC2h, FCC3h, FCC4h, FCC5h и FCC6h) и теменно-затылочных (O1, O2, P1, P2, P3, P4, PO3, PO4, POO1, POO2, PPO1h и PPO2h) соответственно. Топографические карты компонентов представлены в Приложении В, рисунок В.1. Временные окна N400 и P600 были выбраны на основе ожидаемых местоположений ответа ERP на основе предыдущей литературы (Kutas, Hillyard, 1980; Duncan et al., 2009; Hagoort, Brown, 2000) и на основе визуального осмотра ВП и глобальной мощности поля (GFP) по всем электродам, имея четкий, острый пик в пределах этого конкретного интервала для N400 и отчетливый интервал для P600.

### *2.2.7. Анализ данных*

Статистический анализ проводился с использованием пакета «lmer4» (Bates et al., 2015) в среде программирования R версии 4.3.1 [125]. Апостериорные тесты

проводились с использованием пакета «emmeans» с использованием метода корректировки Тьюки.

### 2.2.7.1. Поведенческие данные

#### *Правильность ответов*

Для анализа точности экспериментальной задачи использовалась логистическая модель со смешанными эффектами (GLMER). Логистическая модель была применена для анализа влияния условий (DW, HCW и LCW) (фиксированный эффект) на вероятность ответа участников в тесте на распознавание слов (бинарный ответ: правильный/неправильный ответ), с учетом случайных эффектов, обусловленных различиями между участниками и пробным предъявлением слова (случайные эффекты) (Модель 1: `glmer (Правильность ответов ~ Условие + (1|Участник) + (1|Предъявление), data = data, family = binomial)`)).

Для контроля стратегии ответа (т.е. тенденции отвечать «да» или «нет» независимо от стимула) мы использовали теорию обнаружения сигнала (Macmillan, Creelman, 1991) для расчета чувствительности различения ( $d'$ ) и стратегии ответа ( $c$ ) для каждого участника во всех условиях. Значение  $d'$  рассчитывалось как разница между  $z$ -преобразованными показателями попадания и ложной тревоги (то есть, данного правильного ответа, что слово было предъявлено ранее, или нет), а значение  $c$  – как  $-0,5 \times (z(\text{показатель попадания}) + z(\text{показатель ложной тревоги}))$ . Показатель попадания – это доля случаев, когда участник правильно идентифицирует ранее предъявленные стимулы. Показатель ложной тревоги показывает долю случаев, когда участник неправильно идентифицирует ранее предъявленные стимулы-дистракторы. Количество правильных отвержений – это доля случаев, когда участник правильно определяет, что ранее предъявленный стимул-дистрактор не предъявлялся. Количество промахов – это доля случаев, когда участник не распознает предъявленные стимулы.

### Время реакции

Все наблюдения времени реакции (ВР), выходящие за пределы 2,5 стандартных отклонений от среднего значения, считались выбросами (3,37%). Для стандартизации ВР использовалось логарифмическое преобразование. Для исследования факторов, влияющих на ВР, использовалась линейная модель смешанных эффектов (Модель 2:  $\text{lmer}(\text{Время реакции} \sim \text{Условие} * \text{Точность ответа} + (1|\text{Участник}) + (1|\text{Предъявление}), \text{data} = \text{data}, \text{REML} = \text{FALSE}, \text{control} = \text{lmerControl}(\text{optimizer} = \text{"bobyqa"}))$ ).

Выбранный подход позволил нам учесть в модели как фиксированный эффект - типа контекста, так и изменчивость на индивидуальном уровне. Условие представляло собой факторную переменную с 3 уровнями (DW, HCW и LCW), при этом условие HCW служило референтным уровнем в обеих моделях (правильность ответов и ВР).

#### *2.2.7.2. Нейрофизиологические данные*

Мы использовали линейные модели смешанных эффектов (LMER), чтобы проверить, модулируют ли различные типы контекста предложений ВП у подростков во время распознавания новых слов во время фазы тестирования. Модели LMER (модель 3 и модель 4) со средними амплитудами N400 и P600 использовались для проверки гипотезы о том, что различные типы контекста предложений модулируют ВП на слова во время задания на распознавание слов. В модели были включены случайные эффекты: участники и электроды. Для фиксированных эффектов использовались условия (DW, HCW и LCW), полушария мозга (правое и левое) и средние баллы правильности ответов выполнения задания участниками. Из-за небольшого количества сегментов для каждого условия, содержащих только правильные ответы, ВП для каждого условия усреднялись по всем ответам. Поэтому оценка правильности ответов была включена в модели для контроля эффектов вызванных потенциалов. В модели были включены

взаимодействия между фиксированными эффектами. Условие представляло собой факторную переменную с тремя уровнями (DW, HCW и LCW), при этом состояние HCW служило референтным уровнем в моделях. Для факторов полушарий мы использовали матрицу контрастности «sum-to-zero», поэтому общее среднее значение по факторам включалось в интерсепт. Переменная правильности ответов была центрирована и шкалирована.

Модель 3:  $\text{lmer}(N400 \quad \text{Средняя} \quad \text{амплитуда} \quad \sim \text{Условие} * \text{Полушарие} * \text{Правильность} \text{ ответов} + (1|\text{Участник}) + (1|\text{Электрод}), \text{ data} = \text{data}, \text{ REML} = \text{FALSE}, \text{ control} = \text{lmerControl}(\text{optimizer} = \text{"bobyqa"}))$ .

Модель 4:  $\text{lmer}(P600 \quad \text{Средняя} \quad \text{амплитуда} \quad \sim \text{Условие} * \text{Полушарие} * \text{Правильность} \text{ ответов} + (1|\text{Участник}) + (1|\text{Электрод}), \text{ data} = \text{data}, \text{ REML} = \text{FALSE}, \text{ control} = \text{lmerControl}(\text{optimizer} = \text{"bobyqa"}))$ .

### 2.2.7.3. Индивидуальные особенности

Чтобы ответить на вопрос о роли отдельных навыков и способностей, связанных с чтением, на поведенческом и нейрофизиологическом уровнях у подростков, мы проанализировали баллы заданий на понимание прочитанного, словарный запас и вербальную рабочую память. Для анализа мы использовали линейную модель. (Модель 5:  $\text{lm}(\text{Правильность} \text{ ответов} / \text{Время} \text{ реакции} \sim \text{балл} \text{ по} \text{ заданию} + \text{возраст})$ ). Для исследования связи понимания прочитанного, словарного запаса и вербальной рабочей памяти с результатами на нейрофизиологическом уровне была использована линейная модель со смешанными эффектами (LMER). В качестве зависимых переменных использовались различия в средних амплитудах N400 в HCW и в DW (разностная волна), а также различия в амплитуде P600 в HCW и в DW (разностная волна). Были проанализированы только различия в средних амплитудах ВП значимых результатов для основных эффектов условий. (Модель 6:  $\text{lmer}(\text{Разностная} \text{ волна} \sim \text{балл} \text{ по} \text{ заданию} + \text{возраст} + (1|\text{Участник}) + (1|\text{Электрод}),$

`data = data, REML = FALSE, control = lmerControl(optimizer = "bobyqa"))`). Все поведенческие переменные, включая возраст, были центрированы и шкалированы.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### *3.1. Результаты Эксперимента 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный*

Функция step показала, что лучше всего наши данные описывает модель, в которую включены длина слова, его предсказуемость, частотность лексемы и словоформы, группа участников, наличие после слова пунктуационного знака, порядковый номер слова в предложении, длина предложения, а также ряд взаимодействий: между длиной слова и частотностью лексемы, между группой участников и частотностью слова, между группой участников и длиной слова, между группой участников и предсказуемостью слова, – а также участник, предложение и само слово (последние три в виде случайных эффектов).

Анализ выявленной оптимальной модели показал следующие результаты относительно основных исследуемых эффектов:

- эффект частотности словоформы ( $t = -2,00$ ,  $p = 0,046$ ): высокочастотные слова читаются быстрее низкочастотных;
- эффект длины ( $t = 3,52$ ,  $p < 0,001$ ): короткие слова читаются быстрее длинных;
- эффект предсказуемости ( $t = -3,78$ ,  $p < 0,001$ ): высоко предсказуемые слова читаются быстрее слов с низкой предсказуемостью;
- эффект группы участников ( $t = 11,10$ ,  $p < 0,001$ ): носители русского языка читают быстрее, чем изучающие русский язык китайцы;
- взаимодействия между частотностью словоформы и группой ( $t = 16,35$ ,  $p < 0,001$ ), между длиной слова и группой ( $t = -9,38$ ,  $p < 0,001$ ), между предсказуемостью и группой ( $t = 7,67$ ,  $p < 0,001$ ). Эти взаимодействия свидетельствуют о том, что китайцам, изучающим русский язык, чрезвычайно сложно по сравнению с носителями русского языка читать

низкочастотные, длинные и плохо предсказуемые слова, то есть данные эффекты более выражены в группе неносителей русского языка;

- частотность лексемы не достигла значимости сама по себе ( $t = 0,09$ ,  $p = 0,928$ ), однако было получено значимое взаимодействие между частотностью лексемы и длиной слова ( $t = 5,29$ ,  $p < 0,001$ ). Это взаимодействие показывает, что слова с высокочастотной лексемой читаются быстрее, чем с низкочастотной, если они короткие или средние по длине (до 9 символов); для длинных слов (начиная с 10 символов) нет оснований считать, что частотность лексемы играет значимую роль. Такой результат, вероятно, объясняется тем, что в корпусе представлено малое количество длинных слов с частотной лексемой.

Что касается грамматической сложности предложения и ее взаимодействия с группой, то данные факторы не вошли в итоговую оптимальную модель (см. выше). Таким образом, мы не получили свидетельства, что они влияют на время прочтения предложений. Аналогичные результаты были получены относительно двойных взаимодействий между длиной слова, предсказуемостью слова и частотностью словоформы.

Что касается контрольных эффектов, то прежде всего было выявлено, что чем ближе к концу предложения стоит слово, тем дольше оно читается ( $t = 2,41$ ,  $p = 0,016$ ). Направление остальных контрольных эффектов было противоположным ожидаемому. В среднем слова в более длинных предложениях читаются быстрее, чем в коротких ( $t = -3,69$ ,  $p < 0,001$ ). Возможно, это связано с тем, что мы не брали в анализ слова длиной один и два символа (см. выше). Также мы обнаружили, что слова, стоящие перед пунктуационным знаком, читаются быстрее, чем слова, не имеющие справа от себя такого знака ( $t = -5,53$ ,  $p < 0,001$ ). Возможно, слова, стоящие в конце синтаксической группы (в том числе в конце предложения), являются более предсказуемыми, поэтому мы наблюдаем ускорение чтения.

### 3.2. Результаты эксперимент 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков

#### 3.2.1. Поведенческие данные

Для оценки поведенческих результатов выполнения задания распознавание слов мы проанализировали правильность ответов для каждого условия, а также время реакции. Средние показатели точности и времени реакции в задании представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Описательные статистики правильности ответов и время реакции при выполнении задания на распознавание слов

Условие	М (Правильность ответа)	SD (Правильность ответа)	М (BP)	SD (BP)
DW	0.76	0.43	1.19	0.65
HCW	0.55	0.50	1.16	0.62
LCW	0.58	0.50	1.20	0.65

##### 3.2.1.1. Правильность ответов

Результаты моделирования выявили значимое влияние условия. Участники дали значительно меньше правильных ответов в условии HCW по сравнению с условиями LCW и DW (LCW:  $\beta = 0,12$ ,  $SE = 0,06$ ,  $z = 2,00$ ,  $p = 0,04$ ; DW:  $\beta = 0,97$ ,  $SE = 0,05$ ,  $z = 17,22$ ,  $p < 0,000$ ) (см. Таблицу 2). Результаты постхок-тестов представлены в Приложении Г, Таблица Г.1.

Таблица 2 - Логистическая модель со смешанными эффектами правильности ответов

<b>Random effects</b>	<b>Variance</b>	<b>Std. Dev.</b>	
Предъявление (intercept)	0.01	0.10	-
Участник (intercept)	0.09	0.30	-
<b>Fixed effects</b>	<b>b (SE)</b>	<b>z-value</b>	<b>p-value</b>
Intercept	0.20 (0.06)	3.39	= .00***
LCW Условие	0.12 (0.06)	2.00	= .04*
DW Условие	0.97 (0.05)	17.22	< .00***
Observations	8694		
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.058 / 0.088		

Анализ чувствительности к различению ( $d'$ ) и стратегий ответов ( $c$ ) выявил средние значения и стандартные отклонения попаданий ( $M = 44,73$  и  $SD = 10,42$ ) и ложных тревог ( $M = 19,44$  и  $SD = 11,29$ ). Высокий суммарный показатель ложных тревог и пропусков указывает на то, что у некоторых участников могла проявляться определенная стратегия ответов. В частности, среднее значение смещения  $c$ , равное  $0,31$  ( $SD = 0,36$ ), предполагает тенденцию к большей склонности отвечать «нет», что означает, что мы не можем окончательно исключить возможность того, что некоторые ответы, особенно связанные со словами из фазы обучения, были основаны не только на точном различении, но и на заранее заданной стратегии ответа участника. Полную описательную статистику см. в таблице Г.2 Приложения Г.

### 3.2.1.2. Время реакции

Результаты модели показали значимое влияние условия (см. Таблицу 3). В частности, участники давали значительно более быстрые ответы на слова в условии HCW по сравнению со словами условия LCW ( $\beta = 0,02$ ,  $SE = 0,03$ ,  $t = 2,50$ ,  $p = 0,01$ ) и быстрее по сравнению со словами условия DW ( $\beta = 0,02$ ,  $SE = 0,00$ ,  $t = 2,88$ ,  $p =$

0,00). Фактор правильности ответов также был значимым ( $\beta = 0,01$ ,  $SE = 0,00$ ,  $t = -2,52$ ,  $p = 0,01$ ). Результаты пост-хок тестов представлены в Приложении Г, Таблица Г.3 и Таблица Г.4, и показывают взаимодействие точности и времени реакции между условиями. В неправильных ответах не было значимой разницы во времени реакции между условиями. В правильных ответах время реакции было быстрее для слов условия HCW ( $\beta = -0,03$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = -2,58$ ,  $p = 0,03$ ) по сравнению со словами условия DW (Таблица Г.3 и Таблица Г.4 приложения Г). Не было выявлено никаких существенных различий для HCW по сравнению с LCW ( $\beta = -0,02$ ,  $SE = 0,02$ ,  $t = -1,50$ ,  $p = 0,29$ ) и LCW по сравнению с DW ( $\beta = -0,00$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = -0,80$ ,  $p = 0,70$ ).

Таблица 3 - Логистическая модель со смешанными эффектами времени реакций

<b>Random effects</b>	<b>Variance</b>	<b>Std. Dev.</b>	
Предъявление (intercept)	0.00	0.05	-
Участник (intercept)	0.05	0.32	-
<b>Fixed effects</b>	<b>b (SE)</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
Intercept	0.01 (0.03)	0.33	= .74
LCW Условие	0.02 (0.01)	2.50	= .01*
DW Условие	0.02 (0.00)	2.88	= .00**
Правильность ответов	-0.01 (0.00)	-2.52	= .01*
LCW Условие*Правильность ответов	-0.01 (0.01)	-0.52	= .60
DW Условие*Правильность ответов	0.01 (0.00)	0.23	= .82
Observations	8397		
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.002 / 0.349		

### 3.2.2. Нейрофизиологические данные

#### 3.2.2.1. Средняя амплитуда N400

Анализ средней амплитуды N400 выявил значимое влияние типа условия. Средняя амплитуда N400 была значительно ниже для условия HCW по сравнению с условием DW ( $\beta = -0,27$ ,  $SE = 0,09$ ,  $t = -2,97$ ,  $p = 0,00$ ). Однако разница между условиями HCW и LCW была незначимой ( $\beta = -0,06$ ,  $SE = 0,09$ ,  $t = -0,68$ ,  $p = 0,49$ ) (см. Рисунок 4). Фактор правильности ответов оказался статистически значимым ( $\beta = -0,64$ ,  $SE = 0,27$ ,  $t = -2,39$ ,  $p = 0,02$ ), средняя амплитуда была выше при более высоких показателях правильности ответов. Были выявлены статистически значимые эффекты взаимодействия между условием и полушариями, а также между условием и правильностью ответа (см. таблицу 4 для полных выходных данных модели). Результаты пост-хок тестов представлены в таблицах Г.5 и Г.6 в Приложении Г. Была выявлена значимая разница между условиями HCW и DW ( $t = 3,92$ ,  $p = 0,00$ ), а также между условиями DW и LCW в правом полушарии ( $t = -3,14$ ,  $p = 0,00$ ). Средняя амплитуда N400 была ниже для условия HCW по сравнению с условием DW в правом полушарии, а средняя амплитуда N400 в состоянии DW была ниже по сравнению с условием LCW (Рисунок Г.1 в Приложении Г). Различия между условиями HCW и LCW не показали значимого результата в правом полушарии.

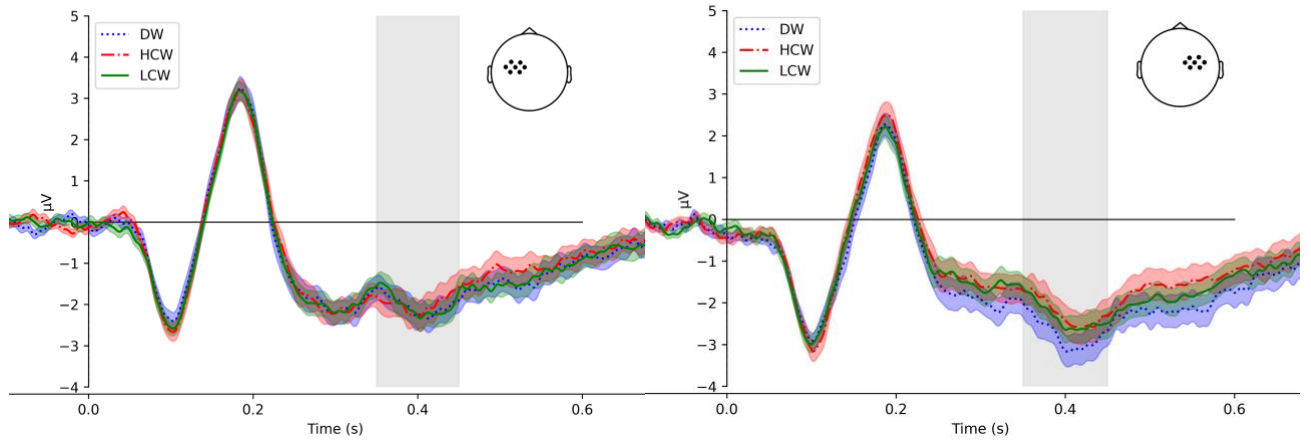


Рисунок 4 - Средняя амплитуда компонента N400 в интервале от 350 до 450 мс для каждого условия: слов из ограничивающего контекста, слов из неограничивающего контекста и слов дистракторов. На рисунке показаны левое и правое полушария с отображением электродов зоны интереса

Таблица 4 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для средней амплитуды компонента N400

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	3.70	1.92	-
Электрод (intercept)	0.64	0.80	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	-2.11 (0.34)	-6.16	= .00***
DW Условие	-0.27 (0.09)	-2.97	= .00**
LCW Условие	-0.06 (0.09)	-0.68	= .49
Левое полушарие	0.12 (0.22)	0.55	= .58
Правильность ответов	-0.64 (0.27)	-2.39	= .02*
DW Условие*Левое полушарие	0.24 (0.09)	2.59	= .01*
LCW Условие*Правильность ответов	0.03 (0.09)	0.43	= .67

DW Условие*Правильность ответов	0.37 (0.09)	3.99	= .00***
LCW Условие*Правильность ответов	0.26 (0.09)	2.77	= .00**
Правильность ответов*Правильность ответов	-0.05 (0.06)	-0.72	= .50
DW Условие*Левое полушарие*Правильность ответов	0.02 (0.09)	0.21	= .83
LCW Условие*Левое полушарие*Правильность ответов	-0.04 (0.09)	-0.39	= .69
Observations	2310		
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.036 / 0.581		

### 3.2.2.2. Средняя амплитуда P600

Результаты линейной модели со смешанными эффектами показали значимое влияние условия на среднюю амплитуду P600. Средняя амплитуда P600 была значимо выше для условия HCW по сравнению с условиями DW и LCW ( $\beta = -0,85$ ,  $SE = 0,00$ ,  $t = -7,43$ ,  $p = 0,000$ ;  $\beta = -0,33$ ,  $SE = 0,11$ ,  $t = -2,90$ ,  $p = 0,00$  соответственно) (см. Рисунок 5 и Таблицу 5 для полных выходных данных модели, а также Рисунок Г.2 в Приложении Г). Основной эффект полушария не был статистически значимым; правильность ответа показала значимость ( $\beta = 0,91$ ,  $SE = 0,31$ ,  $t = 2,91$ ,  $p = 0,00$ ). Апостериорный тест выявил значимое различие между условием HCW и условием LCW ( $\beta = 0,33$ ,  $SE = 0,11$ ,  $t = 2,90$ ,  $p = 0,01$ ). Результаты апостериорных тестов представлены в Таблице Г.8 в Приложении Г.4. Взаимодействие условия и полушария не показало значимости.

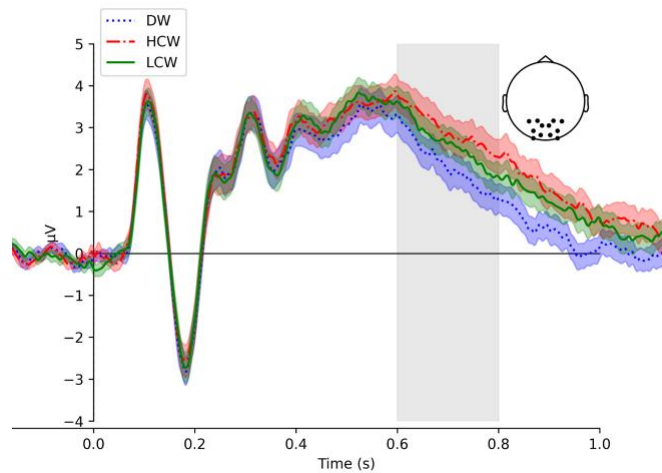


Рисунок 5 - Средняя амплитуда компонента P600 в интервале от 600 до 800 мс для каждого условия в обоих полушариях: слов из ограничивающего контекста, слов из неограничивающего контекста и слов дистракторов

Таблица 5 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для средней амплитуды компонента P600

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	4.97	2.32	-
Электрод (intercept)	0.40	0.63	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	2.97 (0.36)	8.23	= .00***
DW Условие	-0.85 (0.11)	-7.43	= .00***
LCW Условие	-0.33 (0.11)	-2.90	= .00**
Левое полушарие	0.20 (0.20)	1.04	= .31
Правильность ответов	0.91 (0.31)	2.91	= .00**
DW Условие*Левое полушарие	-0.02 (0.11)	-0.24	= .80
LCW Условие*Левое полушарие	-0.01 (0.11)	-0.16	= .87

DW	-0.45 (0.11)	-3.99	= .00***
Условие*Правильность ответов			
LCW	-0.34 (0.11)	-3.02	= .00**
Условие*Правильность ответов			
Левое полушарие*Правильность ответов	-0.19 (0.08)	-2.41	= .01*
DW Условие*Левое полушарие*Правильность ответов	0.12 (0.11)	1.03	= .30
LCW Условие*Левое полушарие*Правильность ответов	0.09 (0.11)	0.82	= .41
Observations	1980		
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.061 / 0.584		

### 3.2.2.3. Индивидуальные особенности

Мы проанализировали влияние индивидуальных особенностей участников, а именно понимание прочитанного, словарного запаса и вербальной рабочей памяти, на поведенческие результаты выполнения задания на распознавание слов (правильность ответов и время реакции), а также на разницу амплитуд волн N400 и P600. Таблицы Д.2-Д.18 представлены в Приложении Д и содержат подробные результаты построенных линейных моделей. Результаты показали значимое влияние всех индивидуальных особенностей на правильность ответов: понимание прочитанного ( $\beta = 0,36$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = 3,37$ ,  $p = 0,00$ ), словарный запас ( $\beta = 0,04$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = 3,97$ ,  $p = 0,00$ ) и вербальная рабочая память ( $\beta = 0,03$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = 2,59$ ,  $p = 0,01$  и  $\beta = 0,02$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = 2,15$ ,  $p = 0,04$  для реальных слов и псевдослов соответственно). По мере повышения баллов участников по пониманию

прочитанного, словарному запасу и вербальной рабочей памяти правильность ответов также увеличивалась. Результаты по времени реакции были значимы только для словарного запаса ( $\beta = -0,09$ ,  $SE = 0,01$ ,  $t = -2,17$ ,  $p = 0,03$ ), что свидетельствует о том, что при более высоких оценках словарного запаса участники тратили меньше времени на ответы. Результаты линейной модели со смешанными эффектами показали значимое влияние баллов понимания прочитанного ( $\beta = -0,36$ ,  $SE = 0,16$ ,  $t = -2,32$ ,  $p = 0,02$ ) и словарного запаса ( $\beta = -0,47$ ,  $SE = 0,16$ ,  $t = -2,95$ ,  $p = 0,00$ ) на разностную волну средней амплитуды N400 (условие HCW по сравнению с условием DW) (см. Таблицу Д.1 и Д.2 в Приложении Д). Средняя амплитуда разностной волны N400 показала отрицательную корреляцию с навыками понимания прочитанного и словарного запаса. В частности, более высокие оценки понимания прочитанного и словарного запаса были связаны со сниженным эффектом N400 у подростков. Фактор вербальной рабочей памяти не был значимым ( $t = -1,51$ ,  $p = 0,13$ ;  $t = -1,74$  и  $p = 0,08$  для вербальной рабочей памяти реальных слов и псевдослов соответственно). Чтобы исследовать особенности разностной волны N400 у участников с высокими баллами по пониманию прочитанного и словарному запасу, мы провели дополнительный анализ средних амплитуд условий HCW и DW и баллов по пониманию прочитанного и словарному запасу (модели, описанные в Таблице Д.15-Д.18 в Приложении Д). Анализ выявил значимое положительное взаимодействие балла по пониманию прочитанного и условия DW ( $\beta = 0,40$ ,  $SE = 0,09$ ,  $t = 4,25$ ,  $p = 0,00$ ), а также словарного запаса и условия DW ( $\beta = 0,48$ ,  $SE = 0,09$ ,  $t = 5,19$ ,  $p = 0,00$ ), тогда как фактор понимания прочитанного не был значимым для условия HCW ( $t = -0,47$  и  $p = 0,64$ ), как и фактор словарного запаса ( $t = -0,47$  и  $p = 0,64$ ). Таким образом, сниженный эффект N400 у участников с высокими баллами, возможно, вызван сниженной амплитудой N400 в условии DW. Эти результаты оказались неожиданными и обсуждаются далее в разделе «Обсуждение».

Анализ разностных волн средней амплитуды P600 (условия HCW по сравнению с условием DW, условия LCW по сравнению с условием DW и условия HCW по сравнению с условием LCW) показал значимый результат только для

понимания прочитанного ( $\beta = 0,60$ ,  $SE = 0,26$ ,  $t = 2,32$ ,  $p = 0,02$ ) для условия HCW по сравнению с условием DW (модель описана в таблице Д.18 Приложения Д). Подростки с более высокими показателями понимания прочитанного продемонстрировали более выраженный эффект P600 в ответ на слова условия HCW, в отличие от их ответов на слова условия DW. Результаты по словарному запасу и вербальной рабочей памяти для всех условий амплитуды P600 не были значимыми.

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

### *4.1. Обсуждение Эксперимент 1. Исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный*

Результат анализа показал эффект длины и частотности, а также предсказуемости на скорость чтения предложений как у носителей русского языка, так и носителей китайского языка при чтении предложений на русском языке. При этом эффект больше выражен для неносителей русского языка. Таким образом, наши гипотезы подтвердились частично. Результаты, касающиеся эффектов длины и частотности были ожидаемы, в то время как вопрос о влиянии фактора контекстной предсказуемости при чтении, когда идет активное изучение языка является дискуссионным. В исследовании (Martin et al., 2013) фактор предсказуемости был значим при чтении на английском языке и как родном, и как иностранном, но читающие на английском как иностранном хуже предсказывали слова по ходу чтения. В работе [24] показано, что фактор предсказуемости имеет одинаковый эффект как в группе носителей языка (английский), так и группе изучающих данный язык как иностранный (носители французского, изучающие английский). В нашем же исследовании влияние фактора предсказуемости оказывается наиболее значимым в группе изучающих

язык как иностранный: как и в исследовании [79], они хуже, чем носители, предсказывают последующие слова.

Отметим, что в нашей работе чтение предложений на русском языке осуществлялось носителями китайского языка – языка с отличной от русского письменностью. Так, для китайского языка характерны отсутствие пробелов между словами и высокий процент неоднозначности границ слов [126]. Можно предположить, что различные результаты по эффекту предсказуемости у неносителей языка могут возникать из-за различий исследуемых языковых пар и систем письменности. Схожие с нашей работой результаты были получены в работе [127] на языках с различной письменностью (иврит и английский языки). Было показано, что предсказуемость влияет на процессы чтения как на родном языке, так и неродном, но фактор предсказуемости более выражен все же при чтении на неродном языке. При этом, что уровень владения иностранным языком (английским) соответствовал уровню B1 (intermediate по шкале CEFR), что сопоставимо с уровнем владения иностранным нашими участниками.

Языковая пара «русский–китайский» представляет большой интерес для межъязыковых сопоставлений, ведь специфика лексической обработки на иностранном языке также может зависеть и от родного языка читающего: так, были проведены исследования, рассматривающие языковые пары русского и адыгейского [128], немецкого, норвежского, русского и других языков в сопоставлении с английским [129]. В нашем исследовании мы проверяем действие универсальных факторов частотности, длины и предсказуемости слова на типологически различных языках: в русском языке алфавитная письменность, а в китайском – иероглифическая, русский обладает развитым словоизменением, китайский же язык является изолирующим. В исследовании Т.Е. Машанло [130] было показано, что носители китайского языка не испытывают особых сложностей при чтении на русском и их показатели движений глаз приближены к таковым у носителей русского, а различий между обработкой простых и сложных текстов (принадлежащих уровню B1 или B2) не прослеживается. Это может быть связано с тем, что все участники исследования являлись студентами

выпускных курсов университета и долгое время проживали в России - соответственно, имели большой опыт использования русского языка. В нашем же исследовании приняли участие носители китайского языка, проживающие не только в России, но и в КНР. Это стало возможным благодаря использованию методики, позволяющей дистанционный сбор данных. Исследование проводилось на платформе Ivex farm. Были составлены протоколы для двух групп участников: носителей русского языка и носителей китайского, изучающих русский.

#### *4.1.1. Выводы по работе исследование лексического доступа при чтении у носителей русского языка и изучающих русский как иностранный*

Наше исследование показало, что для участников носителей китайского языка, изучающих русский как иностранный, фактор предсказуемости имеет более сильный эффект, чем для носителей русского языка. Ранее в исследовании [130] фактор предсказуемости был значим при чтении на английском языке и как родном, и как иностранном, но читающие на английском как иностранном также хуже предсказывали слова по ходу чтения. Однако, в работе [24] показано, что фактор предсказуемости имеет одинаковый эффект как в группе носителей языка (английский язык), так и группе изучающих данный язык как иностранный (носители французского, изучающие английский язык). В нашем исследовании фактор предсказуемости оказывается особенно важным для группы, изучающей язык как иностранный: как и в работе [79], они хуже предсказывают последующие слова по сравнению с носителями языка. Похожие результаты были получены в исследовании [127], где рассматривались языки с разными системами письма (иврит и английский). В этом исследовании было установлено, что предсказуемость влияет на процессы чтения как на родном, так и на неродном языке, однако влияние предсказуемости более выражено при чтении на неродном языке.

Отметим, что, несмотря на то что влияние контекстной предсказуемости и других универсальных факторов в исследовательском поле изучено преимущественно на взрослых, носителях языка, а также в меньшей степени на изучающих иностранный язык и билингвах, вопрос о подростковом возрасте остается открытым. Исследования показывают, что контекстная предсказуемость оказывает влияние на чтение у изучающих язык как иностранный, то есть тогда, когда человек находится в процессе активного усвоения новых слов, также как и детей, осваивающих свой родной язык [131]. Полученные данные могут отражать закономерности формирования языка, учитывая, что процесс изучения иностранного языка может рассматриваться как модель развития речи.

#### *4.2. Обсуждение эксперимента 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков*

В этом исследовании мы изучили процесс усвоения новых слов в условиях различных типов контекста предложений и его связь с индивидуальными особенностями у подростков в возрасте 11–17 лет. Результаты показали, что участники реагировали быстрее, но с меньшей точностью на ранее предъявленные слова в условии ограничивающего контекста. Эффект “старый/новый” N400 был выявлен в правом полушарии — N400 был менее выражен для слов, предъявленных в фазе обучения, чем для слов дистракторов, но эффект типа контекста для N400 не был обнаружен. Несмотря на отсутствие эффекта типа контекста на N400, результаты показали значимое влияние типа контекста на среднюю амплитуду P600. Слова из ограничивающего контекста вызывали большую амплитуду P600, чем слова из условия неограничивающего контекста. Также был обнаружен значимый эффект “старый/новый” для P600. Более выраженные средние амплитуды N400 и P600 наблюдались при более высоких показателях правильности ответов. Анализа данных показал, что понимание прочитанного и словарный запас коррелировали с эффектом «старый/новый» для компонента N400,

а эффект «старый/новый» компонента Р600 — только с пониманием прочитанного. Таким образом, наши результаты продемонстрировали влияние типа контекста на поведенческом и нейрофизиологическом уровне в подростковой возрастной группе. Наши гипотезы относительно поведенческих результатов подтвердились частично. Больше правильных ответов было дано на слова, которых не было в части обучения, то есть участники легче опознавали, что слово видят впервые. При этом, участники быстрее давали ответ на слова, которые были предъявлены в ограничивающем контексте. На нейрофизиологическом уровне также подтвердилась часть наших гипотез. В частности, для компонента Р600 на слова из ограничивающего контекста наблюдались более высокие средние амплитуды по сравнению со стимулами из неограничивающего контекста и дистракторами. В то же время для компонента N400 различия были зафиксированы только между словами из ограничивающего контекста и дистракторами. Гипотезы об индивидуальных различиях подтвердились для компонента Р600, однако для N400 результаты оказались неоднозначными.

Ниже мы обсуждаем поведенческие и нейрофизиологические результаты и то, как они модулируются индивидуальными различиями участников в навыках, связанных с чтением, таких как понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память.

#### *4.2.1. Поведенческие данные*

Результаты выполнения задания на распознавание слов выявили значительное влияние условий на точность, а также на время реакции. Во-первых, результаты точности ответов показали, что участники дали больше правильных ответов на слова дистракторы (DW), чем на слова, представленные в условиях неограничивающего контекста (LCW) и ограничивающего контекста (HCW). Ответы также были точнее для слов, усвоенных в условиях неограничивающего контекста, по сравнению с ограничивающим контекстом. Эти результаты

отличаются от предыдущих работ с молодыми людьми [31] и взрослыми [98] и не показывают влияния ограничивающего контекста на усвоение новых слов на поведенческом уровне, а именно на правильность ответов. Разница между результатами может быть связана с фактором парадигмы эксперимента в исследовании Баласса и коллег [31]: фаза обучения качественно и количественно отличалась от фазы обучения в нашем исследовании. Участники в исследовании Баллас приступали к тестированию сразу после завершения обучения при достижении 100% обучения [31], когда мы исследовали обучение через чтение без критериев успешности усвоения новых слов. Кроме того, в работе Фришкоффа и соавторов [98] фаза обучения включала активное создание участниками новых синонимов к словам, что, возможно, способствует правильности ответов. Низкие результаты в условиях HCW по сравнению с DW и LCW не подтверждают нашу гипотезу о преимуществе контекста в усвоении новых слов, обусловленном высокой степенью ограничения. Более того, это согласуется с результатами исследования детей в возрасте 8–11 лет, которые не могли явно распознавать бессмысленные словоформы, представленные в «поддерживающем» контексте [32]. Таким образом, согласно нашим результатам, результаты подростковой возрастной группы были аналогичны результатам детской возрастной группы.

Однако для дальнейшего изучения наших результатов мы провели дополнительный анализ, принимая во внимание стратегию участников при выполнении задания. Как обсуждалось [132], в задаче на решение с вариантами «совпадение/несовпадение» или «старый/новый», участники могли быть предвзяты в своих ответах, выбирая определенную стратегию. Стратегии можно разделить на нейтральные, позитивные (участник с большей вероятностью ответит «нет») и негативные (участник с большей вероятностью ответит «да»). Согласно результатам, участники нашего исследования имели положительную стратегию и чаще отвечали «нет» на стимулы. Это означает, что участники идентифицировали больше стимулов как «новые», даже если они не были DW, и отклоняли целевые слова («старые») в условиях HCW и LCW. Следовательно, низкие результаты правильности ответов для слов из контекста с высоким ограничением следует

интерпретировать с осторожностью, принимая во внимание результаты анализа стратегий, который показывает, что, по-видимому, если участники сомневались, они предпочитали отвечать «нет».

В отличие от результатов правильности ответов, самые быстрые ответы были получены в условии HCW по сравнению с LCW по времени реакции. Более того, фактор точности был значимым в модели времени реакции. Последующий анализ показал, что с учетом фактора точности более быстрое время реакции наблюдалось для ответов в HCW по сравнению с DW только при правильных ответах. Однако различий во времени реакции между правильными ответами в условиях HCW и LCW не наблюдалось. Эти результаты согласуются с исследованием Баласса и его коллег [31], которые показали, что время реакции сокращается при использовании ранее изученных слов. Наше исследование показало, что более быстрая реакция на изученные слова может быть обусловлена точностью и ограничениями контекста изучения слова.

#### *4.2.2. Нейрофизиологические данные*

Анализ средней амплитуды компонента N400 выявил “новый/старый” эффект HCW и LCW по сравнению с компонентом DW в правом полушарии. Однако существенной разницы между словами из ограничивающего и неограничивающего контекста обнаружено не было.

Компонент N400, как правило, отражает различные процессы, включая семантическую обработку [2], [133], семантическую интеграцию в лексикон [67], [134] и знакомство [135]. Компонент N400 изучался в основном в языковом контексте, но его также связывают и с имплицитными семантическими процессами. Стоит отметить, что компонент N400 регистрируется без намерения испытуемого обрабатывать значение стимула, так называемо «автоматически» [135]. Было показано, что компонент N400 регистрируется, даже если участники не осознают стимул, который его вызывает (например, [136]). Следовательно, N400 был описан

как нейрофизиологический маркер преимущественно автоматической и имплицитной семантической обработки различных категорий значимых стимулов [2]. Поэтому в текущем исследовании мы проанализировали N400, изучая факторы влияния контекстных ограничений на имплицитные процессы усвоения новых слов.

Отсутствие влияния контекстных ограничений на N400 в нашем исследовании позволяет предположить, что тип контекста, возможно, не моделировал неосознаваемые процессы, участвующие в усвоении слов при чтении в подростковой возрастной группе. Эти результаты отличаются от результатов предыдущих исследований со взрослыми [67] и детьми [32], где амплитуда N400 зависела от контекстных ограничений, а снижение N400 было обнаружено для слов в сильно ограничивающем контексте. Исследование, проведенное Вергиловой и соавторами [36] с участием детей и подростков младшего возраста 13 лет, выявило не только влияние типа контекста, но и важность возраста. Эффект N400, особенно выраженный у детей старшего возраста на этапе тестирования, предполагает, что возраст играет решающую роль в контекстной обработке. Однако результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что фактор типа контекста не оказывал существенного влияния на имплицитные процессы распознавания слов у подростков. Это может быть объяснено различием дизайна парадигмы, предложенных участникам. Возможно, в нашем исследовании предъявление, взаимодействие участника с стимулами была гораздо слабее, что не позволило сформировать различия в имплицитной памяти на слова, предъявленные в разных контекстах. Тем не менее, значимые различия, наблюдаемые между словами, предъявленными в контекстах, и словами дистракторами, отражают процесс выраженного эффекта «старый/новый» у подростков.

Наше исследование выявило влияние типа контекста на амплитуду P600. Амплитуда P600 значительно различалась между всеми условиями, и была выше для слов, представленных в ограничивающем контексте по сравнению с неограничивающим контекстом. Слова дистракторы вызвали наименьшую амплитуду по сравнению с обоими условиями контекста. Известно, что P600 активируется во время задач на память, включая те, которые связаны с языком.

Эффекты Р600 были связаны с несколькими процессами: самоотчет по воспоминанию, количеству информации, извлеченной во время воспоминания. В результате эффект Р600 широко используется как потенциальный коррелят когнитивных процессов, лежащих в основе эксплицитной (осознаваемой) памяти [5], [137], [138], [139]. Более высокая амплитуда Р600 в ограничивающем контексте согласуется с исследованиями памяти, когда более высокая амплитуда Р600 регистрируется для более уверенного эксплицитного ответа [140]. Более того, наши результаты согласуются с данными Баласса и коллег [30], которые показали, что выученные слова вызывали более высокую амплитуду Р600 по сравнению со словами, которые не были предъявлены и не были выучены у молодых людей. Наши результаты по Р600 предполагают, что контекстное ограничение влияет на осознаваемые процессы припоминания слов в подростковой возрастной группе.

Таким образом, нейрофизиологические данные, полученные у подростков в нашем исследовании, выявили эффект «старый/новый» как в компонентах N400, так и в компонентах Р600 для двух типов «старых» стимулов (слов из контекста с высокой и низкой степенью ограничения). Однако компонент Р600 также продемонстрировал эффект контекстного ограничения. Одно из возможных объяснений может быть следующим. Условие низкой степени ограничения, использованное в нашем исследовании, могло сформировать концептуальные ассоциации относительно значения этих слов. Например, эти ассоциации могут соответствовать более широким семантическим категориям, аналогичным таким терминам, как «вещь» или «объект». Следовательно, обе категории слов активируют следы семантической памяти, что приводит к сопоставимому уровню имплицитного распознавания во время фазы тестирования. Напротив, Р600 отражает эксплицитное распознавание, характеризующееся более детальным воспоминанием объекта, и снижается для слов, полученных из условия с низкими ограничениями из-за их относительно расплывчатых спецификаций. Также важно учитывать, что независимый от контекста старый/новый эффект N400, наблюдаемый в нашем исследовании, может быть обусловлен не только семантическими процессами, но также может быть обусловлен орфографическим

и/или фонологическим знакомством с этими словами. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить, какие процессы лежат в основе этого эффекта.

#### *4.2.3. Понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память*

В настоящем исследовании мы изучили, как индивидуальные особенности, а именно понимание прочитанного, словарный запас и вербальная рабочая память, связаны с поведенческими и нейрофизиологическими эффектами изучения новых слов в различных типах контекста у подростков. В предыдущих исследованиях было показано, что правильность ответов коррелирует с навыками, связанными с чтением, такими как понимание прочитанного и словарный запас у детей 8–11 лет [32]. Мы также получили результаты о влиянии понимания прочитанного, словарного запаса и вербальной рабочей памяти на результаты по правильности ответов. Чем выше были баллы по пониманию прочитанного, словарному запасу и вербальной рабочей памяти, тем точнее отвечал участник. Наши результаты отличаются от результатов Баласса и коллег [30], где не наблюдалось значимых основных эффектов изученных слов или взаимодействий для навыков понимания прочитанного. Однако в нашем исследовании навыки, связанные с чтением, за исключением словарного запаса, не оказали существенного влияния на время реакции. Возможно, время реакции было недостаточно чувствительным показателем для выявления различий в усвоении слов между участниками с разным уровнем понимания прочитанного. У участников с более высоким словарным запасом, возможно, процесс лексического доступа был проще, что приводило к более быстрым реакциям при выполнении задания.

Анализ индивидуальных особенностей и нейрофизиологических данных показал, что эффект «старый/новый» для компонента N400 отрицательно коррелировали с пониманием прочитанного и словарным запасом. Чем лучше были понимание прочитанного и словарный запас, тем меньше был эффект N400 у

подростков. Дополнительный анализ данных показало, что у участников с высокими баллами показателей понимания прочитанного и словарного запаса не наблюдалось разницы в амплитуде N400 при усвоении слов в контекстах, в отличие от участников с низкими баллами. Таким образом, возможно, наблюдаемый эффект N400 «старый/новый» у участников с низкими баллами может быть обусловлен тем, что этот эффект основан на более поверхностных характеристиках слов, таких как орфография и фонология, или на менее детальном знакомстве со словом. В то же время механизмы, лежащие в основе обработки новых слов у участников с высокими баллами, могут быть более выражены на других этапах обработки текста, например, связанных с более выраженным припоминанием. Насколько нам известно, индивидуальные различия и эффекты N400 при усвоении новых слов в различных ограниченных контекстах до сих пор не изучались. Таким образом, компонент N400 требует дальнейшего изучения его природы и связи с индивидуальными различиями в усвоении новых слов в разных типах контекстов у подростков.

В нашей работе была обнаружена положительная корреляция между пониманием прочитанного и эффектом «старый/новый» для компонента P600: подростки с высокими навыками чтения (высоким уровнем понимания прочитанного) имели более высокую амплитуду P600 для слов, представленных в ограничивающем контексте, по сравнению со словами дистракторами. Следует отметить, что мы не обнаружили значимой роли индивидуальных различий в эффекте типа контекста для компонента P600 (разница в потенциале, связанном с событием, между условиями ограничивающего и неограничивающего контекста) и в эффекте «старый/новый» для P600 (различиями P600 на слова, предъявленные в обоих контекстах по сравнению с дистракторами). Наши результаты согласуются с данными Баласса и коллег [30], которые показали, что молодые люди (студенты) с высокими навыками чтения имели более высокую амплитуду P600 для предъявленных изученных слов, чем для неизученных слов и не предъявленных знакомых слов [30].

Модуляция компонента Р600 уровнем понимания прочитанного также была обнаружена Перфетти и коллегами [140] в задании на заучивание слов. Опытные читатели усваивали несколько больше слов по сравнению с менее опытными и демонстрировали более выраженные эффекты Р600 (более высокие амплитуды) для изученных слов. Перфетти и его коллеги [140] предположили, что различия в обучении могут быть связаны с различиями в кодировании эпизодических следов. Опытные читатели могут эффективнее использовать свой языковой опыт, создавая более надёжные эпизодические следы как по форме, так и по значению, что приводит к более эффективному усвоению слов.

#### **4.2.4. Выводы по Эксперименту 2. Нейрофизиологическое исследование усвоения новых слов в ограничивающем и неограничивающем контексте у подростков**

Наше исследование показало, что восприятие новых слов в условиях ограничивающего контекста влияет на их усвоение подростками. Участники реагировали быстрее на слова в условиях ограничивающего контекста, однако это не повышало правильность ответов. На нейрофизиологическом уровне влияние контекста подтверждалось амплитудой компонента Р600, что связано с процессами воспоминания. В то же время компонент N400 показал большую амплитуду для дистракторов независимо от условий, указывая на схожую обработку ранее предъявленных слов.

Подростки с развитыми навыками чтения, такими как понимание прочитанного и словарный запас, демонстрировали более высокую точность в распознавании слов. Положительная корреляция между пониманием прочитанного и эффектом Р600 свидетельствует о том, что такие подростки лучше догадываются о значении новых слов по контексту. Неожиданная отрицательная корреляция между эффектом N400 и навыками чтения указывает на более выраженный эффект "старый/новый" у подростков с низким уровнем понимания прочитанного. В целом,

более высокая точность выполнения заданий связана с развитыми навыками чтения и менее выраженным эффектом N400, что может указывать на активное участие процессов воспоминания у более способных читателей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследование показало, что контекст играет важную роль в изучении иностранного языка и усвоении новых слов подростками. Для носителей китайского языка, изучающих русский как иностранный, эффект предсказуемости слов более выражен, чем для носителей русского языка. То есть в процессе усвоения языка слова с низкой предсказуемостью могут вызывать затруднения чтения. Рассматривая процесс изучения иностранного языка как модель развития речи, хотя и имеющую свои особенности в связи с тем, что он надстраивается и взаимодействует с системой родного языка, в дальнейшем представляется целесообразным провести сопоставительный анализ возрастных особенностей роли контекстной предсказуемости в процессе развития родного языка на различных этапах его освоения, а также сопоставить полученные данные с результатами изучения иностранного языка. Это позволит глубже понять универсальные закономерности, определяющие процесс усвоения языков. Как показало наше второе исследование, восприятие новых слов в ограничивающем контексте способствует их усвоению, хотя не всегда повышает правильность ответов. Нейрофизиологические данные показали влияние контекста на процесс усвоения слов, выявив различия в амплитуде компонентов P600 и N400. Подростки с развитыми навыками чтения лучше распознают слова и догадываются о их значении по контексту. Результаты подчеркивают важность контекста и предсказуемости в процессе чтения и усвоения языка.

В рамках дальнейших исследований могут быть рассмотрены следующие ключевые направления, которые могут углубить понимание влияния предсказуемости и контекстуальных ограничений на процессы языкового усвоения. Во-первых, актуальным может быть проведение сравнительного исследования различных языковых пар с целью выявления влияния языковых структур на процессы чтения и восприятия. Во-вторых, важно рассмотреть долгосрочные эффекты обучения, исследуя, как предсказуемость и контекст влияют на усвоение новых лексических единиц и их использование в различных коммуникативных

ситуациях. Третье направление связано с анализом индивидуальных различий в когнитивных способностях, таких как память и внимание, и их влиянием на восприятие языка. Также, актуальным является изучение дополнительных нейрофизиологических маркеров, которые могут обеспечить более полное понимание процессов обработки языка. Кроме того, изучение возрастных изменений в когнитивных процессах поможет разобраться в том, как они влияют на восприятие предсказуемости и контекста, особенно в рамках формирования навыков чтения у подростков. Эти направления могут существенно способствовать разработке эффективных методов обучения и углублению теоретических основ в области исследований языка.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ЭЭГ — электроэнцефалография

ВП — вызванный потенциал

ВР — время реакции

Гц — Герц

НСW - условие ограничивающего контекста

LCW - условие неограничивающего контекста

DW - условие слов дистракторов

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Federmeier, K. D. Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension / K. D. Federmeier // *Psychophysiology*. – 2007. – Vol. 44. – Thinking ahead. – № 4. – P. 491-505.
2. Kutas, M. Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP) / M. Kutas, K. D. Federmeier // *Annual Review of Psychology*. – 2011. – Vol. 62. – Thirty Years and Counting. – № 1. – P. 621-647.
3. Lau, E. F. A cortical network for semantics: (de)constructing the N400 / E. F. Lau, C. Phillips, D. Poeppel // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2008. – Vol. 9. – A cortical network for semantics. – № 12. – P. 920-933.
4. A Direct Comparison of N400 Effects of Predictability and Incongruity in Adjective-Noun Combination / E. F. Lau, A. Namyst, A. Fogel, T. Delgado // *Collabra*. – 2016. – Vol. 2. – № 1. – P. 13.
5. Rugg, M. D. Event-related potentials and recognition memory / M. D. Rugg, T. Curran // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2007. – Vol. 11. – № 6. – P. 251-257.
6. Davis, M. H. A complementary systems account of word learning: neural and behavioural evidence / M. H. Davis, M. G. Gaskell // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2009. – Vol. 364. – A complementary systems account of word learning. – № 1536. – P. 3773-3800.
7. Shtyrov, Y. Rapid Cortical Plasticity Underlying Novel Word Learning / Y. Shtyrov, V. V. Nikulin, F. Pulvermüller // *The Journal of Neuroscience*. – 2010. – Vol. 30. – № 50. – P. 16864-16867.
8. Taylor, J. A. Explicit and Implicit Contributions to Learning in a Sensorimotor Adaptation Task / J. A. Taylor, J. W. Krakauer, R. B. Ivry // *The Journal of Neuroscience*. – 2014. – Vol. 34. – № 8. – P. 3023-3032.
9. Explicit encoding vs. fast mapping of novel spoken words: Electrophysiological and behavioural evidence of diverging mechanisms / Y. Shtyrov, M. Filippova, E. Perikova [et al.] // *Neuropsychologia*. – 2022. – Vol. 172. – Explicit encoding vs. fast mapping of novel spoken words. – P. 108268.
10. Carey, S. from: *Papers and Reports on Child Language Development*. Vol. 15 August 1978. pp. 17 - 29 / S. Carey, E. Bartlett.
11. Dollaghan, C. Child Meets Word: “Fast Mapping” in Preschool Children / C. Dollaghan // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. – 1985. – Vol. 28. – Child Meets Word. – № 3. – P. 449-454.
12. Elman, J. L. Finding Structure in Time / J. L. Elman // *Cognitive Science*. – 1990. – Vol. 14. – № 2. – P. 179-211.
13. Misyak, J. B. Sequential Expectations: The Role of Prediction-Based Learning in Language / J. B. Misyak, M. H. Christiansen, J. Bruce Tomblin // *Topics in Cognitive Science*. – 2010. – Vol. 2. – Sequential Expectations. – № 1. – P. 138-153.

14. Lexical leverage: category knowledge boosts real-time novel word recognition in 2-year-olds / A. Borovsky, E. M. Ellis, J. L. Evans, J. L. Elman // *Developmental Science*. – 2016. – Vol. 19. – Lexical leverage. – № 6. – P. 918-932.
15. Axelsson, E. L. Contextual repetition facilitates word learning via fast mapping / E. L. Axelsson, J. S. Horst // *Acta Psychologica*. – 2014. – Vol. 152. – P. 95-99.
16. What's new? Children prefer novelty in referent selection / J. S. Horst, L. K. Samuelson, S. C. Kucker, B. McMurray // *Cognition*. – 2011. – Vol. 118. – What's new? – № 2. – P. 234-244.
17. Bion, R. A. H. Fast mapping, slow learning: Disambiguation of novel word–object mappings in relation to vocabulary learning at 18, 24, and 30 months / R. A. H. Bion, A. Borovsky, A. Fernald // *Cognition*. – 2013. – Vol. 126. – Fast mapping, slow learning. – № 1. – P. 39-53.
18. The development of linguistic prediction: Predictions of sound and meaning in 2- to 5-year-olds / C. Gambi, F. Gorrie, M. J. Pickering, H. Rabagliati // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2018. – Vol. 173. – The development of linguistic prediction. – P. 351-370.
19. Abel, A. D. N400 Response Indexes Word Learning from Linguistic Context in Children / A. D. Abel, J. Schneider, M. J. Maguire // *Language Learning and Development*. – 2018. – Vol. 14. – № 1. – P. 61-71.
20. Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading / R. Kliegl, E. Grabner, M. Rolfs, R. Engbert // *European Journal of Cognitive Psychology*. – 2004. – Vol. 16. – № 1-2. – P. 262-284.
21. The effect of word predictability on the eye movements of Chinese readers / K. Rayner, X. Li, B. J. Juhasz, G. Yan // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2005. – Vol. 12. – № 6. – P. 1089-1093.
22. Rayner, K. Mindless reading revisited: Eye movements during reading and scanning are different / K. Rayner, M. H. Fischer // *Perception & Psychophysics*. – 1996. – Vol. 58. – Mindless reading revisited. – № 5. – P. 734-747.
23. Presenting GECO: An eyetracking corpus of monolingual and bilingual sentence reading / U. Cop, N. Dirix, D. Drieghe, W. Duyck // *Behavior Research Methods*. – 2017. – Vol. 49. – Presenting GECO. – № 2. – P. 602-615.
24. Whitford, V. The effects of word frequency and word predictability during first- and second-language paragraph reading in bilingual older and younger adults. / V. Whitford, D. Titone // *Psychology and Aging*. – 2017. – Vol. 32. – № 2. – P. 158-177.
25. Whitford, V. Second-language experience modulates first- and second-language word frequency effects: Evidence from eye movement measures of natural paragraph reading / V. Whitford, D. Titone // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2012. – Vol. 19. – Second-language experience modulates first- and second-language word frequency effects. – № 1. – P. 73-80.
26. Whitford, V. Eye movements and the perceptual span during first- and second-language sentence reading in bilingual older adults. / V. Whitford, D. Titone // *Psychology and Aging*. – 2016. – Vol. 31. – № 1. – P. 58-70.
27. Borovsky, A. Once is Enough: N400 Indexes Semantic Integration of Novel Word Meanings from a Single Exposure in Context / A. Borovsky, J. L. Elman, M. Kutas // *Language Learning and Development*. – 2012. – Vol. 8. – Once is Enough. – № 3. – P. 278-302.

28. Fernald, A. Picking up speed in understanding: Speech processing efficiency and vocabulary growth across the 2nd year. / A. Fernald, A. Perfors, V. A. Marchman // *Developmental Psychology*. – 2006. – Vol. 42. – Picking up speed in understanding. – № 1. – P. 98-116.
29. Variability in Early Communicative Development / L. Fenson, P. S. Dale, J. S. Reznick [et al.] // *Monographs of the Society for Research in Child Development*. – 1994. – Vol. 59. – № 5. – P. i.
30. Verhaeghen, P. Aging and vocabulary score: A meta-analysis. / P. Verhaeghen // *Psychology and Aging*. – 2003. – Vol. 18. – Aging and vocabulary score. – № 2. – P. 332-339.
31. Balass, M. Word learning: An ERP investigation of word experience effects on recognition and word processing / M. Balass, J. R. Nelson, C. A. Perfetti // *Contemporary Educational Psychology*. – 2010. – Vol. 35. – Word learning. – № 2. – P. 126-140.
32. Abel, A. D. Investigating Implicit and Explicit Word Learning in School-age Children Using a Combined Behavioral-Event Related Potential (ERP) Approach / A. D. Abel, B. J. Sharp, C. Konja // *Developmental Neuropsychology*. – 2020. – Vol. 45. – № 1. – P. 27-38.
33. Lesion correlates of conversational speech production deficits / A. Borovsky, A. P. Saygin, E. Bates, N. Dronkers // *Neuropsychologia*. – 2007. – Vol. 45. – № 11. – P. 2525-2533.
34. Borovsky, A. Learning to use words: Event-related potentials index single-shot contextual word learning / A. Borovsky, M. Kutas, J. Elman // *Cognition*. – 2010. – Vol. 116. – Learning to use words. – № 2. – P. 289-296.
35. Abel, A. D. N400 Response Indexes Word Learning from Linguistic Context in Children / A. D. Abel, J. Schneider, M. J. Maguire // *Language Learning and Development*. – 2018. – Vol. 14. – № 1. – P. 61-71.
36. Age-related differences in expectation-based novel word learning / Y. Vergilova, T. K. Jachmann, N. Mani, J. Kray // *Psychophysiology*. – 2022. – Vol. 59. – № 8. – P. e14030.
37. Acha, J. Exploring the mental lexicon: A methodological approach to understanding how printed words are represented in our minds / J. Acha, M. Carreiras // *The Mental Lexicon*. – 2014. – Vol. 9. – Exploring the mental lexicon. – № 2. – P. 196-231.
38. Rayner, K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. / K. Rayner // *Psychological Bulletin*. – 1998. – Vol. 124. – Eye movements in reading and information processing. – № 3. – P. 372-422.
39. Phonological Codes Are Automatically Activated During Reading: Evidence From an Eye Movement Priming Paradigm / K. Rayner, S. C. Sereno, M. F. Lesch, A. Pollatsek // *Psychological Science*. – 1995. – Vol. 6. – Phonological Codes Are Automatically Activated During Reading. – № 1. – P. 26-32.
40. Reexamining the word length effect in visual word recognition: New evidence from the English Lexicon Project / B. New, L. Ferrand, C. Pallier, M. Brysbaert // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2006. – Vol. 13. – Reexamining the word length effect in visual word recognition. – № 1. – P. 45-52.
41. Lee, C. H. A LOCUS OF THE WORD-LENGTH EFFECT ON WORD RECOGNITION / C. H. Lee // *Reading Psychology*. – 1999. – Vol. 20. – № 2. – P. 129-150.

42. Lima, S. D. Lexical access via an orthographic code? The Basic Orthographic Syllabic Structure (BOSS) reconsidered / S. D. Lima, A. Pollatsek // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. – 1983. – Vol. 22. – Lexical access via an orthographic code? – № 3. – P. 310-332.
43. Spoehr, K. T. The role of syllables in perceptual processing / K. T. Spoehr, E. E. Smith // *Cognitive Psychology*. – 1973. – Vol. 5. – № 1. – P. 71-89.
44. Prinzmetal, W. Does attention affect visual feature integration? / W. Prinzmetal, D. E. Presti, M. I. Posner // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1986. – Vol. 12. – № 3. – P. 361-369.
45. Juphard, A. Length effect in reading and lexical decision: Evidence from skilled readers and a developmental dyslexic participant / A. Juphard, S. Carbonnel, S. Valdois // *Brain and Cognition*. – 2004. – Vol. 55. – Length effect in reading and lexical decision. – № 2. – P. 332-340.
46. Park, K. Korean Causatives in Role and Reference Grammar / K. Park.
47. Lee, C. The exploration of the effects of word frequency and word length on Korean word recognition / C. Lee, Y. Lee, T. H. Kim // *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. – 2016. – Vol. 17. – № 1. – P. 54-61.
48. Nam, J. Establishing Equivalence of Two Treatments and Sample Size Requirements in Matched-Pairs Design / J. Nam // *Biometrics*. – 1997. – Vol. 53. – № 4. – P. 1422.
49. Whitney, C. Facilitative orthographic neighborhood effects: The SERIOL model account / C. Whitney, M. Lavidor // *Cognitive Psychology*. – 2005. – Vol. 51. – Facilitative orthographic neighborhood effects. – № 3. – P. 179-213.
50. Rayner, K. Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity / K. Rayner, S. A. Duffy // *Memory & Cognition*. – 1986. – Vol. 14. – Lexical complexity and fixation times in reading. – № 3. – P. 191-201.
51. Inhoff, A. W. Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency / A. W. Inhoff, K. Rayner // *Perception & Psychophysics*. – 1986. – Vol. 40. – Parafoveal word processing during eye fixations in reading. – № 6. – P. 431-439.
52. Juhasz, B. J. Investigating the Effects of a Set of Intercorrelated Variables on Eye Fixation Durations in Reading. / B. J. Juhasz, K. Rayner // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. – 2003. – Vol. 29. – № 6. – P. 1312-1318.
53. Juhasz, B. J. The role of age of acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations / B. J. Juhasz, K. Rayner // *Visual Cognition*. – 2006. – Vol. 13. – The role of age of acquisition and word frequency in reading. – № 7-8. – P. 846-863.
54. Balota, D. A. Are lexical decisions a good measure of lexical access? The role of word frequency in the neglected decision stage. / D. A. Balota, J. I. Chumbley // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1984. – Vol. 10. – Are lexical decisions a good measure of lexical access? – № 3. – P. 340-357.
55. Allen, C. T. A Comparison of Attitudes and Emotions as Predictors of Behavior at Diverse Levels of Behavioral Experience / C. T. Allen, K. A. Machleit, S. S. Kleine // *Journal of Consumer Research*. – 1992. – Vol. 18. – № 4. – P. 493.

56. Miellet, S. Word frequency and predictability effects in reading French: An evaluation of the E-Z Reader model / S. Miellet, L. Sparrow, S. C. Sereno // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2007. – Vol. 14. – Word frequency and predictability effects in reading French. – № 4. – P. 762-769.
57. Brysbaert, M. Word Frequency Affects Naming Latency in Dutch when Age of Acquisition is Controlled / M. Brysbaert // *European Journal of Cognitive Psychology*. – 1996. – Vol. 8. – № 2. – P. 185-194.
58. Hasenäcker, J. Compound reading in German: Effects of constituent frequency and whole-word frequency in children and adults. / J. Hasenäcker, S. Schroeder // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. – 2019. – Vol. 45. – Compound reading in German. – № 5. – P. 920-933.
59. Exploring the relations between word frequency, language exposure, and bilingualism in a computational model of reading / P. Monaghan, Y.-N. Chang, S. Welbourne, M. Brysbaert // *Journal of Memory and Language*. – 2017. – Vol. 93. – P. 1-21.
60. The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers / G. Yan, H. Tian, X. Bai, K. Rayner // *British Journal of Psychology*. – 2006. – Vol. 97. – № 2. – P. 259-268.
61. Russian Sentence Corpus: Benchmark measures of eye movements in reading in Russian / A. K. Laurinavichyute, I. A. Sekerina, S. Alexeeva [et al.] // *Behavior Research Methods*. – 2019. – Vol. 51. – Russian Sentence Corpus. – № 3. – P. 1161-1178.
62. The influence of lexical and conceptual constraints on reading mixed-language sentences: Evidence from eye fixations and naming times / J. Altarriba, J. F. Kroll, A. Sholl, K. Rayner // *Memory & Cognition*. – 1996. – Vol. 24. – The influence of lexical and conceptual constraints on reading mixed-language sentences. – № 4. – P. 477-492.
63. Ehrlich, S. F. Contextual effects on word perception and eye movements during reading / S. F. Ehrlich, K. Rayner // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. – 1981. – Vol. 20. – № 6. – P. 641-655.
64. The Effects of Frequency and Predictability on Eye Fixations in Reading: Implications for the E-Z Reader Model. / K. Rayner, J. Ashby, A. Pollatsek, E. D. Reichle // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 2004. – Vol. 30. – The Effects of Frequency and Predictability on Eye Fixations in Reading. – № 4. – P. 720-732.
65. The effect of word predictability on the eye movements of Chinese readers / K. Rayner, X. Li, B. J. Juhasz, G. Yan // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2005. – Vol. 12. – № 6. – P. 1089-1093.
66. Consistency, Regularity, and Frequency Effects in Naming Chinese Characters / C.-Y. Lee, J.-L. Tsai, E. C.-I. Su [et al.].
67. Mestres-Misse, A. Watching the Brain during Meaning Acquisition / A. Mestres-Misse, A. Rodriguez-Fornells, T. F. Munte // *Cerebral Cortex*. – 2007. – Vol. 17. – № 8. – P. 1858-1866.
68. Pickering, M. J. Predicting while comprehending language: A theory and review. / M. J. Pickering, C. Gambi // *Psychological Bulletin*. – 2018. – Vol. 144. – Predicting while comprehending language. – № 10. – P. 1002-1044.
69. Mani, N. Prediction during language processing is a piece of cake—But only for skilled producers. / N. Mani, F. Huettig // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 2012. – Vol. 38. – № 4. – P. 843-847.

70. Huettig, F. Is prediction necessary to understand language? Probably not / F. Huettig, N. Mani // *Language, Cognition and Neuroscience*. – 2016. – Vol. 31. – Is prediction necessary to understand language? – № 1. – P. 19-31.
71. Rabagliati, H. Learning to predict or predicting to learn? / H. Rabagliati, C. Gambi, M. J. Pickering // *Language, Cognition and Neuroscience*. – 2016. – Vol. 31. – № 1. – P. 94-105.
72. Auditory word recognition across the lifespan: Links between linguistic and nonlinguistic inhibitory control in bilinguals and monolinguals / H. K. Blumenfeld, S. R. Schroeder, S. C. Bobb [et al.] // *Linguistic Approaches to Bilingualism*. – 2016. – Vol. 6. – Auditory word recognition across the lifespan. – № 1-2. – P. 119-146.
73. Kuperman, V. Reassessing word frequency as a determinant of word recognition for skilled and unskilled readers. / V. Kuperman, J. A. Van Dyke // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 2013. – Vol. 39. – № 3. – P. 802-823.
74. Cop, U. Eye Movement Patterns in Natural Reading: A Comparison of Monolingual and Bilingual Reading of a Novel / U. Cop, D. Drieghe, W. Duyck // *PLOS ONE*. – 2015. – Vol. 10. – Eye Movement Patterns in Natural Reading. – № 8. – P. e0134008.
75. Frazier, L. Taking on semantic commitments: Processing multiple meanings vs. multiple senses / L. Frazier, K. Rayner // *Journal of Memory and Language*. – 1990. – Vol. 29. – Taking on semantic commitments. – № 2. – P. 181-200.
76. Hale, J. A probabilistic earley parser as a psycholinguistic model / J. Hale. – Text : electronic // Second meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics on Language technologies 2001 - NAACL '01 Second meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. – Pittsburgh, Pennsylvania : Association for Computational Linguistics, 2001. – P. 1-8. – URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1073336.1073357> (date accessed: 21.09.2025).
77. Levy, R. Expectation-based syntactic comprehension / R. Levy // *Cognition*. – 2008. – Vol. 106. – № 3. – P. 1126-1177.
78. Staub, A. Eye movements and processing difficulty in object relative clauses / A. Staub // *Cognition*. – 2010. – Vol. 116. – № 1. – P. 71-86.
79. Bilinguals reading in their second language do not predict upcoming words as native readers do / C. D. Martin, G. Thierry, J.-R. Kuipers [et al.] // *Journal of Memory and Language*. – 2013. – Vol. 69. – № 4. – P. 574-588.
80. Cromley, J. G. Testing and refining the direct and inferential mediation model of reading comprehension. / J. G. Cromley, R. Azevedo // *Journal of Educational Psychology*. – 2007. – Vol. 99. – № 2. – P. 311-325.
81. A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise / S. Ahmed, M. Ahmad, B. L. Swami, S. Ikram // *Journal of Advanced Research*. – 2016. – Vol. 7. – A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications. – № 1. – P. 17-28.
82. Nagy, G. Hierarchical representation of optically scanned documents / G. Nagy, S. C. Seth.
83. Jenkins, J. R. Learning Vocabulary Through Reading / J. R. Jenkins, M. L. Stein, K. Wysocki // *American Educational Research Journal*. – 1984. – Vol. 21. – № 4. – P. 767-787.

84. Markman, E. M. Children's use of mutual exclusivity to constrain the meanings of words / E. M. Markman, G. F. Wachtel // *Cognitive Psychology*. – 1988. – Vol. 20. – № 2. – P. 121-157.
85. Teacher Study Group: Impact of the Professional Development Model on Reading Instruction and Student Outcomes in First Grade Classrooms / R. Gersten, J. Dimino, M. Jayanthi [et al.] // *American Educational Research Journal*. – 2010. – Vol. 47. – Teacher Study Group. – № 3. – P. 694-739.
86. The need for integrative approaches to understand and conserve migratory ungulates / D. T. Bolger, W. D. Newmark, T. A. Morrison, D. F. Doak // *Ecology Letters*. – 2008. – Vol. 11. – № 1. – P. 63-77.
87. Brothers, T. Effects of prediction and contextual support on lexical processing: Prediction takes precedence / T. Brothers, T. Y. Swaab, M. J. Traxler // *Cognition*. – 2015. – Vol. 136. – Effects of prediction and contextual support on lexical processing. – P. 135-149.
88. Awareness of Mild Cognitive Impairment and Mild Alzheimer's Disease Dementia Diagnoses Associated With Lower Self-Ratings of Quality of Life in Older Adults / S. D. Stites, J. Karlawish, K. Harkins [et al.] // *The Journals of Gerontology: Series B*. – 2017. – Vol. 72. – № 6. – P. 974-985.
89. Lowell, R. Impact of Informative Context's Meaning Consistency During Incidental Vocabulary Acquisition / R. Lowell, K. W. Pender, K. S. Binder // *Reading Research Quarterly*. – 2020. – Vol. 55. – № 4. – P. 679-697.
90. Lowell, R. Impact of contextual constraint on vocabulary acquisition in reading / R. Lowell, R. K. Morris // *Journal of Cognitive Psychology*. – 2017. – Vol. 29. – № 5. – P. 551-569.
91. Psychological and Electrophysiological Correlates of Word Learning Success / N. Mkrtchian, S. Kostromina, D. Gnedykh [et al.] // *PSYCHOLOGY IN RUSSIA-STATE OF THE ART*. – 2021. – Vol. 14. – № 2. – P. 171-192.
92. Rugg, M. D. Event-related potentials and recognition memory / M. D. Rugg, T. Curran // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2007. – Vol. 11. – № 6. – P. 251-257.
93. Shtyrov, Y. Neural Bases of Rapid Word Learning / Y. Shtyrov // *The Neuroscientist*. – 2012. – Vol. 18. – № 4. – P. 312-319.
94. Reber, P. J. The neural basis of implicit learning and memory: A review of neuropsychological and neuroimaging research / P. J. Reber // *Neuropsychologia*. – 2013. – Vol. 51. – The neural basis of implicit learning and memory. – № 10. – P. 2026-2042.
95. Norkina, M. V. Neural Bases of Word Learning in the Context Across Different Age Range: A Narrative Review of International Research / M. V. Norkina // *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*. – Vol. 2024.
96. Segalowitz, S. J. An ERP study of category priming: Evidence of early lexical semantic access / S. J. Segalowitz, X. Zheng // *Biological Psychology*. – 2009. – Vol. 80. – An ERP study of category priming. – № 1. – P. 122-129.
97. Neural Temporal Dynamics of Social Exclusion Elicited by Averted Gaze: An Event-Related Potentials Study / Y. Leng, Y. Zhu, S. Ge [et al.] // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. – 2018. – Vol. 12. – Neural Temporal Dynamics of Social Exclusion Elicited by Averted Gaze. – P. 21.

98. Frishkoff, G. A. Lexical Quality in the Brain: ERP Evidence for Robust Word Learning From Context / G. A. Frishkoff, C. A. Perfetti, K. Collins-Thompson // *Developmental Neuropsychology*. – 2010. – Vol. 35. – Lexical Quality in the Brain. – № 4. – P. 376-403.
99. Momsen, J. Developmental differences in EEG oscillations supporting the identification of novel word meaning from context / J. Momsen, J. M. Schneider, A. D. Abel // *Developmental Cognitive Neuroscience*. – 2022. – Vol. 58. – P. 101185.
100. Bastiaansen, M. Oscillatory neuronal dynamics during language comprehension / M. Bastiaansen, P. Hagoort. – Text : electronic // *Progress in Brain Research*. – Elsevier, 2006. – Vol. 159. – P. 179-196. – URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079612306590120> (date accessed: 22.09.2025).
101. Bastiaansen, M. Syntactic Unification Operations Are Reflected in Oscillatory Dynamics during On-line Sentence Comprehension / M. Bastiaansen, L. Magyari, P. Hagoort // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2010. – Vol. 22. – № 7. – P. 1333-1347.
102. Hald, L. A. EEG theta and gamma responses to semantic violations in online sentence processing / L. A. Hald, M. C. M. Bastiaansen, P. Hagoort // *Brain and Language*. – 2006. – Vol. 96. – № 1. – P. 90-105.
103. Schneider, J. M. Identifying the relationship between oscillatory dynamics and event-related responses / J. M. Schneider, M. J. Maguire // *International Journal of Psychophysiology*. – 2018. – Vol. 133. – P. 182-192.
104. Visibility Graph from Adaptive Optimal Kernel Time-Frequency Representation for Classification of Epileptiform EEG / Z.-K. Gao, Q. Cai, Y.-X. Yang [et al.] // *International Journal of Neural Systems*. – 2017. – Vol. 27. – № 04. – P. 1750005.
105. Hanslmayr, S. Oscillatory power decreases and long-term memory: the information via desynchronization hypothesis / S. Hanslmayr, T. Staudigl, M.-C. Fellner. – Text : electronic // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2012. – Vol. 6. – Oscillatory power decreases and long-term memory. – URL: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2012.00074/abstract> (date accessed: 22.09.2025).
106. Klimesch, W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information / W. Klimesch // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2012. – Vol. 16. – № 12. – P. 606-617.
107. Distinct Patterns of Brain Activity Characterise Lexical Activation and Competition in Spoken Word Production / V. Piai, A. Roelofs, O. Jensen [et al.] // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9. – № 2. – P. e88674.
108. Weiss, S. “Too Many betas do not Spoil the Broth”: The Role of Beta Brain Oscillations in Language Processing / S. Weiss, H. M. Mueller. – Text : electronic // *Frontiers in Psychology*. – 2012. – Vol. 3. – “Too Many betas do not Spoil the Broth”. – URL: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2012.00201/abstract> (date accessed: 22.09.2025).
109. Using the N400 event-related potential to study word learning from context in children from low- and higher-socioeconomic status homes / Y. K. Ralph, J. M. Schneider, A. D. Abel, M. J. Maguire // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2020. – Vol. 191. – P. 104758.
110. Batterink, L. Implicit and Explicit Mechanisms of Word Learning in a Narrative Context: An Event-related Potential Study / L. Batterink, H. Neville // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2011. –

- Vol. 23. – Implicit and Explicit Mechanisms of Word Learning in a Narrative Context. – № 11. – P. 3181-3196.
111. Revealing the spatiotemporal brain dynamics of covert speech compared with overt speech: A simultaneous EEG-fMRI study / W. Zhang, M. Jiang, K. A. C. Teo [et al.] // *NeuroImage*. – 2024. – Vol. 293. – P. 1-15.
112. Markman, E. M. Children's use of mutual exclusivity to constrain the meanings of words / E. M. Markman, G. F. Wachtel // *Cognitive Psychology*. – 1988. – Vol. 20. – № 2. – P. 121-157.
113. Anglin, J. M. Vocabulary Development: A Morphological Analysis / J. M. Anglin, G. A. Miller, P. C. Wakefield // *Monographs of the Society for Research in Child Development*. – 1993. – Vol. 58. – Vocabulary Development. – № 10. – P. i.
114. CELER: A 365-Participant Corpus of Eye Movements in L1 and L2 English Reading / Y. Berzak, C. Nakamura, A. Smith [et al.] // *Open Mind*. – 2022. – Vol. 6. – CELER. – P. 41-50.
115. Text reading in English as a second language: Evidence from the Multilingual Eye-Movements Corpus / V. Kuperman, N. Siegelman, S. Schroeder [et al.] // *Studies in Second Language Acquisition*. – 2023. – Vol. 45. – Text reading in English as a second language. – № 1. – P. 3-37.
116. Позднякова Е.М. Теория ментального лексикона в трудах Е.С. Кубряковой в свете современных лексикографических и корпусных данных / Позднякова Е.М., Суворина Е.В. // *Когнитивные исследования языка*. – 2012. – № 12. – P. 543-552.
117. Gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart po russkomu jazyku kak inostrannomu: obščee vladenie. 3: Pervyj [sertifikacionnyj] uroven' / [avtory: Andrjušina, N. P.] // eds. A. V. Golubeva, N. P. Andrjušina. – Moskva : Zlatoust, 1999. – Gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart po russkomu jazyku kak inostrannomu.
118. Kim, Say young. Effects of Visual, Lexical, and Contextual Factors on Word Recognition in Reading Korean Sentences / Kim, Say young, Donald J. Bolger // *Journal of Cognitive Science*. – 2017. – Vol. 18. – № 1. – P. 43-83.
119. Lim, J. H. Second language sentence processing in reading for comprehension and translation / J. H. Lim, K. Christianson // *Bilingualism: Language and Cognition*. – 2013. – Vol. 16. – № 3. – P. 518-537.
120. Yamashita, J. Examining reading fluency in a foreign language: Effects of text segmentation on L2 readers / J. Yamashita, S. Ichikawa.
121. Jegerski, J. *Research Methods in Second Language Psycholinguistics* / J. Jegerski, B. VanPatten. – 0. – Routledge, 2013. – URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781136339141> (date accessed: 22.09.2025). – Text : electronic.
122. Ratcliff, R. Methods for dealing with reaction time outliers. / R. Ratcliff // *Psychological Bulletin*. – 1993. – Vol. 114. – № 3. – P. 510-532.
123. La Pointe, L. B. Simple and complex word spans as measures of working memory capacity. / L. B. La Pointe, R. W. Engle // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. – 1990. – Vol. 16. – № 6. – P. 1118-1133.
124. PsychoPy2: Experiments in behavior made easy / J. Peirce, J. R. Gray, S. Simpson [et al.] // *Behavior Research Methods*. – 2019. – Vol. 51. – PsychoPy2. – № 1. – P. 195-203.

125. Ripley, B. D. The R Project in Statistical Computing / B. D. Ripley // *MSOR Connections*. – 2001. – Vol. 1. – № 1. – P. 23-25.
126. Yen, I. H. Neighborhood Environment in Studies of Health of Older Adults / I. H. Yen, Y. L. Michael, L. Perdue // *American Journal of Preventive Medicine*. – 2009. – Vol. 37. – № 5. – P. 455-463.
127. Mor, B. Frequency and predictability effects in first and second language of different script bilinguals. / B. Mor, A. Prior // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. – 2022. – Vol. 48. – № 9. – P. 1363-1383.
128. Eye movement corpora in Adyghe and Russian: an eye-tracking study of sentence reading in bilinguals / N. Zdorova, O. Parshina, B. Ogly [et al.] // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Vol. 14. – Eye movement corpora in Adyghe and Russian. – P. 1212701.
129. Expanding horizons of cross-linguistic research on reading: The Multilingual Eye-movement Corpus (MECO) / N. Siegelman, S. Schroeder, C. Acartürk [et al.] // *Behavior Research Methods*. – 2022. – Vol. 54. – Expanding horizons of cross-linguistic research on reading. – № 6. – P. 2843-2863.
130. Tomsk State University, Tomsk. The effect of L2 proficiency on the eye movement measures during L2 reading in Russian-Chinese and Chinese-Russian late bilinguals / Tomsk State University, Tomsk, T. E. Mashanlo // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2018. – № 433. – P. 22-30.
131. Корнеев, А. А. Что мы можем сказать о формировании чтения на основе анализа движения глаз? / А. А. Корнеев, Е. Ю. Матвеева, Т. В. Ахутина // *Физиология человека*. – 2018. – № 2. – P. 75-83.
132. Macmillan, N. A. Detection theory: a user's guide. *Detection theory* / N. A. Macmillan, C. D. Creelman. – 2. ed., reprinted. – New York, NJ : Psychology Press, 2010. – 492 p.
133. Berkum, J. J. A. V. Semantic Integration in Sentences and Discourse: Evidence from the N400 / J. J. A. V. Berkum, P. Hagoort, C. M. Brown // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 1999. – Vol. 11. – Semantic Integration in Sentences and Discourse. – № 6. – P. 657-671.
134. Neurophysiological Correlates of Fast Mapping of Novel Words in the Adult Brain / M. J. Vasilyeva, V. M. Knyazeva, A. A. Aleksandrov, Y. Shtyrov // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – P. 304.
135. Vogel, E. K. Electrophysiological evidence for a postperceptual locus of suppression during the attentional blink. / E. K. Vogel, S. J. Luck, K. L. Shapiro // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1998. – Vol. 24. – № 6. – P. 1656-1674.
136. Friedman, D. Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review / D. Friedman, R. Johnson // *Microscopy Research and Technique*. – 2000. – Vol. 51. – Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval. – № 1. – P. 6-28.
137. Mecklinger, A. Interfacing mind and brain: A neurocognitive model of recognition memory / A. Mecklinger // *Psychophysiology*. – 2000. – Vol. 37. – Interfacing mind and brain. – № 5. – P. 565-582.
138. Paller, K. A. Validating neural correlates of familiarity / K. A. Paller, J. L. Voss, S. G. Boehm // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2007. – Vol. 11. – № 6. – P. 243-250.

139. The Electrophysiological Signature of Remember–Know Is Confounded with Memory Strength and Cannot Be Interpreted as Evidence for Dual-process Theory of Recognition / N. Brezis, Z. Z. Bronfman, G. Yovel, Y. Goshen-Gottstein // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2017. – Vol. 29. – № 2. – P. 322-336.
140. Perfetti, C. A. The Acquisition of Reading Comprehension Skill / C. A. Perfetti, N. Landi, J. Oakhill. – Text : electronic // *The Science of Reading: A Handbook* / eds. M. J. Snowling, C. Hulme. – Oxford, UK : Blackwell Publishing Ltd, 2005. – P. 227-247. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470757642.ch13> (date accessed: 22.09.2025).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### Демографические характеристики, читательские привычки и языковая среда участников

Таблица А.1 - Демографические характеристики, читательские привычки

Характеристики	Число	%
<b>Возраст</b>		
11 лет	1	1.82
12 лет	3	5.45
13 лет	3	5.45
14 лет	11	20.00
15 лет	14	25.45
16 лет	21	38.18
17 лет	2	3.64
<b>Класс</b>		
5-ый	2	3.64
6-ой	2	3.64
7-ой	4	7.27
8-ой	14	25.45
9-ый	21	38.18
10-ый	12	21.82
<b>Пол</b>		
Мужской	24	43.64
Женский	31	56.36
<b>Время чтения каждый день (% типичного дня)</b>		
<10%	4	7.27
от 10% до 20%	20	36.36
от 20% до 50%	20	36.36
>50%	11	20.00

Таблица А.2 - Языковая среда участников

Языковая среда	Количество	%
<b>Младенчество</b>		
Только или почти всегда русский	54	98.18
В равной пропорции русский и другой язык	1	1.82
Почти всегда другой язык	0	0.00
Только другой язык	0	0.00
<b>Детский дошкольный возраст</b>		
Только или почти всегда русский	52	94.55
В равной пропорции русский и другой язык	3	5.45
Почти всегда другой язык	0	0.00
Только другой язык	0	0.00
<b>Начальная школа</b>		
Только или почти всегда русский	48	87.27
В равной пропорции русский и другой язык	7	12.73
Почти всегда другой язык	0	0.00
Только другой язык	0	0.00
<b>Средняя/Старшая школа</b>		
Только или почти всегда русский	45	81.82
В равной пропорции русский и другой язык	10	18.18
Почти всегда другой язык	0	0.00
Только другой язык	0	0.00
<b>Опыт проживания вне России</b>		
Да	5	9.09
Нет	50	90.91

## Приложение Б

### Стимульный материал исследования

Таблица Б.1 - Примеры предложений каждого типа контекста (ограничивающего и неограничивающего)

Тип контекста	Ограничивающий:	Неограничивающий:
1) Девочка расспрашивала про ривель. 2) Мальчик разбил ривель. 3) Брат подключил новую ривель.	1) Подруга держала твинок. 2) Друг принёс твинок. 3) Папа посмотрел на твинок.	

Таблица Б.2 - Стимульный материал Эксперимента 2 процесса усвоения новых слов в контексте

Триплеты предложений	Экспериментальное условие	Псевдослово	Картинка а 1	Картинка а 2	Картинка а 3
Мальчик увидел Студент задел Юноша повесил деревянную	Ограничивающий контекст	петавь	полка	фотоплёнка	радуга
Девочка подумала про Посетитель обошёл Дедушка отполировал золотую	Ограничивающий контекст	ропоторь	серьга	лестница	планета
Подросток упомянул Посетительница подобрала Спортсмен завоевал золотую	Ограничивающий контекст	ромень	награда (статуэтка)	прищепка	луна
Ребёнок нарисовал Сотрудница споткнулась о Друг надел строительную	Ограничивающий контекст	озгась	каска	корзина	бабочка
Пешеход заметил Соседка отложила	Ограничивающий контекст	рузоль	туфля	ракетка	зебра

Собака грызла стоптанную					
Мама рассказывала про Одноклассник наступил на Садовод сорвал тонкую	Ограничиваю щий контекст	лареть	ветка	вилка	река
Дедушка описывал Сосед уступил Лесник срубил старую	Ограничиваю щий контекст	тадуть	вишня	гирлянда	муха
Папа вспомнил про Кот лёг на Щенок залез на деревянную	Ограничиваю щий контекст	шинкоть	тумба	подушка	розетка
Девушка узнала про Щенок наступил на Сестра срезала красивую	Ограничиваю щий контекст	гекошь	ромашка	гайка	статуя
Бабушка говорила про Женщина достала Мама испекла хрустящую	Ограничиваю щий контекст	дуловорь	вафля	петрушка	сцена
Подруга сфотографировала Гость ударился о Мама выключила старую	Ограничиваю щий контекст	олипонь	колонка	колонна	груша (плод)
Человек написал про Работник отремонтировал Мастер выключил электрическую	Ограничиваю щий контекст	рупешь	мясорубк а	крыша	гора
Сестра показала на Покупатель взял Студент порвал новую	Ограничиваю щий контекст	самезь	рубашка	кисточка	молния (явление природы)
Друг нашёл Щенок спрятался за Сотрудник открыл подарочную	Ограничиваю щий контекст	тенидь	коробка	скамья	ящерица
Соседка взглянула на Подруга украсила Садовод срубил большую	Ограничиваю щий контекст	басочь	сосна	открытка	чайка

Студентка обнаружила Мужчина отремонтировал Мастер сшил элегантную	Ограничиваю щий контекст	стугань	сумка (женская)	видеокам ера	собака
Ученик рассматривал Парень отложил Консультант разбил лакированную	Ограничиваю щий контекст	зизань	скрипка	отвёртка	ванна
Одноклассник читал проПарень ударился оКошка порвала старое	Ограничиваю щий контекст	ронфато	кресло	ружьё	молоко
Женщина спросила про Гость сел на Сотрудница надела тёплое	Ограничиваю щий контекст	терго	пальто	письмо	озеро
Сосед ненавидел Покупатель обменял Папа разбил хрупкое	Ограничиваю щий контекст	сомтато	кашпо	кимоно (спортивн ое)	созвездие
Коллега любила Брат взял Кот съел сдобное	Ограничиваю щий контекст	бокефо	печенье	какао	солнце
Брат сфотографировал Подросток достал Ученик играл в классическое	Ограничиваю щий контекст	кероло	домино	кольцо	облако
Одноклассница вообразила Турист поцарапал Командир завоевал военный	Ограничиваю щий контекст	повак	корабль	стол	водопад
Путешественник забыл про Актёр подобрал Девочка срезала распустившийся	Ограничиваю щий контекст	ганож	цветок	конек (фигурны й)	смерч
Ученик слышал про Кошка села на Хулиган открыл кожаный	Ограничиваю щий контекст	бизрец	чемодан	мост	выключат ель
Мужчина искал Лесник положил	Ограничиваю щий контекст	гахев	пень	степлер	бассейн

Ребёнок запрыгнул на трухлявый					
Товарищ изучал Юноша спрятался за Клиент сорвал рекламный	Ограничиваю щий контекст	копиндок	плакат	катер	замОк
Мальчик узнал про Преподаватель положил Лесник грыз кедровый	Ограничиваю щий контекст	помтекс	орех	скелет	колодец
Парень разглядывал Сотрудник задел Спортсмен раскрыл запасной	Ограничиваю щий контекст	отодик	парашют	халат (медицин ский)	холм
Приятель размышлял про Путешественник обошёл Турист залез на древний	Ограничиваю щий контекст	зочед	вулкан	костер	метеорит
Приятель вспомнил про Дедушка обменял Садовод повесил холщовый	Ограничиваю щий контекст	денистр	мешок	шланг	ледник
Мужчина продал Хулиган уронил Студент играл в футбольный	Ограничиваю щий контекст	голюб	мяч (футболь ный)	топор	лайнер
Мальчик нашёл Приятель споткнулся о Мастер укоротил новый	Ограничиваю щий контекст	можелт	ковёр	калькулят ор	муравей
Мама говорила про Консультант заказал Посетительница укоротила кожаный	Ограничиваю щий контекст	понат	ремень	ботинок	лес
Сестра разглядывала Покупатель уступил Актриса раскрыла складной	Ограничиваю щий контекст	кисофон	веер	чайник	гейзер
Сотрудник увидел Коллега заказал Кошка съела шоколадный	Ограничиваю щий контекст	бочафот	кекс (cupcake)	кошелёк	каток

Девочка подумала про Собака легла на Кот запрыгнул на деревянный	Ограничивающий контекст	гулес	комод	камень	пожар
Ребёнок взглянул на Посетитель поцарапал Сосед отполировал банный	Ограничивающий контекст	апетан	таз	кувшин	слон
Ребёнок упомянул Подруга уронила Девушка сшила шерстяной	Ограничивающий контекст	брират	берет	пульт	жираф
Женщина оценила Студентка украсила Бабушка испекла праздничный	Ограничивающий контекст	поферет	торт	коктейль	дым
Клиент оставил Соседка показала на Коллега отдала	Контрольное условие	ризонь	вешалка	зажигалка	люстра
Подруга захотела Бабушка потеряла Женщина рассказывала про	Контрольное условие	ликодъ	свеча	кепка	булавка
Девушка забыла про Собака взглянула на Брат выбрал	Контрольное условие	гимлянь	книга	ваза	лампочка
Товарищ купил Подросток размышлял про Ученик нарисовал	Контрольное условие	кираль	лодка	рыба	клубника
Человек заметил Гость рассказывал про Актриса описывала	Контрольное условие	ничалоть	ракета	кофта	морковка
Сотрудница вспомнила про Одноклассник узнал про Турист поднял	Контрольное условие	рототь	тарелка	дыня	газета
Путешественник сфотографировал Щенок увидел	Контрольное условие	настрань	роза	гитара	шишка

Преподаватель подумал про					
Одноклассница упомянула Сестра привезла Девочка нарисовала	Контрольное условие	сорвопъ	конфета	капуста	кастрюля
Дедушка заметил Друг рассказывал про Напарник описал	Контрольное условие	ростонь	лопата	пальма	малина
Актёр выбрал Мальчик потерял Парень спросил про	Контрольное условие	ларокель	маска	клюшка	лейка
Папа сфотографировал Кошка увидела Человек подумал про	Контрольное условие	тергечь	картина	башня	коляска (детская)
Посетитель упомянул Ассистент предпочёл Напарник нарисовал	Контрольное условие	туракуль	бабочка (галстук)	кружка	яичница
Воспитатель заметил Помощник рассказывал про Коллега описала	Контрольное условие	набуль	ручка	шляпа	рябина
Бабушка вспомнила про Работник узнал про Соседка рассматривала	Контрольное условие	лужбань	колбаса	духовка	тележка (как в супермаркете)
Клиент рассматривал Соседка выбрала Коллега привезла	Контрольное условие	зетань	куртка	свёкла	сковорода
Девушка услышала про Пешеход рассматривал Брат ненавидел	Контрольное условие	виртоль	шапка	микроволновка	черника
Одноклассница спросила про Воспитатель обнаружила Актриса показала на	Контрольное условие	гарсень	ложка	юбка	футболка
Лесник привёз Учитель показал на Студентка услышала про	Контрольное условие	тодемоно	полено	пироженое	алоэ

Учительница захотела Студентка оставила Посетительница читала про	Контрольное условие	меразоно	платье	пианино	ожерелье
Товарищ спросил про Учитель разглядывал Подросток написал про	Контрольное условие	рактеро	гнездо	яйцо	окно
Командир искал Одноклассница читала про Мастер выбрал	Контрольное условие	гиноро	яблоко	мыло	полотенце
Актёр купил Работник продал Руководитель отдал	Контрольное условие	марифо	ведро	зеркало	мороженое
Помощник оценил Напарник продал Хулиган обнаружил	Контрольное условие	родарип	автомобиль	молоток	граммофон
Пешеход вообразил Турист предпочёл Клиент услышал про	Контрольное условие	тинакар	телефон	велосипед	теплоход
Руководитель продал Клиент оценил Командир забыл про	Контрольное условие	водоп	самолет	ноутбук	огнетушитель
Преподаватель ненавидел Путешественник захотел Посетитель написал про	Контрольное условие	молетас	автобус	вертолет	персик
Пешеход размышлял про Спортсмен читал про Приятель любил	Контрольное условие	ловинап	поезд	небоскреб	апельсин
Кот взглянул на Напарник обнаружил Воспитатель написал про	Контрольное условие	киртан	стакан	забор	жук
Сотрудница потеряла Студент привёз Собака нашла	Контрольное условие	датолос	сапог	носок	самокат
Руководитель купил Учительница забыла про Гость оценил	Контрольное условие	сонумаг	пиджак	термос	букет

Спортсмен любил Работник искал Помощник размышлял про	Контрольное условие	токучас	мотоцикл	лебедь	сыр
Друг поднял Сосед ненавидел Товарищ отдал	Контрольное условие	паран	скворечн ик	арбуз	бутербро д
Воспитатель разглядывал Сотрудник любил Учитель вообразил	Контрольное условие	агол	трамвай	виноград	мольберт
Ассистент изучал Консультант искал Учительница говорила про	Контрольное условие	жунат	снимок (рентген)	планшет	баннер
Преподаватель предпочёл Руководитель отдал Учитель приобрел	Контрольное условие	мозет	стул	блокнот	шкаф
Ассистент купил Актёр захотел Папа потерял	Контрольное условие	вилнатон	шарф	портфель	галстук
Юноша нашёл Мужчина поднял Человек приобрел	Контрольное условие	зафраток	диван	пылесос	телевизор
Учительница приобрела Покупатель оставил Актриса предпочла	Контрольное условие	навесор	фотоаппа рат	шоколад	свитер
Хулиган вообразил Консультант изучал Посетительница подняла	Контрольное условие	седот	журнал	свиток	компьюте р
Юноша изучал Командир оставил Одноклассник приобрел	Контрольное условие	бавинор	компас	циркуль	бинокль

**Приложение В****Описательная статистика и топографические карты для каждого экспериментального условия**

Таблица В.1 – Количество усредненных эпох для каждого условия (HCW, LCW, DW)

<b>Задание</b>	<b>M (Эпох)</b>	<b>SD (Эпох)</b>
DW	35.89	4.17
HCW	33.40	4.93
LCW	33.56	4.90
Итого	34.28	4.79

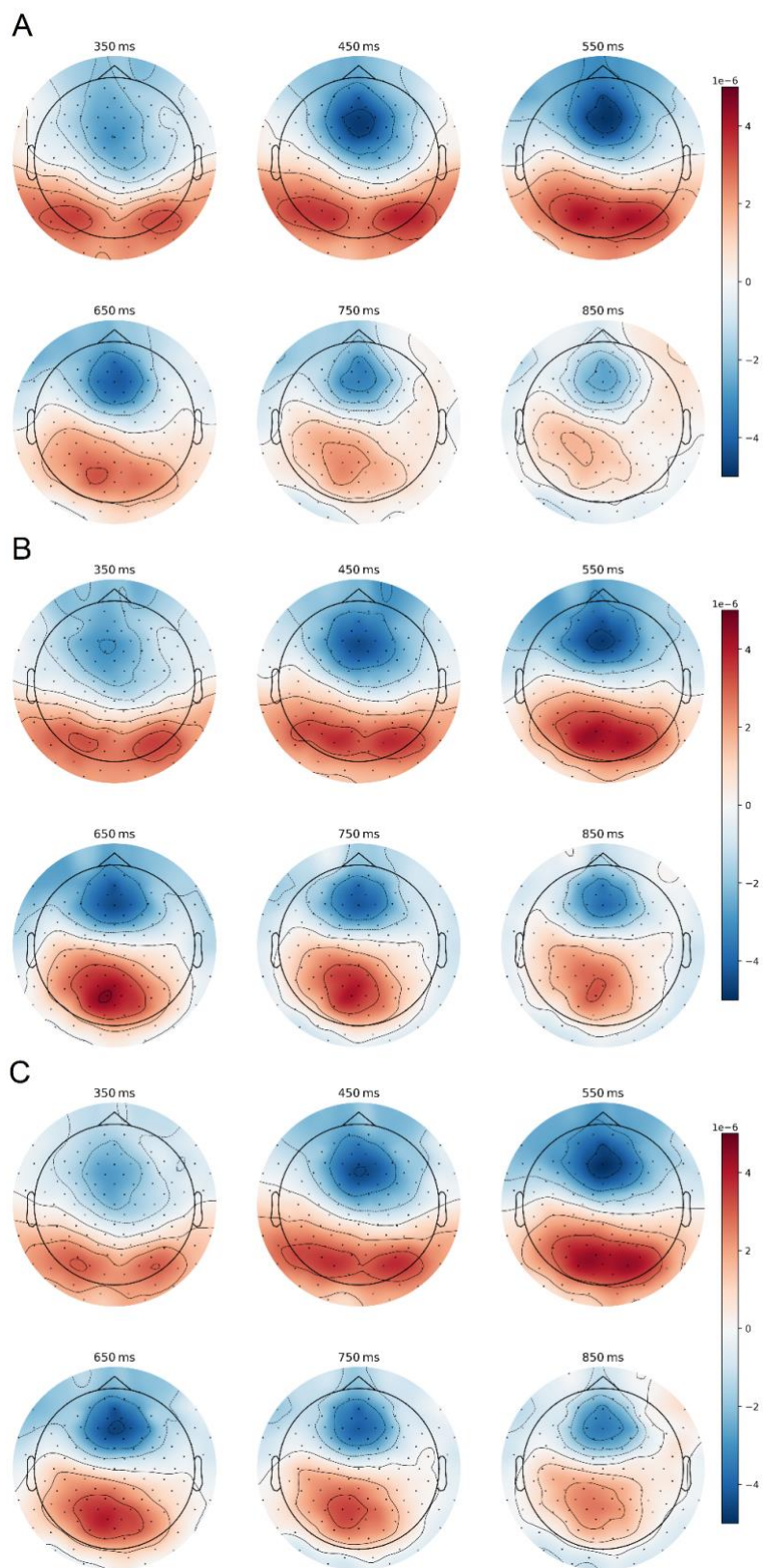


Рисунок В.1 - Топографические карты вызванных потенциалов для условий слов дистракторов (А), слов из ограничивающего контекста (В) и слов неограничивающего контекста (с)

## Приложение Г

### Результаты пост-хок анализа поведенческих и нейрофизиологических данных

Таблица Г.1 - Пост-хок анализ правильности ответов

<b>Contrast</b>				<b>b (SE)</b>	<b>z-value</b>	<b>p-value</b>
HCW	Условие	-	LCW	-0.12 (0.06)	-2.00	= .11
Условие						
HCW	Условие	-	DW	-0.97 (0.05)	-17.22	< .00***
Условие						
LCW	Условие	-	DW	-0.85 (0.05)	-14.90	< .00***
Условие						

Таблица Г.2 - Средние и стандартное отклонение попаданий, ложных тревог и правильных ответов, D prime, и C bias

	<b>Hits</b>	<b>False alarms</b>	<b>Correct rejections</b>	<b>Misses</b>	<b>D prime</b>	<b>C bias</b>
<b>Mean</b>	44.73	19.44	60.02	35.27	0.93	0.31
<b>Standard deviation (SD)</b>	10.42	11.29	11.05	10.42	0.49	0.36

Таблица Г.3 - Пост-хок анализ времени реакций и числа неправильных ответов

<b>Contrast</b>				<b>b (SE)</b>	<b>z-value</b>	<b>p-value</b>
HCW	Условие	-	LCW	-0.03 (0.02)	-2.01	= .11
Условие						
HCW	Условие	-	DW	-0.02 (0.01)	-1.63	= .23
Условие						
LCW	Условие	-	DW	0.00 (0.02)	0.40	= .91
Условие						

Таблица Г.4 - Пост-хок анализ времени реакций и количества правильных ответов (корректных ответов)

<b>Contrast</b>				<b>b (SE)</b>	<b>z-value</b>	<b>p-value</b>
HCW	Условие	-	LCW	-0.02 (0.02)	-1.50	= .29
Условие						

HCW	Условие	-	DW	-0.03 (0.01)	-2.58	= .03*
Условие						
LCW	Условие	-	DW	-0.00 (0.01)	-0.80	= .70
Условие						

Таблица Г.5 - Пост-хок анализ средней амплитуды N400 в левом полушарии

Contrast				b (SE)	t-value	p-value
HCW	Условие	-	DW	0.03 (0.13)	0.27	= .96
Условие						
HCW	Условие	-	LCW	0.02 (0.13)	0.18	= .98
Условие						
DW	Условие	-	LCW	-0.01 (0.13)	-0.09	= .99
Условие						

Таблица Г.6 - Пост-хок анализ средней амплитуды N400 в правом полушарии

Contrast				b (SE)	t-value	p-value
HCW	Условие	-	DW	0.51 (0.13)	3.92	= .00***
Условие						
HCW	Условие	-	LCW	0.10 (0.13)	0.78	= .71
Условие						
DW	Условие	-	LCW	-0.41 (0.13)	-3.14	= .00**
Условие						

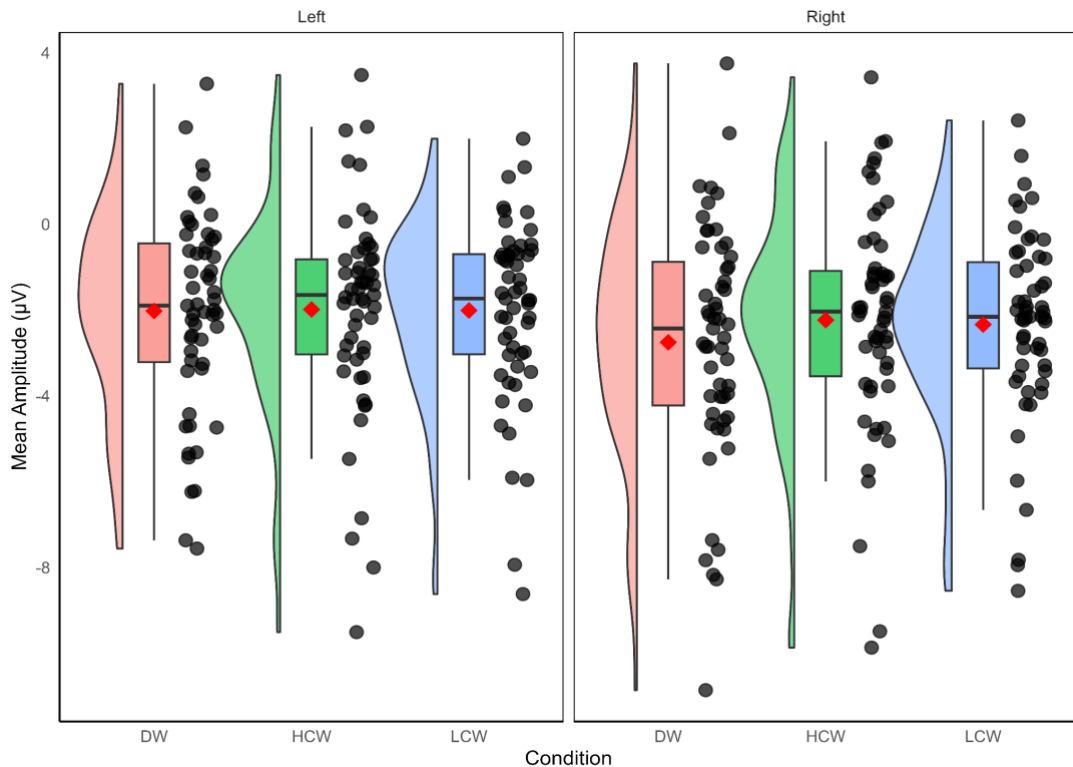


Рисунок Г.1 - Скрипичные графики средней амплитуды N400 каждого участника для трех экспериментальных условий: слов из ограничивающего контекста, слов из неограничивающего контекста, слов дистракторов

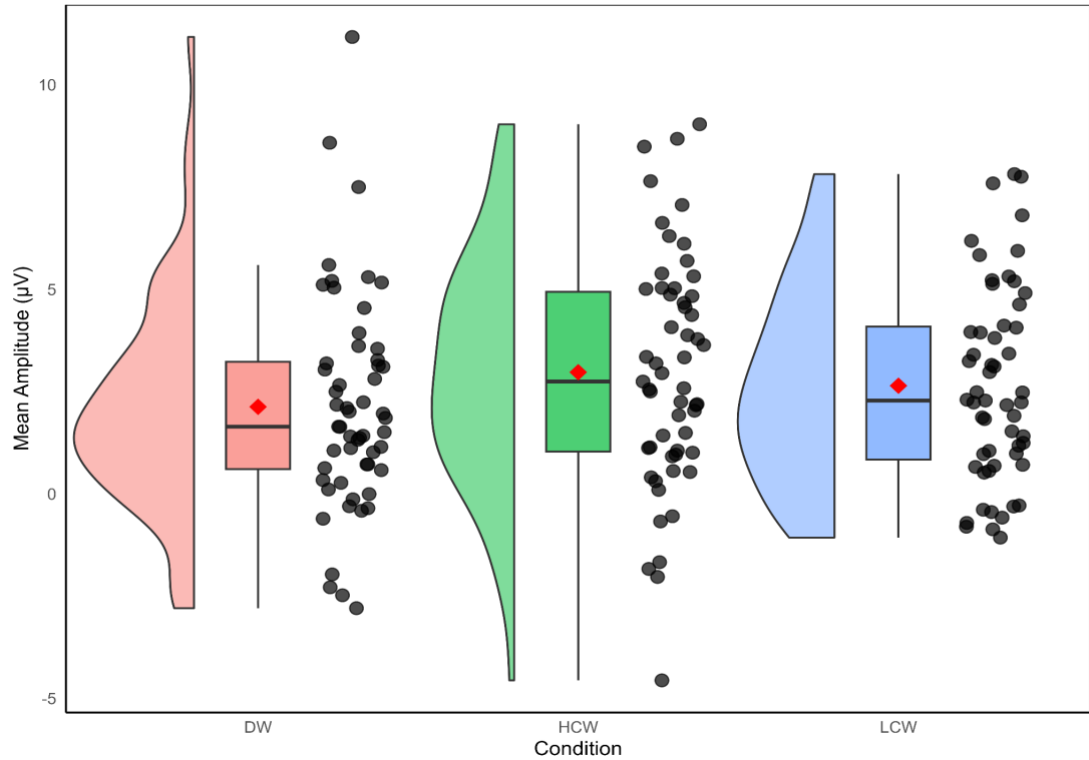


Рисунок Г.2 - Скрипичные графики средней амплитуды P600 каждого участника для трех экспериментальных условий: слов из ограничивающего контекста, слов из неограничивающего контекста, слов дистракторов

Таблица Г.7 - Пост-хок анализ средней амплитуды P600

Contrast	b (SE)	t-value	p-value
HCW Условие - DW Условие	0.84 (0.11)	7.37	< .00***
HCW Условие - LCW Условие	0.33 (0.11)	2.88	= .01*
DW Условие - LCW Условие	-0.51 (0.11)	-4.49	< .00***

## Приложение Д

### Данные анализа линейных моделей со смешанными эффектами.

Таблица Д.1 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для понимания прочитанного и правильности ответов выполнения экспериментального задания

	<b>b (SE)</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
Intercept	0.65 (0.00)	67.56	= .00***
Понимание прочитанного	0.36 (0.01)	3.37	= .00**
Возраст	- 0.00 (0.01)	-0.39	= .70
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.184 / 0.152		

Таблица Д.2 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для словарного запаса и правильности ответов выполнения экспериментального задания

	<b>b (SE)</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
Intercept	0.65 (0.00)	69.86	= .00***
Словарный запас	0.04 (0.01)	3.97	= .00**
Возраст	- 0.01 (0.01)	-1.03	= .30
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.237 / 0.207		

Таблица Д.3 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (реальные слова) и правильности ответов выполнения экспериментального задания

	<b>b (SE)</b>	<b>t-value</b>	<b>p-value</b>
Intercept	0.65 (0.00)	65.04	= .00***
Вербальная рабочая память (реальные слова)	0.03 (0.01)	2.59	= .01*
Возраст	- 0.00 (0.01)	-0.17	= .86
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.119 / 0.085		

Таблица Д.4 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (псевдослова) и правильности ответов выполнения экспериментального задания

	<i>b</i> (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.65 (0.00)	63.88	= .00***
Вербальная рабочая память (псевдослова)	0.02 (0.01)	2.15	= .04*
Возраст	- 0.00 (0.01)	-0.03	= .98
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.087 / 0.052		

Таблица Д.5 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для понимания прочитанного и времени реакции выполнения экспериментального задания

	<i>b</i> (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.13 (0.03)	3.61	= .00***
Понимание прочитанного	-0.06 (0.03)	-1.85	= .09
Возраст	0.02 (0.04)	0.52	= .61
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.052 / 0.016		

Таблица Д.6 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для словарного запаса и времени реакции выполнения экспериментального задания

	<i>b</i> (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.13 (0.03)	3.70	= .00***
Словарный запас	- 0.09 (0.01)	-2.17	= .03*
Возраст	0.03 (0.04)	0.90	= .37
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.083 / 0.048		

Таблица Д.7 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (реальные слова) и времени реакции выполнения экспериментального задания

	<i>b</i> (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.13 (0.04)	3.51	= .00***
Вербальная рабочая память (реальные слова)	-0.00 (0.04)	-0.06	= .95
Возраст	0.00 (0.04)	0.05	= .96
Observations	55		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.000 / -0.038		

Таблица Д.8 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (псевдослова) и времени реакции выполнения экспериментального задания

	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.13 (0.03)	3.52	= .00** *
Вербальная рабочая память (псевдослова)	0.02 (0.03)	0.51	= .61
Возраст	- 0.00 (0.04)	-0.10	= .92
Observations	55		
R2 / R2 adjusted	0.005 / -0.033		

Таблица Д.9 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для понимания прочитанного и эффекта “старый/новый” N400 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	1.10	1.05	-
Электрод (intercept)	0.08	0.28	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.28 (0.17)	1.65	= .10
Понимание прочитанного	- 0.36 (0.16)	-2.32	= .02*
Возраст	-0.13 (0.16)	-0.82	= .42
Observations	770		
Marginal R2 / Conditional R2	0.055 / 0.427		

Таблица Д.10 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для словарного запаса и эффекта “старый/новый” N400 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	1.03	1.02	-
Электрод (intercept)	0.08	0.28	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.28 (0.17)	1.69	= .10
Словарный запас	- 0.47 (0.16)	-2.95	= .00*
Возраст	-0.04 (0.16)	-0.26	= .79
Observations	770		
Marginal R2 / Conditional R2	0.075 / 0.427		

Таблица Д.11 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (реальные слова) и эффекта “старый/новый” N400 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	1.19	1.09	-

Электрод (intercept)	0.08	0.28	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.28 (0.17)	1.61	= .11
Вербальная рабочая память (реальные слова)	- 0.15 (0.16)	-0.90	= .37
Возраст	-0.19 (0.16)	-1.17	= .25
Observations	770		
Marginal R2 / Conditional R2	0.023 / 0.427		

Таблица Д.12 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (псевдослова) и эффекта “старый/новый” N400 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	1.17	1.08	-
Электрод (intercept)	0.08	0.28	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.28 (0.17)	1.62	= .11
Вербальная рабочая память (псевдослова)	- 0.22 (0.16)	-1.41	= .16
Возраст	-0.17 (0.16)	-1.07	= .29
Observations	770		
Marginal R2 / Conditional R2	0.032 / 0.427		

Таблица Д.13 - Модель для анализа средней амплитуды N400

Модель 7	<pre>lmer(Средняя амплитуда ~ Условие*Задание на индивидуальные особенности+ (1 Участник) + (1 Электрод), data = data, REML = FALSE, control = lmerControl(optimizer = "bobyqa"))*</pre> <p>Переменная «Условие» имела два фактора (слова дистракторы и слова из ограничивающего контекста), ограничивающий контекст был взят за базовый уровень.</p>
----------	---

Таблица Д.14 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами понимания прочитанного и средней амплитуды N400 для условий ограничивающего контекста и слов дистракторов

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	4.49	2.12	-
Электрод (intercept)	0.70	0.84	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	-2.11 (0.37)	-5.72	= .00***
DW Условие	- 0.28 (0.09)	-2.95	= .00**
Понимание прочитанного	-0.14 (0.29)	-0.47	= .64

DW	Условие*Понимание прочитанного	0.40 (0.09)	4.25	= .00***
Observations		1540		
Marginal R2 / Conditional R2		0.007 / 0.609		

Таблица Д.15 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для словарного запаса и средней амплитуды N400 для условий ограничивающего контекста и слов дистракторов

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	4.48	2.11	-
Электрод (intercept)	0.70	0.83	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	-2.11 (0.37)	-5.72	= .00***
DW Условие	- 0.28 (0.09)	-2.96	= .00**
Словарный запас	-0.35 (0.29)	-1.12	= .24
DW Условие*Словарный запас	0.48 (0.09)	5.19	= .00***
Observations	1540		
Marginal R2 / Conditional R2	0.010 / 0.611		

Таблица Д.16 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для понимания прочитанного и эффекта “старый/новый” P600 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	3.23	1.80	-
Электрод (intercept)	0.15	0.38	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.86 (0.27)	3.14	= .00* *
Понимание прочитанного	0.60 (0.26)	2.32	= .02*
Возраст	-0.05 (0.26)	-0.19	= .85
Observations	660		
Marginal R2 / Conditional R2	0.066 / 0.715		

Таблица Д.17 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для словарного запаса и эффекта “старый/новый” P600 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	3.34	1.83	-
Электрод (intercept)	0.14	0.38	-

Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.85 (0.27)	3.09	= .00**
Словарный запас	0.50 (0.27)	1.84	= .07
Возраст	-0.08 (0.27)	-0.30	= .76
Observations	660		
Marginal R2 / Conditional R2	0.044 / 0.715		

Таблица Д.18 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (реальные слова) и эффекта “старый/новый” Р600 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	3.52	1.87	-
Электрод (intercept)	0.14	0.38	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.84 (0.28)	3.03	= .00**
Вербальная рабочая память (реальные слова)	0.17 (0.27)	0.66	= .51
Возраст	0.07 (0.27)	0.27	= .79
Observations	660		
Marginal R2 / Conditional R2	0.009 / 0.715		

Таблица Д.19 - Данные анализа линейной модели со смешанными эффектами для вербальной рабочей памяти (псевдослова) и эффекта “старый/новый” Р600 (разностная волна между условиями HCW и DW)

Random effects	Variance	Std. Dev.	
Участник (intercept)	3.53	1.88	-
Электрод (intercept)	0.14	0.38	-
Fixed effects	b (SE)	t-value	p-value
Intercept	0.85 (0.28)	3.02	= .00**
Вербальная рабочая память (псевдослова)	0.13 (0.27)	0.48	= .63
Возраст	0.09 (0.27)	0.33	= .74
Observations	660		
Marginal R2 / Conditional R2	0.006 / 0.715		