

**ФГАОУ ВПО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»**

На правах рукописи

ДЕМАРЕВА ВАЛЕРИЯ АЛЕКСЕЕВНА

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ УСПЕШНОСТИ ОСВОЕНИЯ
АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА РУССКОЯЗЫЧНЫМИ СТУДЕНТАМИ И
ШКОЛЬНИКАМИ**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата
биологических наук**

Специальность – 03.03.01 Физиология

**Научный руководитель:
доктор биологических наук
С.А. Полевая**

Нижний Новгород - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1. Комплексный физиологический подход к исследованию процесса освоения языка	13
1.2. Когнитивные факторы освоения иностранного языка	15
1.1.1. Межполушарные отношения как отображение готовности к изучению иностранного языка	16
1.1.2. Возрастные особенности межполушарной асимметрии при изучении иностранного языка	20
1.1.3. Динамика межполушарной асимметрии при успешном освоении иностранного языка	24
1.3. Вегетативные факторы успешности процесса освоения иностранного языка	27
1.3.1. Надсегментарные механизмы управления вариабельностью ритма сердца	28
1.3.2. Физиологические основы стресс-реакции	33
1.3.2.1. Вегетативное отображение субъективной сложности и эмоционального состояния	33
1.3.2.2. Понятие острого стресса и стресс-эпизода	35
1.3.3. Особенности вегетативной регуляции при освоении иностранного языка	37
1.4. Движения взора при чтении как моторное отображение успешности результата освоения иностранного языка	40
1.4.1. Физиологические основы управления движением взора	41
1.4.2. Общие закономерности движения взора при работе с текстами	42
1.4.2. Универсальные, клинические, возрастные, особенности при чтении	45
1.4.3. Особенности движения взора при работе с текстами как отображение уровня освоения иностранного языка	50
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	53
2.1. Характеристика выборки	53
2.2. Критерии к отбору методов исследования	53
2.3. Инструментальные методы	55
2.3.1. Технология компьютерной латерометрии	55
2.3.2. Технология событийно-связанной телеметрии	57
2.3.3. Технология айтрекинга	60
2.4. Методы классификации выборки по успешности освоения английского языка	62
2.5. Статистическая обработка	66
2.6. Дизайны исследования	67
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА	69
3.1. Особенности ФМПА как когнитивного фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными школьниками и студентами	69

3.1.1 Особенности ФМПА как фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными школьниками	69
3.1.2. Особенности ФМПА как фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными студентами	79
3.1.3. Обсуждение.....	83
3.2. Вегетативные факторы готовности к успешному освоению английского языка и успешности процесса освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками	87
3.2.1. Особенности вариабельности ритма сердца как вегетативного фактора готовности к успешному освоению английского языка и как фактора успешности процесса освоения английского языка школьниками	87
3.2.2. Особенности вариабельности ритма сердца как вегетативного фактора готовности к успешному освоению английского языка и как фактора успешности процесса освоения английского языка студентами	97
3.2.4. Обсуждение.....	99
3.3. Особенности амплитудно-временных характеристик движения взора как моторного фактора успешности результата освоения английского языка	104
3.3.1. Особенности движения взора при работе с текстами как отображение этапа освоения английского языка	104
3.3.3. Особенности фиксации взора на словах разного семантического класса при чтении на английском языке как отображение уровня языковой компетенции.....	124
3.3.4. Влияние частотности слов на распределение фиксаций при чтении текстов на русском и английском языке у студентов с разным уровнем владения английским языком	129
3.2.3. Вегетативное обеспечение чтения текстов на английском языке русскоязычными студентами	134
3.3.5. Обсуждение. Особенности движения глаз при чтении текстов на английском языке как моторное отображение субъективной сложности задачи и успешности освоения английского языка	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	144
ВЫВОДЫ	157
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	158

ВВЕДЕНИЕ

Исследование физиологических механизмов, обеспечивающих успешность освоения иностранного языка, является актуальной проблемой современной когнитивной науки. В этой проблеме выделяют нейрофизиологические, психолингвистические, антропологические и другие аспекты. Однако до сих пор слабо изучены особенности функционального состояния, связанные с оптимальными режимами реализации лингвистических функций. Наибольший интерес в этом отношении представляет английский язык, ставший универсальным языком международного общения.

К настоящему времени проведены исследования, демонстрирующие связь функциональной межполушарной асимметрии с успешностью обучения по разным школьным предметам у детей 6-7 лет (Балина, 2002), связь эмоциональной устойчивости, памяти, внимания с успешностью обучения иностранному языку студентов неязыкового ВУЗа (Хохлова, 2004), связь латеральных профилей, мнестических и речевых функций у студентов (Москвина, 2000). Опубликованы работы, демонстрирующие особенности участия полушарий мозга в восприятии речевых сигналов (Токарева, 2002), наличие индивидуальных различий в успешности овладения иностранным языком при интенсивном обучении у мужчин и женщин (Кабардов, 1983) и т.д. С помощью электрофизиологических и томографических методов исследуются структурные особенности мозга людей, владеющих разными языками (Wei et al., 2015; Liu & Cao, 2016; Dehaene-Lambertz., 1997; Kim et al., 1997; Abutalebi & Green, 2007 и др.). С использованием метода айтрекинга исследуется моторное отображение объективной и субъективной сложности при работе с текстовыми стимулами на разных языках (Rayner et al., 2006, 2007, 2009 и др.).

В то же время, данные работы посвящены частным аспектам проблемы, в них рассматриваются либо факторы успешности изучения иностранного

языка на определенном возрастном этапе, либо уже сформированные особенности мозга после приобретения языковых навыков. Необходимы исследования, в которых рассматривались бы факторы успешности освоения иностранного языка, в том числе, в онтогенетическом аспекте.

Показано, что стрессогенность учебного процесса негативно влияет на успешность обучения (Murff, 2005; Reddy A. & Reddy S., 2016; Linn & Zeppa, 1984; Silver & Glickен, 1990). Проводятся гигиенические исследования влияния учебного процесса на состояние учеников (Щербо, 2014а), в частности, высказываются рекомендации по совершенствованию педагогических технологий в школе для сохранения здоровья детей (Щербо, 2014б), разрабатываются психопрофилактические программы для предупреждения учебных перегрузок (Аршинская, 2014, 2016); начинают применяться тренинги биологической обратной связи на основе вариабельности сердечного ритма для повышения эффективности изучения иностранного языка (Henricues et al., 2011; Breadyly et al., 2007, 2010). Однако в данных исследованиях не учитываются в комплексе факторы здоровья школьника/студента и факторы эффективности освоения образовательных программ. Также стоит отметить, что для оценки «здоровья» используют лабораторные пробы, которые не могут давать полной объективной информации о функциональном состоянии в контексте естественной деятельности.

Таким образом, для поиска биологических признаков, выполняющих функцию индикаторов (биомаркеров) успешности освоения иностранного языка, необходимы комплексные исследования с учетом онтогенетического аспекта: начиная с поиска оптимальных функциональных состояний для успешного освоения иностранного языка, и заканчивая физиологическими показателями зрелости функциональной системы, обеспечивающей лингвистические функции на разных этапах обучения. Актуально развитие неинвазивных инструментальных методов, позволяющих проводить

мониторинг функционального состояния в контексте естественной образовательной деятельности.

Цель: выявление физиологических факторов успешности освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами.

Задачи:

1. Выбрать, адаптировать и апробировать неинвазивные инструментальные методы для мониторинга функционального состояния при освоении английского языка на разных этапах обучения.

2. Определить физиологические факторы готовности к успешному освоению английского языка русскоязычных школьников и студентов.

3. Определить физиологические факторы успешности процесса освоения английского языка.

4. Определить особенности зрительно-моторной активности, связанные с уровнем зрелости функциональной системы, обеспечивающей работу с текстами на английском языке у русскоязычных студентов.

5. Выявить физиологические критерии оценки оптимального функционального состояния для освоения английского языка с учетом возраста, индивидуальной сложности и успешности.

Положения, выносимые на защиту:

1. Функциональная межполушарная асимметрия и вегетативная регуляция ритма сердца являются факторами успешности освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками.

2. Зрелость функциональной системы, обеспечивающей освоение иностранного языка, проявляется в соотношении показателей зрительно-моторной активности при работе с текстами на родном и иностранном языках.

Научная новизна работы

В работе получены новые данные об особенностях вегетативных, моторных и когнитивных факторов успешности освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами.

Получены свидетельства в пользу того, что на школьном этапе фактором успешности является функциональное доминирование левого полушария, а на студенческом этапе необходима мобилизация обоих полушарий.

Показано, что высокая активность вегетативной нервной системы и отсутствие стресс-реакций являются физиологическим фактором успешности процесса освоения английского языка.

Выявлено, что амплитудно-временные характеристики движения взора при работе с текстами на русском и английском языке отличаются у людей с разной успешностью результата освоения английского языка. По результатам исследования физиологических коррелятов успешности результата освоения языка возможно построение экспертной системы поддержки принятия решения при оценке уровня языковой подготовки. Получен Патент РФ на изобретение «Способ определения языковой и профессиональной компетенций».

Научно-практическая значимость:

Результаты проведенных исследований вносят вклад в понимание физиологических механизмов формирования языковой компетенции. В частности, определены информативные показатели функционального состояния, связанного с успешностью освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками.

Разработан способ определения языковой и профессиональной компетенций (Патент на изобретение №2594102), который может использоваться для оценки уровня знания иностранного языка при профессиональном отборе.

По результатам исследования разработано методическое пособие «Практикум по методу Eye Tracking», предназначенное для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям: «Психология», «Психология служебной деятельности», «Психологические науки», «Физиология», которое также может быть использовано членами научных обществ учеников.

Апробация работы:

Результаты исследования были доложены и обсуждались в рамках следующих научных конференций:

на 16, 17 и 18 IOP World Congress (Пиза, Италия, 2012, Хиросима, Япония, 2014, Гавана, Куба, 2016); 22 Международной конференции «AMLAP Conference» (Испания, Бильбао, 2016); Международной конференции «The Scandinavian Workshop on Applied Eye Tracking» (Финляндия, Турку, 2016); Международной конференции по методу регистрации движений глаз «Reading in Cyrillic» (Москва, 2015); 5, 6 и 7 Международных конференциях по когнитивной науке (Калининград, 2012, Светлогорск, 2014, 2016); Международной конференции «Metacognitive learning strategies in distant education environment» (Н.Новгород, 2016); Всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» (Н.Новгород, 2011, 2013, 2015); 4 и 5 съездах биофизиков России (Нижний Новгород, 2012, Ростов-на-Дону, 2015); 14, 15 и 16 Всероссийских конференциях «Нейроинформатика» (Москва, 2012, 2013, 2014); Юбилейной Всероссийской конференции «От истоков к современности» (130 лет организации психологического общества при Московском университете) (Москва, 2015); Всероссийской конференции «Айтрекинг в психологической науке и практике» (Москва, 2015); 20 Всероссийской конференции по радиофизике (Н.Новгород, 2016).

Публикации:

По тематике работы опубликованы 34 печатные работы, из них 6 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК.

Структура и объем диссертации:

Диссертация изложена на 198 страницах машинописного текста и имеет следующую структуру: введение, 3 главы («Обзор литературы», «Материалы и методы исследования», «Исследование физиологических факторов индивидуальной успешности школьников и студентов на разных этапах изучения английского языка»), заключение, выводы и список

литературы. Текст диссертации содержит 78 рисунков и 16 таблиц. Библиографический список включает 394 источника, из них 254 иностранных.

Собственный вклад автора в исследования

Автор лично осуществлял исследование на всех его этапах, включая постановку задач, планирование и проведение экспериментов, анализ и интерпретацию полученных результатов, а также принимал участие в подготовке научных статей и докладов.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Термин «языковая компетенция» был введен в лингвистику Н.Хомски, развивающим эксплицитную теорию компетенций (Chomsky, 1965). Его подход основывался на двух допущениях: 1) языковая компетенция носителя языка отличается от языкового «проявления» («native speaker performance»); 2) компетенция не доступна носителю языка с рождения. Различие значений этих терминов раскрывалось как разница между знанием “говорящего-слушающего” о языке и применением языка в практике общения и деятельности человека. «Стремясь остаться в рамках строго лингвистического исследования, Н. Хомский пытался абстрагироваться от реальных речевых актов и настойчиво подчеркивал, что имеет в виду «идеального говорящего-слушающего», т.е. абстрактно мыслимого носителя языка» (Божович, 1997).

Впоследствии развитие концепта языковой компетенции происходило в два этапа. С 1920 по 1980 (в основном в работах Oller) языковая компетенция рассматривалась как глобальная языковая способность (Oller, 1976). Второй этап (в первую очередь, в работах Bachman и Palmer) характеризуется определением языковой компетенции как многокомпонентного феномена, включающего в себя, в том числе, метакогнитивные стратегии (Bachman & Palmer, 1982; Canale & Swain, 1980).

Языковая компетенция определяется как «способность использовать язык за пределами учебного класса» (Gasparro, 1984, cited in Chastain, 1988, p. 108); как «использование языка в реальной жизни» (Clark, 1972, cited in Farhady et al., 2001, p. 26); как «распознавание значимого контекста в речи» (Bachman, 1995, p. 82); как идеализированный уровень компетентности и языкового проявления, оцениваемый экспертами (Hadley, 2003, p. 2); как совокупность метаязыкового осознания, языковой подготовки, способности говорить, читать и писать (Lee & Schallert, 1997).

Важным компонентом языковой компетенции является беглость, которая характеризуется способностью к спонтанной грамотной речи, включая такие факторы, как скорость, быстрота ответа на реплики собеседника (Lennon, 1990, Schmidt, 1992, Chambers, 1997).

В модели языковой системы (Shimada et al., 2015) подсистема восприятия речи включает в себя подсистему речевой продукции как для родного, так и для иностранного языка. Успешность коммуникации обусловлена способностью слушающего предсказать последующий вербальный стимул говорящего (Natale, 1975, Giles & Coupland, 1991, Schober, 1993, Gregory & Webster, 1996, Garrod & Pickering, 2004, 2009, Pickering & Garrod, 2004, Menenti et al., 2012). Именно в подсистеме восприятия происходит автоматическая обработка входящей информации на всех языковых уровнях (фонемы, слова, предложения) как на родном (Altmann & Kamide, 1999, Kamide et al., 2003, DeLong et al., 2005, Lau et al., 2006, Staub & Clifton, 2006, Pickering & Garrod, 2007, 2013, Garrod et al., 2014), так и на иностранном языке (Tettamanti et al., 2002, Musso et al., 2003). Языковая система для иностранного языка повторяет языковую систему носителей данного языка (Morgan-Short et al., 2012, Batterink & Neville, 2013).

Вопрос о физиологическом «субстрате» лингвистической системы ставится в науке со второй половины 19 века. Уже давно известен факт большего участия левого полушария в организации лингвистических функций. В 1861 году Пол Брока показал, что при повреждении левой фронтальной доли у больных наблюдаются трудности говорения, но не восприятия аудиальной информации (Broca, 1861), а в 1874 году Карл Вернике обнаружил, что при повреждении левой задней височной области наблюдаются трудности восприятия речи (Wernike, 1874). Позднее исследования на пациентах с рассеченными полушариями расширили знания о распределении речевых функций в мозгу: праворукие пациенты испытывают трудности в выполнении вербальных заданий при помощи

левой руки (Gazzaniga, 1970). Все это подтверждает большую роль левого полушария в выполнении речевых функций.

Межполушарная организация речевых функций является предметом многих исследований последних лет. В частности, показано, что обработка слогов происходит преимущественно в правом полушарии, фонем – в левом (Roeppel, 2003; Voemio et al., 2005), причем эти эффекты проявляются уже в младенчестве (Telkemeyer et al., 2009, 2011). Исследования нейрофизиологических коррелятов акустических стимулов показали, что сложные речевые сигналы вызывают большую активацию в слуховой коре левого полушария (Elmo, 1987; Zatorre et al., 1992; Belin et al., 1998), а также на уровне таламуса вне зависимости от бинаурального или моноурального предъявления (King et al., 1999).

Также в ряде работ отмечена связь межполушарной асимметрии и таких лингвистических функций, как, к примеру, восприятие элементарных акустических сигналов у людей (Phillips & Farmer, 1990; Sharma et al., 1994) и у животных (Fitch et al., 1993). Показано, что при повреждении структур левого полушария затруднено восприятие речевых сигналов (Auerbach et al., 1982; Phillips and Farmer, 1990). Более того, нарушение межполушарной асимметрии у детей приводит к проблемам в освоении языка (Obrzut et al., 1983; Dawson et al., 1989).

Показано, что режимы вегетативной регуляции связаны с успешностью решения когнитивных задач (Luque-Casado et al., 2013, 2016; Ottaviani et al., 2016), функциональное состояние значимо влияет на эффективность обучения (Giebel et al., 2015; Royall et al., 2007), а амплитудно-временные характеристики движения взора могут отражать уровень субъективной сложности задания и уровень развития лингвистических функций (Величковский, 2006; Rayner, 1977).

Таким образом, продемонстрировано участие разных модулей обработки информации в реализации лингвистических функций:

когнитивного (мозговые корреляты), вегетативного и моторного (корреляты в пространстве параметров движения взора).

1.1. Комплексный физиологический подход к исследованию процесса освоения языка

В рамках данного диссертационного исследования использовался комплексный физиологический подход, в рамках которого предполагается, что информационные сигналы обрабатываются разными модулями, а в разных циклах обработки информации участвуют перекрывающиеся нейронные структуры (Кавамура и др., 2008).

После поступления в головной мозг сенсорная информация передаётся из первичной ассоциативной области в заднюю ассоциативную или префронтальную кору, где происходит ее обогащение эмоциональной оценкой значимости ситуации, преобразуется, и лишь затем направляется в высшее корковое представительство моторной системы (Кавамура и др., 2008).

Амигдалой (миндалиной) обеспечивается аффективная оценка биологической значимости сигналов. Посредством интеграции свежей сенсорной информации с хранящейся в памяти, происходит формирование определённого эмоционального состояния. Физиологическим подтверждением этого является тот факт, что в нейронные циклы Яковлева и Пейпеца (Yakovlev, 1948), которые отвечают, соответственно, за механизмы эмоций и памяти, включены, прежде всего, амигдала, височная и лобная доли коры, поясная (цингулярная) извилина и гиппокамп (Николс и др., 2003).

Эти циклы, называемые лимбической системой (MacLean, 1973), находятся в тесном взаимодействии с автономной нервной системой, высшим центром которой является гипоталамус. В результате обеспечивается взаимодействие нейронных сетей, которые формируют эмоциональный и вегетативный компоненты восприятия (Кавамура и др., 2008).

Автономной нервной системой обеспечивается регуляция дыхания, пищеварения, кровообращения, потоотделения, сексуальных желаний, аппетита и других витальных функций. Она связана с эмоциональной сферой, которую формирует лимбическая система. Но также известно влияние гиппокампа и амигдалы на систему гормональной регуляции, которая включает гипоталамус, гипофиз и эндокринные железы третьего порядка. Известна связь базальных ганглиев и филогенетически старых частей коры, в которые из амигдалы поступают сигналы, обеспечивающие обоняние и вкус (Kawamura & Norita, 1980; Norita & Kawamura, 1980), с эмоциональной сферой.

Таким образом, можно очертить мозговые структуры, обеспечивающие формирование восприятия со всеми четырьмя базовыми компонентами: когнитивным, эмоциональным, моторным и вегетативным. Известна связь между разными модулями обработки информационного сигнала, в разных циклах обработки информации участвуют перекрывающиеся нейронные структуры (рис. 1).

В рамках данной работы исследуются когнитивные, вегетативные и моторные циклы процесса освоения иностранного языка. Когнитивный модуль исследуется посредством анализа функциональной межполушарной асимметрии; вегетативный модуль исследуется посредством анализа variability ритма сердца; моторный модуль исследуется посредством анализа амплитудно-временных характеристик движения взора.



Рис. 1. Циклы обработки информационного сигнала (по: [Кавамура и др., 2008]).

1.2. Когнитивные факторы освоения иностранного языка

На сегодняшний день общепризнанными являются представления о наличии динамических свойств функциональной межполушарной асимметрии (ФМПА) (Фокин, 2004). На характеристики динамической асимметрии мощное воздействие оказывает функциональное состояние (Фокин, 2007), которое определяется как системный ответ организма, обеспечивающий его адекватность требованиям деятельности (Марютина, Ермолаев, 1997).

Характеристики моторной асимметрии (правшество / левшество) являются достаточно стабильными (Леутин, Николаева, 2008; Мартянова, 2010), а характеристики функциональной межполушарной асимметрии не постоянны на протяжении жизни человека (Фокин и др., 2004).

ФМПА, сама по себе, обозначает различие функций в симметричных образованиях головного мозга. После своего формирования, ФМПА может изменяться вследствие компенсаторной перестройки структурно-функциональных отношений при поражениях головного мозга. Ее динамическая составляющая – асимметрия межполушарных отношений – может изменяться при определенных видах воздействия (Фокин и др., 2004). Т.А. Доброхотова и Н.Н. Брагина показали, что при любом типе ФМПА межполушарные отношения, особенно определяемые уровнем неспецифической активации, могут быть различными (Доброхотова, Брагина, 1977). К примеру, у правшей в зависимости от функционального состояния уровень неспецифической активации может быть больше либо в правом, либо в левом полушарии. Некоторые функциональные состояния приводят к увеличению асимметрии электрофизиологических характеристик до статистически значимого уровня, в то же время при других функциональных состояниях подобной асимметрии не наблюдается. Следовательно, асимметрия межполушарных отношений оказывается связанной с функциональным состоянием человека, что можно охарактеризовать как динамические свойства ФМПА (Фокин, 1982).

В рамках данной работы далее, говоря об ФМПА, мы имеем в виду именно ее динамическую характеристику, выражающуюся в асимметрии межполушарных отношений.

1.1.1. Межполушарные отношения как отображение готовности к изучению иностранного языка

Исследованию связи межполушарной асимметрии и речевого развития посвящено множество публикаций. Мнения относительно мозгового обеспечения речевых функций на родном и иностранном языках менялись в связи с получением новых данных с помощью неинвазивных методов исследования. Питрес (1895) предположил, что существуют области, которые «обслуживают» два или более языков посредством разных циклов обработки информации (Pitres, 1895). Позднее Петзл (1925) выдвигает гипотезу о

наличии «переключателя» («The switch mechanism») с одного языка на другой. Он обосновывает свое предположение тем, что за этот механизм отвечают надкраевая извилина и смежная теменно-височная область (Potzl, 1925). Парадис и его коллеги (1993) предложили тезис о пороге активации. Он подразумевает, что за понимание и генерацию речи отвечает один и тот же нервный субстрат, но для произвольной самоактивации необходимо больше «энергии» (или нейронных импульсов), чем для активации посредством внешней стимуляции. Чем чаще активируется этот «путь», тем меньше «энергии» необходимо, чтобы заново его активировать. Речь на конкретном языке – это часть определенной подсистемы, а на другом языке – иной подсистемы, которая задействует другие нейронные сети (Paradis, 1993).

Одним из первых неинвазивных методов, пригодных для исследований функций полушарий головного мозга, стал метод дихотического прослушивания, с помощью которого возможна оценка ФМПА.

Дихотическая стимуляция — это первый способ формирования виртуальной акустической среды. Возможность широко варьировать интерауральную разность как по времени, так и по интенсивности делает этот метод мощным инструментом для исследования механизмов пространственного слуха. Он активно используется в парадигме рассинхронизации (Sanders et al., 2008), которая в настоящее время является базовым экспериментальным подходом в когнитивных исследованиях механизмов пространственного слуха. Парадигма рассинхронизации предопределяет определенную структуру стимуляции и регистрации когнитивных феноменов. Стимуляция состоит в предъявлении двух идентичных звуковых сигналов от пространственно разделенных источников звука (Wallach et al., 1949). Если два звука предъявляются одновременно или с интерауральной задержкой около 1 мс, то происходит суммация, и два сигнала преобразуются в один пространственный образ (Blauert, 1997).

В этих условиях при одновременном предъявлении сигналов воспринимается единый пространственный образ, расположенный в центре

межстимульной дуги, при увеличении интерауральной (межушной) задержки пространственный образ смещается в сторону опережающего источника звука. Если рассинхронизация между двумя источниками звукового сигнала увеличивается от 1 мс до 5 мс (в зависимости от характеристик звука и индивидуальных особенностей), слушатель продолжает сообщать об одном слитном звуке, но этот звук располагается непосредственно вблизи опережающего источника звука на максимальном расстоянии от запаздывающего источника звука.

Эти три перцептивных феномена: слитный звук, доминирующая локализация и разделение — объединены в одно понятие — эффект предшествования (precedence effect) (Tollin & Yin, 2003). Если рассинхронизация больше порога пространственного разделения, то можно наблюдать качественное изменение в структуре пространственных образов: сначала, «в тени» громкого звука на стороне опережающего сигнала, проявится тихий звук со стороны запаздывающего сигнала — эхо, а при дальнейшей рассинхронизации и опережающий, и задержанный звуковые сигналы превращаются в отдельные эквивалентные образы с локализацией, соответствующей положению источника звука. Порог «эха» — это такая рассинхронизация между источниками звука, при которой два звуковых сигнала (опережающий и запаздывающий) преобразуются в два сенсорных события.

Локализация звука в пространстве складывается из процессов внутри- и межполушарного взаимодействия слуховой, вестибулярной, двигательной и других систем. Н.Н. Шеромовой с соавт. показано, что на первом этапе в парных слуховых центрах, включая и корковые, происходит взаимодействие ипси- и контрлатеральных потоков возбуждения. Следующий блок нейрофизиологической основы пространственного звукового образа составляют эфферентные возбуждения в парных двигательных центрах на различных уровнях ЦНС, которые также асимметричны. Важное звено в построении материально-физиологической основы пространственного образа

— это сами движения головы, глаз, ушей (у животных) и импульсный поток от них в мозг, что является третьим блоком структуры пространственного образа звука, а четвертый, завершающий блок — это процессы «считывания» информации обратной афферентации в вестибуло-соматических центрах мозга (Шеромова, Маясова, 2015).

С помощью данного метода проводились исследования роли ФМПА как фактора готовности к успешному освоению иностранного языка школьным и материнским методом.

Отметим, что раннее изучение языка (материнским методом, в условиях билингвизма) дает детям возможность использовать еще один вербальный экспрессивный код, который является новым способом для функционирования в языковой среде и развития социальной компетенции (Taeschner & Volterra, 1986). Есть мнение, что при материнском методе освоения иностранного языка ребенок изучает его точно так же как и первый, создавая при этом две автономные лингвистические системы (Соколова, 2005). У ребенка, знакомящегося с родным языком, усвоение отдельных слов и морфосинтаксиса идет не параллельно: первое опережает второе (Шехнарович, Юрьева, 1990). При усвоении слов работает эксплицитная память. Морфосинтаксис усваивается имплицитно. За усвоение морфосинтаксиса отвечает механизм, отличный от механизма, обеспечивающего эксплицитное знание (Косилова, 2009). Между тем, при школьном методе изучения языка учащийся имеет дело с правилами словоизменений, способами сцепления слов и т.п., т.е. получает определенный набор знаний, а не умений.

Используя метод дихотической стимуляции, Б.С. Котик установила, что при успешном освоении иностранного языка школьным методом большую роль имеет активность левого полушария. При материнском методе освоения языка латеральные эффекты в дихотическом прослушивании не различаются (Котик, 1977). Т.В. Черниговская с коллегами, исходя из данных экспериментального исследования, делает вывод, что механизмы,

формирующие глубинные и поверхностные структуры высказываний на иностранном языке, расположены в левом полушарии (Черниговская и др., 1982). Это может свидетельствовать о том, что левополушарная доминантность является фактором готовности к освоению иностранного языка.

В работах Abutabeli говорится о существовании «переключателя» для перехода с одного языка на другой (что подтверждает предположения Петзла), при этом через систему внутреннего контроля точно выбирается нужный язык. В данный процесс включены следующие зоны головного мозга: поясная извилина, вовлеченная в процессы внимания и контроля над мыслительными действиями, и хвостатое ядро – подкорковая структура, участвующая в процессе торможения движений. Отмечается, что из-за их особых функций эти зоны являются основными в механизме языкового контроля. Аргументом в пользу участия левого хвостатого ядра в функциях внутреннего контроля является то, что наблюдаемые двуязычные пациенты с травмами в этой зоне патологически смешивали два языка. Способность перехода с одного языка на другой приобретается с детства, а механизм контроля совершенствуется к 3 годам, возрасту, когда языки перестают смешиваться (Abutabeli et al., 2007).

Асимметрия в данной области является фактором готовности к успешному освоению иностранного языка. Уровень активности левого хвостатого ядра и веретенообразной извилины служит важным нейробиологическим маркером для прогнозирования хороших навыков чтения на иностранном языке (Tan, 2011).

Таким образом, функциональное доминирование левого полушария может являться биомаркером готовности к успешному освоению иностранного языка школьным методом.

1.1.2. Возрастные особенности межполушарной асимметрии при изучении иностранного языка

Признано, что возраст значимо влияет на успешность освоения иностранного языка, однако нет единого мнения относительно специфики роли фактора возраста в успешности обучения.

В исследованиях слухового отклика показано, что зачатки межполушарной асимметрии наблюдаются уже с рождения: при предъявлении вербальных стимулов детям в возрасте 2-х недель больше активизируется левое полушарие, а музыкальных – правое (Molfese, 1976). Аналогичны и результаты ЭЭГ-исследований: те же отличия наблюдаются у детей в возрасте 5-ти недель (Gardiner & Walter, 1976).

Исследования показали, что анатомические отличия полушарий присутствуют в мозге взрослого человека (Geschwind & Levitsky, 1968) и у детей, даже в пренатальном периоде (Witelson & Pallie, 1973; Wada et al, 1975). Таким образом, латерализация функций частично происходит еще до рождения.

Вопросы влияния возраста на успешность освоения иностранного языка часто рассматривались через призму теории «критического периода». Теория Пенфилда и Робертса (1959) предполагает, что в онтогенезе имеется биологически обусловленный период, когда можно с легкостью освоить иностранный язык. После него невозможно освоение иностранного языка на том же уровне, что и родной. Мнений относительно данного периода много: Хилтенстам и Абрахамсон (2003) полагают, что критический период наступает с рождения, а Леннегберг (1967) – в конце пубертатного возраста (опираясь на знание о том, что латерализация лингвистических функций происходит именно в данном возрасте). Утверждается, что после латерализации лингвистических функций освоение иностранного языка происходит осознанно, посредством эксплицитного научения (Lennenberg, 1967).

До наступления «критического периода» освоение языка происходит посредством имплицитных механизмов обучения, т.е. «мы ненамеренно

получаем новые знания» (Cleermans et al., 1998: 406). В дальнейшем же изучение иностранного языка задействует эксплицитные механизмы.

Данное изменение в механизмах освоения иностранного языка после пубертатного периода также отмечается в гипотезе фундаментальных различий (Bley-Vroman, 1988) и в работе Декейсера (DeKeyser, 2000). В рамках гипотезы фундаментальных различий исследуется, как дети осваивают иностранный язык посредством имплицитных механизмов, а также как взрослые используют эксплицитные механизмы и осознанные стратегии. В данной гипотезе отмечается, что дети осваивают иностранный язык в естественной среде, в то время как взрослые изучают язык в искусственных условиях.

Есть несколько лингвистических навыков, которые дети осваивают лучше, чем взрослые. Показано, что дети лучше справляются с задачами на понимание устной речи и на произношение (Munoz, 2006). Эффект лучшего произношения у детей, осваивающих иностранный язык, объясняется спецификой локализации речевых функций: разные аспекты языка развиваются независимо друг от друга, что предполагает наличие нескольких критических периодов. Поскольку произношение основано на нейромышечном базисе, то оно считается «низкоуровневой функцией», которая латерализуется в течение первого года жизни (Molfese, 1977). Также в пользу существования нескольких критических периодов говорят выводы Селинера, который отмечает, что локализация не происходит в один момент, что данный процесс зависит от индивидуальных особенностей человека; в течение жизни наступает множество критических периодов, в каждый из которых происходит оптимальное усвоение определенных лингвистических функций (Seliger, 1978).

Теория «критического периода» была подвергнута сомнению, когда обнаружилось множество прецедентов успешного освоения иностранного языка в зрелом возрасте. Вследствие этого была выдвинута более «мягкая» альтернатива «критическому периоду» - «сензитивный период» (Knudsen,

2004). Предполагается, что в «сензитивный период» мозг переходит в режим высокой чувствительности к определенному рода стимулам.

В дополнение к уже упомянутым когнитивным объяснениям влияния возраста на успешность освоения иностранного языка, есть и другие факторы. Важный фактор – уверенность в себе, так как детям менее свойственно «теряться» в ситуации общения с представителями другой национальности на иностранном языке. Также фактор мотивации значимо влияет на успешность общения детей в иноязычной среде, так как они более стремятся к взаимодействию, чем взрослые (Jaspal, 2009, 2010).

В большинстве исследований возрастной динамики межполушарной асимметрии с использованием дихотического прослушивания показано, что латерализация лингвистических функций происходит раньше пубертатного возраста. Однако в некоторых исследованиях утверждается факт возрастания роли правого полушария вплоть до пубертатного возраста, что согласуется с выводами Ленненберга (Lennenberg, 1967). Разница в результатах исследований обусловлена различными экспериментальными схемами, с исследованием различных лингвистических функций.

У освоивших два языка до шестилетнего возраста наблюдается равное участие полушарий в осуществлении речевой деятельности (Hull & Vaid, 2007). Раннее освоение иностранного языка приводит к увеличению размера теменной коры правого полушария (Wei et al., 2015).

У позднее освоивших язык наблюдается доминирование роли левого полушария при деятельности как на родном, так и на иностранном языке. Парадоксально, но при этом роль левого полушария в осуществлении лингвистических функций на иностранном языке выше у людей с плохим уровнем знания (Hull & Vaid, 2007). Также показано, что у поздно освоивших иностранный язык наблюдается активация более разнообразных структур при деятельности на втором языке, по сравнению с родным. Такого эффекта не обнаружено у ранних билингвов (Liu & Cao, 2016).

Паттерны межполушарной асимметрии, зависящие от фактора возраста, могут обуславливать сложность восприятия речи при старении (Jerger and Jordan, 1992; Marvel et al., 1992; Jerger et al., 1994; Pekkonen et al., 1995; Bellis et. al., 2000).

Таким образом, нейрокогнитивные исследования показывают, что возраст значимо влияет на процесс освоения иностранного языка. У ранних билингвов и у людей, профессионально владеющих иностранным языком, языковые системы разных языков не представлены в мозге «раздельно». В целом, возраст освоения иностранного языка и уровень языковой компетенции находятся в обратной зависимости.

1.1.3. Динамика межполушарной асимметрии при успешном освоении иностранного языка

Восприятие речи требует пластичных изменений в нейрональной организации мозга, которые обеспечивают правильное распознавание вербальной информации (Kuhl, 1993; Näätänen & Tiitinen, 1997). Обучение иностранному языку приводит к увеличению вариативности активации нейронных структур при речевой деятельности, особенно в отношении латерализации мозговой активности (Dehaene-Lambertz, 1997; Kim et al., 1997). Также освоение нового языка приводит к появлению нейронных популяций, специфичных только к одному языку (Klein et al., 2006).

В исследованиях последних лет (в рамках теории «переключателя») утверждается, что мозговые структуры, участвующие в обеспечении иностранного языка, повторяют структуры, задействованные при родном языке. Речевая деятельность билингвов – это динамический процесс взаимодействия кортикальных и субкортикальных структур, в которых с помощью тормозных процессов осуществляется выбор языка, необходимого для текущей деятельности (Abutalebi & Green, 2007).

По данным фМРТ, при выполнении задачи перевода и задачи на переключение с одного языка на другой наблюдается повышение уровня оксигемоглобина и уменьшение деоксигемоглобина в левой нижней лобной

доле, включая область Брока (Quaresima et al., 2002). При задаче переключения N2 компонент ССП в левой фронтально-центральной области более негативен, по сравнению с задачей без переключения (Crinion et al., 2006). При этом в разных исследованиях ключевая роль в обеспечении переключения между языками у билингвов отводится или левому хвостатому ядру (Crinion et al., 2006), или правому хвостатому ядру (Wanga et al., 2007).

Abler и Albert приводят данные в пользу ослабления роли правого полушария при постепенном изучении языка людьми, осваивающими иностранный язык материнским методом (Abler, 1976; Albert et al., 1979). Также показано, что чем больше субъект подвержен влиянию языка, тем сильнее в его головном мозгу активируются нейрональные структуры, похожие на те, которые задействованы при использовании человеком родного языка (Abutalebi et al., 2007).

У людей с высоким уровнем владения иностранным языком наблюдается бОльшая постсинаптическая интеграция в задней верхней височной извилине. Следовательно, освоение иностранного языка влияет на способность мозга к выделению нейронных ресурсов для выполнения лингвистических задач (Shimada et al., 2015).

При изучении иностранного языка увеличивается роль и правого, и левого полушария при выполнении задачи на лексический выбор на родном и иностранном языках (особенно на иностранном) (Park et al., 2012). При этом при изучении иностранного языка в позднем возрасте ослабевает левополушарная латерализация. При выполнении вербальных заданий на родном языке у билингвов больше активируются правополушарные структуры, чем у монолингвов. При выполнении заданий на иностранном языке наблюдается билатеральная активация в верхней височной извилине, а также в других областях: правой нижней лобной и затылочной извилинах, правом мозжечке (Park et al., 2012).

Такая смена латерализации при освоении иностранного языка и увеличение роли правого полушария может свидетельствовать о реакции на

новую информацию на незнакомом языке. В то же время некоторые структуры правого полушария, активизирующиеся при выполнении задач на иностранном языке, ранее не считались задействованными в лингвистической системе мозга. Возможно, они могут играть роль восприятия неизвестной информации на иностранном языке. Но по мере увеличения степени знания иностранного языка роль данных структур становится не значимой (Tan et al., 2011).

При выполнении вербальных заданий уровень активации в левом хвостатом ядре и веретенообразной извилине может являться биомаркером языковой подготовки и готовности к изучению иностранного языка. Возможно, данные структуры ответственны за подавление родного языка, что делает проще освоение иностранного. Это также согласуется с теорией о «переключателях» и с данными о том, что при повреждении хвостатого ядра у больных-полиглотов наблюдается спонтанное переключение между языками (Abutalebi et al., 2000).

Таким образом, при освоении иностранного языка материнским методом динамика ФМПА направлена на ослабление роли правого полушария по мере совершенствования уровня владения языком. При школьном же методе освоения иностранного языка отмечаются изменения в асимметрии разных структур мозга: например, при лексическом выборе активизируются оба полушария, при переводе - левая нижняя лобная доля; при изучении иностранного языка в позднем возрасте ослабевает роль левого полушария как фактора готовности к успешному освоению иностранного языка.

При этом большинство проведенных исследований направлено на изучение особенностей мозга у людей, хорошо и плохо справляющихся с задачами на иностранном языке. Но недостаточно исследований, направленных на оценку исходного состояния мозга и его связи с будущей успешностью освоения иностранного языка. Актуален поиск метода, позволяющего регистрировать исходное функциональное состояние

человека, изучающего иностранный язык, актуально сопоставление исходного состояния с будущей успешностью освоения иностранного языка.

В большинстве работ показана ведущая роль левого полушария при успешном выполнении задач на иностранном языке. Следовательно, ФМПА может являться важным фактором готовности к успешному освоению иностранного языка.

1.3. Вегетативные факторы успешности процесса освоения иностранного языка

Период обучения в школе является очень энергозатратным, требующим постоянной мобилизации ресурсов ученика для успешного освоения образовательных программ. В исследованиях последних лет все чаще присутствует термин «школьных стресс», который подразделяется на «стресс оценивания», «стресс ограничения времени», «стресс переутомления», «стресс психологического давления» (Костина, 2014). Во многих работах показано, что стрессогенность учебного процесса негативно влияет на успешность обучения (Murff, 2005; Reddy A.&Reddy S., 2016; Linn & Zeppa, 1984; Silver & Glicker, 1990). Также упоминается понятие «оптимального уровня стресса» для успешности обучения (Kaplan & Sadock, 2000).

В силу актуальности проблемы стрессогенности учебных нагрузок, проводятся гигиенические исследования влияния учебного процесса на состояние учеников (Щербо, 2014а), в частности высказываются рекомендации по совершенствованию педагогических технологий в школе для сохранения здоровья детей (Щербо, 2014б), разрабатываются психопрофилактические программы для предупреждения учебных перегрузок (Аршинская, 2014, 2016).

Поскольку эффективность школьного обучения является важной целью образовательного процесса, предметом исследований также выступают мотивационные, эмоциональные, оценочные факторы успешности обучения (Бондаренко, 2013; Рослякова, 2015), психологическая готовность к школе

(Винникова, Бубновская, 2015; Денисова, 2011), влияние личности педагога на эффективность образовательного процесса (Демина, 2014).

При этом отсутствуют исследования, в которых проводятся прямые измерения стрессов в процессе учебной деятельности. Как правило, оценка стрессовых нагрузок базируется на статистике условно стрессогенных событий без учета реального состояния конкретного школьника. Кроме того, очень слабо изучена связь между фактором «здоровья» и фактором «успешности».

1.3.1. Надсегментарные механизмы управления вариабельностью ритма сердца

Вариабельность ритма сердца (ВРС) – общепринятый термин для описания изменений мгновенной частоты сердечных сокращений и RR-интервалов (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

Анализ ВРС – это «метод оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы» (Баевский и др., 2002).

В рамках данной диссертационной работы интересен следующий подход к анализу и оценке ВРС. Колебания длительности RR-интервалов рассматриваются в качестве результата «влияния многоконтурной, иерархически организованной многоуровневой системы управления физиологическими функциями организма» (Баевский и др., 2002). Основой данного подхода являются положения биокibernетики (Парин, Баевский, 1966) и теория функциональных систем (Анохин, 1973). Динамика показателей ВРС обусловлена формированием разных функциональных систем (Баевский и др., 2002).

Известно несколько физиологических факторов, влияющих на ВРС. Подробно описано влияние пола и возраста на показатели ВРС у взрослых

людей: активность вегетативной нервной системы уменьшается с возрастом и она в целом ниже у женщин (Umetani et al., 1998).

Но в то же время данные о динамике ВРС у детей противоречивы.

Нет единого мнения о влиянии пола:

а) пол не влияет на ВРС (Fukuba et al., 2009; Goto et al., 1997);

б) у девочек-подростков показатели ВРС ниже, чем у мальчиков (Faulkner et al., 2003);

в) в возрасте 9-14 лет у мальчиков выше длительность RR-интервалов (RR_{cp}), чем у девочек, а в возрасте 15-16 лет пол не влияет на показатели ВРС; в возрасте 11-15 лет общая мощность спектра variability сердечного ритма (TP), мощность спектра ВРС в области очень низких частот (VLF) преобладает у мальчиков; в возрасте 11-13 лет мощность спектра в области низких частот (LF) выше у девочек, а в возрасте 14-15 лет – у мальчиков; 12 и 14 лет мощность спектра в области высоких частот (HF) выше у мальчиков, а в 13 – у девочек (Galeev et al., 2002).

Также нет единого мнения о возрастной динамике ВРС у детей:

а) с 6 до 16 лет происходит увеличение следующих показателей ВРС: RR_{cp} , стандартного отклонения длительности RR-интервалов (SDNN), квадратного корня из средней суммы квадратов разностей между смежными RR-интервалами (RMSSD), TP, VLF, и HF (Galeev et al., 2002);

б) возрастная динамика показателей ВРС отсутствует (Fukuba et al., 2009; Faulkner et al., 2003);

в) с 1 до 6 лет происходит увеличение показателя HF, а с 6 до 15 – снижение (Goto et al., 1997);

г) у детей 6-8 лет не наблюдается изменения показателя индекса вегетативного баланса (LF/HF) (Sepala et al., 2014); с 0 до 14 лет происходит увеличение LF/HF (Kazuma et al., 2002); с 5 до 10 лет происходит снижение LF/HF (Michels et al., 2013); с 11 до 15 лет происходит увеличение LF/HF (Zadovna et al., 2015);

д) с рождения и до 14 лет происходит увеличение значений спектральных показателей variability ритма сердца (Missin & vonBernuth, 1997).

Имеются данные о влиянии физической активности (Gutin et al., 2005; Nagai and Moritani, 2004; Krishnan et al., 2009; Buchheit et al., 2007), телосложения на показатели ВРС у детей (Rabbia et al., 2003; Kaufman et al., 2007; Gutin et al., 2005; Nagai and Moritani, 2004).

В рамках нейровисцеральной теории показано, что динамика сердечного ритма связана с комплексными нелинейными взаимодействиями разных физиологических систем. Вариабельность ритма сердца является мерой нейрокардиальной функции, которая отражает связи мозг-сердце (рис. 2) и активность вегетативной нервной системы (Shaffer et al., 2014; McCraty et al., 2009, McCraty & Shaffer, 2015).

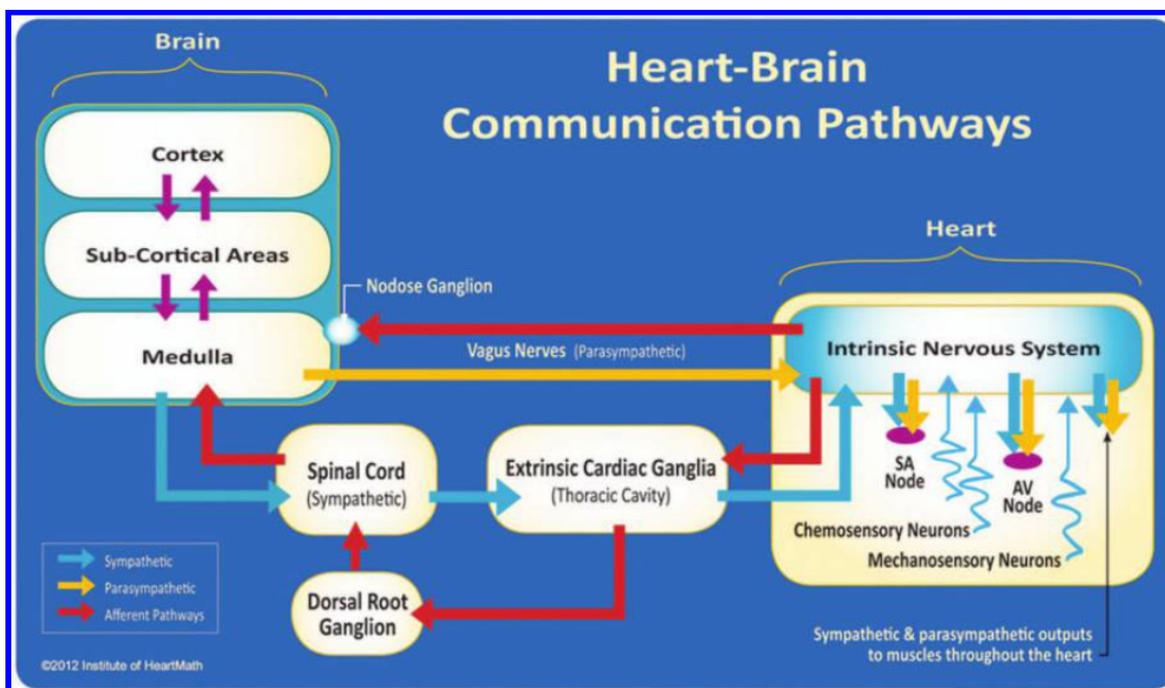


Рис. 2. Афферентные и эфферентные пути между мозгом и сердцем (McCraty & Shaffer, 2015)

Важная роль сердца и мозга в модуляции таких когнитивных функций, как сенсомоторная и перцептивная деятельность, впервые показана в работах Джона и Беатрис Лэйси (Lacey & Lacey, 1970, 1974; Lacey, 1967). При исследовании активности единичного сердечного цикла они выявили, что

кардиоваскулярная активность влияет на когнитивную деятельность, и предположили, что кортикальные функции модулируются посредством афферентного входа от нейронов, реагирующих на изменения давления в камерах сердца, каротидных синусах и дуге аорты. Велден и Вёлк позднее показали, что когнитивная нагрузка индуцирует ритм в диапазоне 10 Гц, а также что сердечная модуляция коры обусловлена афферентными входами на нейронах таламуса, где синхронизируется работа всей коры (Wölk & Velden, 1987, 1989). Также имеются данные, что высокоамплитудный пик ВРС в районе 0,1 Гц вызван задержкой в обратной связи между сердцем и мозгом (deBoer et al., 1987; Baselli et al., 1994).

Опенгеймером и Хопкинсом представлена иерархическая модель управления сердечным ритмом с участием коры, амигдалы и других субкортикальных структур, которые могут управлять работой кардиоваскулярных нейронов на нижних уровнях спинного мозга (Oppenheimer & Hopkins, 1994). Тайер и Лэйн описывают подобный набор нейронных структур, который они называют центральной автономной системой (ЦАС). ЦАС вовлечена в когнитивную, аффективную и автономную регуляцию и связана с ВРС и когнитивными функциями. Они предполагают, что динамические связи в ЦАС объясняют связь вагусного управления ВРС и высокоуровневых исполнительных функций, а также отражают функциональные способности структур мозга поддерживать рабочую память, эмоциональную и физиологическую саморегуляцию (Thayer et al., 2009). Роль ВРС в осуществлении когнитивных функций обусловлена наличием восходящих путей от сердца к мозгу (рис. 3).

Ascending Heart Signals

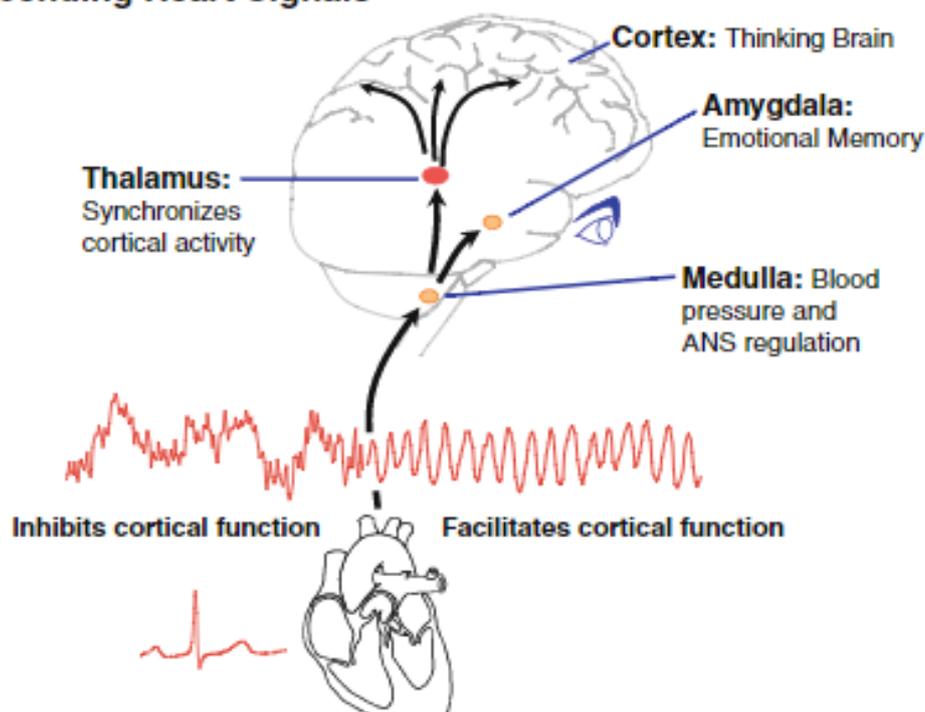


Рис. 3. Восходящие пути от сердца к мозгу (Bradley et al., 2010)

Итак, показано, что сигналы от сердца не только влияют на вегетативные регуляторные центры, но также на высшие центры коры, вовлеченные в эмоциональные и когнитивные циклы, включая таламус, миндалину и кору. Посредством этих путей активность сердца влияет на разные функции мозга. Например, при стрессе наблюдается ухудшение когнитивных функций и эмоционального состояния (Bradley et al., 2010).

Показано, что афферентная информация, поступающая из внутренней нервной системы сердца, может влиять на активность в лобных долях мозга (McCraty et al., 2004, 2009; Lane, 2004; McCraty & Shaffer, 2015), моторной коре (Svensson & Thorén, 1979), на уровень внимания, мотивации (Schandry & Montoya, 1996), на сенсорные процессы (Montoya et al., 1983) и эмоции (Zhang et al., 1986). Подавление вагусной модуляции сердечного ритма связано с уменьшением способности к саморегуляции и выполнения когнитивных функций, требующих участия исполнительных центров префронтальной коры (Umetani et al., 1998).

Таким образом, можно полагать, что редукция парасимпатической регуляции ритма сердца может негативно влиять на успешность освоения иностранного языка. Также на успешности обучения могут негативно сказываться реакции стресса.

1.3.2. Физиологические основы стресс-реакции

1.3.2.1. Вегетативное отображение субъективной сложности и эмоционального состояния

В рамках регуляторного подхода стресс понимается «как особый класс состояний, возникающих вследствие формирования специальных механизмов регуляции деятельности в затруднительных условиях» (Леонова, 2003).

Идея о том, что эмоции возникают в ответ на рассогласование при «затруднительных условиях», высказывалась начиная с 30-х годов XX века. И.П. Павлов при выступлении на XIV Международном физиологическом конгрессе в 1932 году отмечал, что «процессы установки стереотипа, довершения установки, поддержки стереотипа и нарушений его и есть субъективно разнообразные положительные и отрицательные чувства» (Павлов, 1973: 423). Позднее Хоудж высказывает мнение, что сила эмоциональной реакции обратно пропорциональна возможности высших центров мозга адекватно ответить на данную ситуацию (Hodje, 1935). Также отмечалось, что эмоции возникают при сопоставлении ожиданий и оценкой ситуации (Hebb, 1946; Arnold, 1960). По мнению П.К. Анохина, корреляты эмоций активируются при рассогласовании афферентной модели ожидаемых результатов с реально достигнутым эффектом (Анохин, 1964.)

П.В. Симонов в теории эмоций объединяет потребностно-мотивационный и информационный факторы генеза эмоций. При этом эмоции понимаются как отражение мозгом актуальной потребности и вероятности ее удовлетворения. При низкой вероятности удовлетворения потребности возникают отрицательные эмоции и наоборот. Эмоция выступает как «универсальная мера ценностей». На проявление эмоций

влияет два фактора: фактор значимости (потребности) и фактор наличия ресурсов для удовлетворения потребности (Симонов, 1981). П.В. Симонов понимал информацию как «отражение всей совокупности средств достижения цели: знания, которыми располагает субъект, совершенство его навыков, энергетические ресурсы организма, время достаточное или недостаточное для организации соответствующих действий и т.п.» (Симонов, 1981: 21).

При рассмотрении системной организации аппарата эмоций П.В. Симонов отмечал, что гиппокамп, гипоталамус и фронтальные отделы неокортекса – необходимые структуры для генеза разных функциональных состояний. «Информационные» мозговые структуры (гиппокамп и фронтальные отделы неокортекса) осуществляют прогнозирование вероятности удовлетворения потребности (Симонов, 1981).

Любое рассогласование (высокая значимость задачи, но недостаток ресурсов для ее решения) является стрессором. Системная реакция организма на действие стрессоров называется эмоциональным стрессом (Батуев, 2008). Важная характеристика стресс-сигнала состоит в его информативном значении: важно не само воздействие, а отношение к нему (Вальдман и др., 1979). Сигнал будет определен как стрессовый, если имеет место высокая степень неопределенности, невозможность осуществления готовых программ действия, необходимость срочно подобрать новый вариант программы поведения. Мера рассогласования указанных переменных определяет субъективную сложность задания: чем выше ценность задачи и чем меньше ресурсов для ее решения, тем выше субъективная сложность.

К. Прибрам пишет: «Изменения вегетативных функций могут быть измерены как информация... Таким образом, мы должны признать, что модель активационной теории эмоций 1967 г. строится на измерении неопределенности... Такую теорию лучше назвать «теорией неопределенности» или теорией зависимости эмоций от степени неопределенности» (Pribram, 1967: 833). «Эмоции выражают отношения

между восприятием и действием... Эмоции связаны с информационными процессами и механизмами контроля... На базе опыта эмоции возникают всякий раз как только вероятность подкрепления действий представляется низкой» (Pribram, 1967: 836).

Высказанные положения не основывались на анализе реальных вегетативных реакций человека при разных эмоциональных реакциях. Но в работах последних лет с помощью объективных методов вне лабораторных условий продемонстрирована связь показателей variability ритма сердца с эмоциональным состоянием. К примеру, показано, что при низком уровне эмоциональной дезадаптации выше общая мощность спектра variability ритма сердца и мощность для частотных диапазонов, соответствующих активности симпатической (LF) и парасимпатической (HF) нервной системы. Таким образом, повышение уровня эмоционального стресса коррелирует с истощением ресурсов регуляторных систем (Рунова и др., 2013).

1.3.2.2. Понятие острого стресса и стресс-эпизода

Первой целостной научной концепцией стресса является концепция канадского ученого Г. Селье (Selye, 1950; Selye, 1986). В соответствии с ней, стресс определяется как «общий неспецифический адаптационный синдром, развивающийся в ответ на самые разнообразные повреждающие воздействия» (Парин, 2008: 120). Стресс рассматривается как стадийное динамическое состояние, включающее 3 стадии: тревога, резистентность и истощение. Г. Селье отмечал, что стрессу присущи такие патологические симптомы, как гипертрофия надпочечников, инволюция тимуса, язвообразование в желудочно-кишечном тракте. В качестве главного механизма развития стресса выступает активация симпато-адреналовой системы, активирующей кору надпочечников, вследствие чего высвобождаются глюкокортикоиды и минералкортикоиды (Selye, 1950).

Последователь Г. Селье Ф.З. Меерсон определяет стресс как стандартную реакцию организма на любой новый фактор окружающей

среды, которая выражается активацией гипофизарно-адреналовой и адренергической систем организма и является необходимым звеном более сложного процесса адаптации (Меерсон, 1981).

Концепция Г. Селье была пересмотрена в рамках трёхкомпонентной теории экстремальных состояний. В соответствии с ней, стресс – «это неспецифическая системная защитная редуцированная реакция организма на повреждение или его угрозу» (Парин, 2001).

В основе стресса лежит «гиперактивация трех нейроэндокринных систем: симпато-адреналовой (САС), гипоталамо-гипофизарно-адреналовой (ГГАС) и эндогенной опиоидной (ЭОС)» (Парин, 2001, 2008). САС и ГГАС обеспечивают «максимальную мобилизацию защитных ресурсов организма». ЭОС является «лимитирующим фактором чрезмерной активации функций» (Парин, 2008).

Активность САС, ГГАС и ЭОС меняется при развитии стрессового состояния: на первой стадии стресса («тревога») максимально активизируется САС (но ее ресурсы быстро истощаются), затем наступает доминирование ГГАС (на второй фазе – «резистентность»), на третьей стадии («истощение») преобладающей является активность ЭОС (Парин, 2008). ЭОС активизируется с первых минут стресса, ее функцией является ограничение избыточных эффектов САС и ГГАС (Парин, 2001). Таким образом, важным дополнением к теории Г. Селье является обоснование роли ЭОС в развитии реакции стресса.

В рамках данной работы будет анализироваться распределение острых стрессов в контексте освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами. Острый стресс представляет собой реакцию организма на первой фазе стресса – фазе тревоги. Физиологические маркеры острого стресса – активация систем САС и ЭОС. В рамках данной работы «стресс-эпизод» определяется как вегетативное проявление взаимодействия нейрохимических систем на первой фазе стресса.

В качестве вегетативного проявления активации систем САС и ЭОС («стресс-эпизода») выступает паттерн, включающий в себя падение общей мощности спектра ВРС и рост показателя индекса вегетативного баланса (LF/HF). Подобный паттерн наблюдается при предъявлении разнообразных когнитивных, моторных и эмоциональных нагрузок, которые содержат разнообразные стресс-факторы: информационные, эмоциональные, физические (Бахчина, 2014). Он возникает в ситуациях чрезмерного рассогласования между целевой функцией и результатом независимо от природы контекста, что дает основания утверждать, что данный паттерн активности систем регуляции сердечного ритма является биомаркером стресс-реакции, и в рамках данной работы он обозначен как «стресс-эпизод».

Итак, «острый стресс» - реакция организма на первой стадии стресса, а «стресс-эпизод» - это вегетативное проявление острого стресса.

1.3.3. Особенности вегетативной регуляции при освоении иностранного языка

Изучение иностранного языка для многих студентов связано с тревожностью (Horwitz et al., 1986). Тревожность определяется как субъективное ощущение напряжения и беспокойства, связанное с активизацией вегетативной нервной системы (Spielberger, 1983; p. 15). Также тревожность определяется как эмоциональный ответ на «угрозу некоторой ценности, которая важна для существования индивида как личности» (May, 1977; p. 205). В некоторых исследованиях показано положительное влияние тревожности на успешность освоения иностранного языка (Kleinmann, 1977), но в работах последних лет продемонстрировано, что данное состояние в большей мере мешает обучению (Phillips, 1992; Aida, 1994; Donley, 1997; VonWörde, 1998).

Могут быть различные причины тревожности при освоении иностранного языка. Первоочередными могут быть: ситуация коммуникации, страх негативной оценки и страх тестирования (Horwitz et al., 1986); уровень сложности подачи материала, личное восприятие языковых способностей,

иные индивидуальные особенности, стрессовый опыт на занятиях (Price, 1991).

Согласно гипотезе о дефиците лингвистического кодирования, тревожность при изучении иностранного языка – это отражение эффектов, связанных со сложностью обработки входящей языковой информации (Sparks & Ganschow, 1993). Авторы гипотезы полагают, что способности к кодированию на родном и иностранном языке взаимосвязаны.

Много исследований посвящено когнитивному компоненту тревожности при обучении. Айзенк отмечал, что тревожные ученики тратят больше ресурсов на когнитивные процессы, никак не связанные с выполнением целевой задачи. По его мнению, тревожность повышает когнитивный порог обучения (Eysenck, 1979). К примеру, тревожные студенты из США, читающие на неродном испанском языке, больше отвлекались от задания, не могли на нем сфокусироваться, что в итоге негативно сказалось на успешности выполнения ими задания по тексту (Sellers, 2000). Очевидна необходимость разработки методов снижения тревожности в процессе освоения иностранного языка.

В настоящее время начинают применять тренировки биологической обратной связи на основе вариабельности ритма сердца для снижения тревожности, а, следовательно, повышения эффективности при изучении иностранного языка (Henricues et al., 2011; Bready et al., 2007, 2010). К примеру, студенты тренируются провоцировать паттерн дыхательной синусовой аритмии (RSA) (синусоидальный ритм, когда частота сердечных сокращений возрастает с каждым вдохом и уменьшается с каждым выдохом) (Somers & Jamieson, 2014). Увеличение успешности решения тестовых заданий связано с уменьшением тревожности и увеличением психофизиологической когерентности (Bready et al., 2010).

Физиологическими коррелятами когерентности (рис. 4) выступают: синусовый ритм с частотой осцилляции в районе 0,1 Гц; синхронизация активности симпатического и парасимпатического контура регуляции

сердечного ритма; повышение активности парасимпатического контура при понижении активности симпатического контура; синхронизация активности мозга и сердца; повышение сердечно-сосудистого резонанса (McCraty et al., 2006; Tiller et al., 1996) .

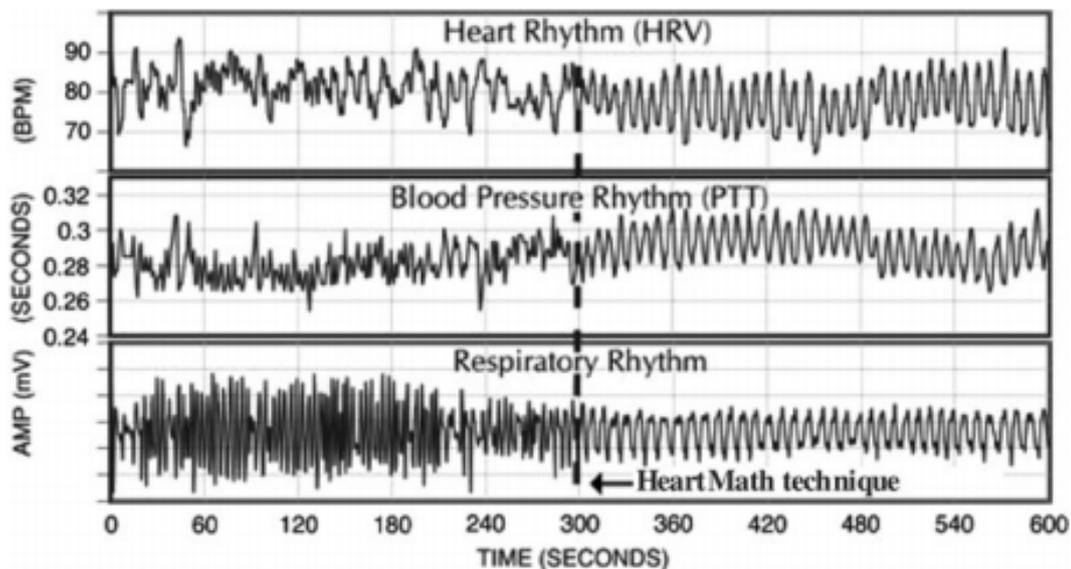


Рис. 4. Изменения в ритме сердца, дыхания и кровяного давления при когерентности (Bradley, 2010)

Показано, что повышение физиологической когерентности приводит к улучшению когнитивных функций (McCraty et al., 2006). На аффективном уровне состояние когерентности приводит к эмоциональной стабильности, стрессоустойчивости (McCraty et al., 1998, 2006; McCraty and Childre, 2004; Tiller et al., 1996).

Таким образом, изучение иностранного языка является сложным контекстом. Недостаток языковых навыков при мотивации повысить компетенцию (или получить высокую оценку) является причиной рассогласований, что проявляется в стрессогенности данного контекста, повышенной тревожности учеников. Причин данных эффектов много (как показано выше), но до сих пор нет четких знаний о специфике вегетативного обеспечения освоения иностранного языка и связи вариабельности сердечного ритма с успешностью языковой деятельности. Следовательно,

актуально исследование связи успешности освоения иностранного языка с динамикой variability сердечного ритма при выполнении последовательности языковых задач, поиск биомаркеров оптимального функционального состояния для освоения иностранного языка.

Важное значение имеет определение тех индивидуальных, регистрируемых в условиях обычной жизнедеятельности физиологических маркеров, которые могли бы служить индикаторами стрессогенности процесса освоения иностранного языка. В рамках данной работы под понятием «стрессогенность» мы понимаем количество стресс-эпизодов, зарегистрированных в течение определенного контекста естественной деятельности. Виды воздействия на человека, которые приводят к появлению стресс-эпизодов, мы обозначаем как «стресс-факторы».

Знание биомаркеров стрессогенности образовательного процесса позволит своевременно предоставлять человеку обратную связь, демонстрирующую уровень его напряжения, используя которую он может временно снизить это напряжение путем снижения учебной нагрузки, переключения на физическую активность или иную деятельность.

1.4. Движения взора при чтении как моторное отображение успешности результата освоения иностранного языка

Прогресс в развитии технологии айтрекинга дает возможность количественной, объективной, простой и быстрой оценки когнитивных функций (Wang et al., 2015). Мозговые нейронные сети, задействованные в процессах внимания и движений глаз, пересекаются (Corbetta & Shulman, 2002; Miller & Buschman, 2013). Контроль внимания и движений глаз осуществляется не только окципитальными (раннее зрение), темпоральными (высокоуровневое зрение), париетальными (пространственное зрение и внимание) и фронтальными областями, но также лимбической системой, базальными ганглиями, таламусом и двухолмиями (Baluch & Itti, 2011; Gottlieb et al., 2014).

Чтение текстов на иностранном языке предполагает активизацию когнитивного контроля и селективного внимания. Корреляты указанных процессов проявляются в субъективной сложности задачи.

1.4.1. Физиологические основы управления движением взора

А.Л. Ярбус в первых работах по айтрекингу показал, что внешние проявления внимания заключаются в динамике глазодвигательных паттернов (фиксаций и саккад), в которой отражается специфика произвольной зрительно-моторной деятельности человека в соответствии с выполнением поставленной задачи (Ярбус, 1965).

В последующих исследованиях были определены несколько областей мозга, которые участвуют в управлении фиксациями и скачкообразными движениями глаз, в том числе, области в коре головного мозга, базальных ганглиях, таламусе, двухолмии, ретикулярной формации и мозжечке. Например, передние зрительные поля играют решающую роль в осуществлении произвольных саккад. Дополнительные зрительные поля имеют важное значение для принятия решений о движении взора и последовательности саккад. Дорсолатеральная фронтальная кора выполняет исполнительную функцию, участвует в пространственной рабочей памяти и в подавлении автоматических рефлексивных реакций (Munoz & Everling, 2004 – рис. 5). Подавление движений глаз происходит посредством торможения обработки сенсорной информации от дистракторов (Ермаченко, 2011). Специфический вклад мозжечка в работу глазодвигательных структур связан с функцией калибровки движений глаз и с уменьшением нестабильности положения взора (Manto et al., 2012).

Также показано, что зрительное селективное внимание относится к подсистеме сенсорной ориентировки и представлено лобно-теменной сетью (Posner, 2004). Десинхронизация ЭЭГ на частоте альфа ритма в лобных отведениях отражает процессы произвольного внимания, управляющего сложной нестереотипной двигательной программой в условиях сложной зрительной среды (Ермаченко и др., 2011).

Имеются данные об электрофизиологических коррелятах разных видов зрительного внимания (Lindsley, 1960). Эффект десинхронизации биопотенциалов на частоте альфа-ритма в лобных отведениях является отражением обработки результата целенаправленной глазодвигательной деятельности, которая контролируется произвольным вниманием, а в теменных и затылочных отведениях - отражением активности процессов непроизвольного и модально-специфического произвольного внимания (Ермаченко, 2011).

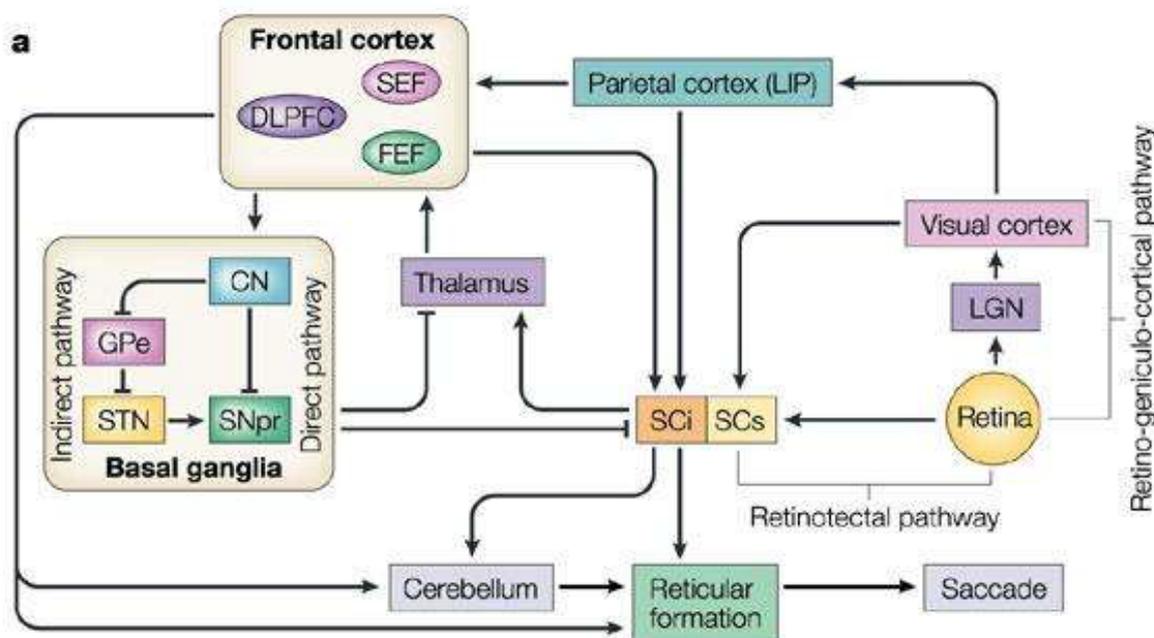


Рис. 5. Схема управления движением взора (Munoz & Everling, 2004)

1.4.2. Общие закономерности движения взора при работе с текстами

Чтение является комплексной задачей, и понимание ее когнитивной специфики является актуальной проблемой. В рамках информационного подхода, текст рассматривают как способ кодирования информации на основе правил конкретного языка (Massaro, Friedman, 1990). В языковых формах фиксируются и обретают своё отражение когнитивные образы, сложившиеся в процессе коллективного опыта.

В зависимости от задач исследования текст может рассматриваться с позиции субъекта или объекта, как статическое или динамическое образование. Он состоит из ряда единиц, связанных между собой. В лингвистике текста исследователями выделены такие его характеристики, как связанность (Новиков, 1997; Леонтьев, 1976; Сахарный, 1986), целостность (Леонтьев, 1976), завершённость (Гальперин, 2005; Новиков, 1997), информативность (Новиков, 1997), членимость (Гальперин, 2005).

Получение информации, необходимой и достаточной для реконструкции образов, закодированных в тексте, обеспечивается процессом чтения. Исследования особенностей движения глаз при чтении текстов позволяют получить сведения об особенностях обработки вербальной информации человеком на основе индивидуальных моделей, которые создаются и совершенствуются в процессе освоения языка. В психолингвистических исследованиях А.А.Леонтьева (Леонтьев, 1999; Леонтьев, 1976), И.А.Зимней (Зимняя, 2001), Р.М.Фрумкиной (Фрумкина, 2003) подчеркивается сложность и многоплановость процессов восприятия и понимания текста, их тесная взаимосвязь.

В последние годы активно развиваются инструментальные методы диагностики уровня владения языком на основе интерактивного мониторинга движения глаз в процессе чтения текста с применением технологии Eye Tracking (айтрекинг). (Frenck-Mestre, 2005). Базовыми параметрами в исследовании движения глаз считаются фиксации - задержки взгляда на элементе зрительной сцены и саккады - быстрые скачкообразные движения глаз испытуемого из одной фиксации к другой. Предполагается, что направление саккады является итогом принятия решения о локализации наиболее информативных элементов зрительной сцены (Rayner et al., 2009). Интерпретация данных айтрекинга основывается на предположении о том, что степень сложности работы с текстом отражается в движениях глаз и может быть зафиксирована с помощью показателей движения взора (Rayner

et al., 2007). Детально анализируются объективные и субъективные детерминанты сложности.

В качестве субъективных детерминант сложности текста рассматривают индивидуальные текстовые базы, способность соотносить текст с имеющейся структурой знания (Schank, 1982) и умение формировать ситуационную модель понимания текста (Леонтьева, 1982, Kintsch & vanDijk, 1989). Сведения о факторах, определяющих субъективную сложность задачи, весьма противоречивы. P.M. Mangos & D.Steele-Johnson (2009) показали, что субъективная сложность задачи связана с самооффективностью, а не с когнитивными способностями. С другой стороны, D.C. Maynard & M.D. Nakel (1997) указывают на то, что субъективная сложность задания опосредуется когнитивными способностями субъекта и объективной сложностью задания.

В качестве объективных детерминант сложности работы с текстом рассматривают особенности синтаксиса и семантики, влияющие на восприятие и понимание текста: частотности слов и словосочетаний, длину слов, лексическую однозначность фраз и т.д. Для подсчета объективной сложности текста обычно используется уравнение (Flesh, 1948):

$$[RE]_{eng} = 206.835 - 0.846 * wl - 1.015 * sl$$

где wl – это количество символов на 100 слов (то есть это мера длины слов), sl – количество слов в предложении (то есть это мера длины предложения). RE (для английского языка) чаще попадает в рамки от 0 до 100, где 0 говорит о высокой сложности текста, а 100 – о его простоте. Хотя эта модель не учитывает важнейшие аспекты, связанные со сложностью структуры предложений и словарного состава, важно отметить одно несомненное достоинство: эта модель позволяет оценить объективную сложность текста на любом языке.

Современный стандарт по чтению для английского языка Reading Standart 10, Common Core определяет сложность текста как функцию объективных и субъективных детерминант: длина слов и предложений,

частотность слов и словосочетаний, необходимость специальных знаний для прочтения (Hess & Hervey, 2011), а также опыт читателя и особенности задачи при прочтении текста.

На данный момент существует множество моделей, описывающих глазодвигательную активность при работе с различного рода стимулами. Ранние модели могут быть разделены на 2 группы:

1) Модели, в которых глазодвигательная активность обусловлена когнитивным компонентом: некоторое когнитивное задание выступает как стимул к движениям глаз (Rayner & Pollatsek, 1989);

2) Модели, в которых движения глаз контролируются на моторном уровне: глазодвигательная система сама и контролирует движения глаз (O'Regan, 1990).

Дальнейшее развитие этих моделей показало, что необходимо учитывать как моторный, так и когнитивный компоненты управления глазодвигательной активностью. В модели E-Z Reader постулируется, что ранняя стадия лексической обработки слова дает сигнал к началу саккады (Rayner et al., 2007). В рамках модели SWIFT предполагается, что при трудностях лексической обработки слова саккада может быть остановлена (приоритет когнитивного контроля); если затруднений нет, то саккады продуцируются через случайные временные отрезки (достаточно контроля на моторном уровне) (Engbert et al., 2005).

Таким образом, основываясь на модели SWIFT, мы предполагаем, что для русскоязычных студентов уровень компетенции в чтении английского текста предопределяет субъективную сложность задачи (по сравнению с чтением русского текста) и отображается в когнитивном компоненте управления глазодвигательной активностью при чтении.

1.4.2. Универсальные, клинические, возрастные, особенности при чтении

Для носителей разных языков существует сходство в движениях глаз во время чтения и сходство во влиянии лингвистических эффектов на движение

глаз. Это универсальные особенности при чтении. Например, лингвистический эффект частоты свойственен многим языкам, те слова, которые встречаются чаще, читаются быстрее, чем более редкие (Ellis, 2002). Также эффект длины слов существует во многих языках, длинные слова занимают больше времени на прочтение, чем короткие (Bertram & Hyönä, 2003; Just & Carpenter, 1980; Rayner, Sereno, & Raney, 1996). Наконец, слова, являющиеся предсказуемыми на основе предыдущего контекста, читаются быстрее, чем те, которые менее предсказуемы (Balota, Pollatsek, & Rayner, 1985; Ehrlich & Rayner, 1981; Inhoff, 1984). Тот факт, что эффект частоты слов, длины слов и их предсказуемости («большая тройка» чтения», Clifton et al., 2016) встречается во всех языках, обеспечивает очевидность более общего предположения о важности обработки слов во время чтения на разных языках (Li et al., 2014).

Эффект частотности слов (связь между частотностью слова и временем его обработки), - одно из важнейших открытий психолингвистики. Это подтверждают результаты множества исследований на разном языковом материале, в различных экспериментальных парадигмах (Segui et al., 1987; Rousel et al., 2013).

К примеру, Мак Каскер и соавторы предположили, что обработка высокочастотных слов происходит «напрямую» посредством визуальной репрезентации, в то время, как низкочастотные слова воспринимаются на основе фонологического декодирования (McCusket al., 1981). Похожее мнение было высказано Сейденбергом (cited in Kolk & Blomert, 1985). Кроме того, результаты некоторых нейролингвистических исследований показывают, что процесс декодирования зависит не только от частотности слова, но и от класса слова (Coltheart, 1980a, 1980b).

Представители английской лингвистической школы разделяют части речи на «открытые» (знаменательные) и «закрытые» (функциональные) классы по критерию способности лексем к словообразованию. «Закрытый» класс включает в себя артикли, указательные местоимения (demonstrative),

местоимения, предлоги, союзы и междометия (Pennebaker et al., 2014). «Закрытые» и «открытые» слова выполняют разные лингвистические функции (Рянская, 2008).

Очевидным является наличие некоторой связи между частотностью слова и его классом. Лингвистические исследования восприятия «открытых» и «закрытых» слов с разной частотностью 1980-х гг. показали, что частотность слова влияет на время его обработки для «открытых» слов, но не для «закрытых» (Bradley, 1983). При этом, у больных с афазией Брока эффект частотности выражен для слов обоих классов (Bradley, 1980). Те же закономерности были получены и в исследовании больных с афазией Вернике (Coslett, 1984). Данные факты свидетельствуют о том, что у больных с афазией обработка «закрытых» слов происходит по тому же алгоритму, что и «открытых». Это позволяет предполагать, что существует две системы: «общая» частотно-чувствительная и «специализированная», или «интенсивная», которая управляет обработкой «закрытых» слов (Bradley, 1980).

Предположение, что в обработке слов разных классов участвуют разные нейронные системы, было опровергнуто в работе Мюнте и соавт. (Münte et al., 2001). Потенциал N400 во фронтальных отделах левого полушария был значимо менее выражен при чтении «закрытых», чем «открытых» слов при одинаковой частотности. Фронтальная негативность 400 мс была зафиксирована только для очень высокочастотных «закрытых» слов. В исследовании Münte et al. (2001) показано, что потенциал N400 во фронтальных отделах левого полушария не отличается при работе с «закрытыми» и «открытыми» словами, что может означать отсутствие специфичности зон мозга в обработке слов разных классов. Эффект N400-700 может быть связан с особыми грамматическими функциями, выполняемыми некоторыми «закрытыми» словами (например, определителями).

Тем не менее, класс слов влияет на паттерны внимания при чтении, которые проявляются в большем количестве фиксаций на «открытых»

словах; фиксации на «закрытых» словах, как правило, отсутствуют или являются менее длительными (Seguí et al., 1987). Показано, что при чтении текста на родном языке, примерно 15% «открытых» и около 65% «закрытых» слов пропускаются (Rayner et al., 2007). При этом, как показано в модели Radach, на «закрытом» слове могут делаться длительные фиксации в случае, если в данный момент происходит обработка последующего «открытого» слова, которое находится в парафовеолярной области воспринимаемого диапазона (Radach, 1996).

Таким образом, данные исследований динамики движения взора при чтении показывают, что «закрытые» слова часто пропускаются. Если же на них и появляются фиксации, то это часто связано с саккадической ошибкой и рефлексивными саккадами, направленными на чтение соседних «открытых» слов (Rayner et al., 2007). В целом, в психофизиологических исследованиях продемонстрировано, что обработка «открытых» и «закрытых» слов предполагает разные механизмы, которые до сих пор не ясны.

При этом все исследования специфики восприятия слов разных классов проводились только при чтении текстов на родном языке, и нет данных об особенностях чтения «закрытых» слов и слов с разной частотностью на иностранном языке и их связи с уровнем языковой подготовки человека.

Рассмотрим клинические особенности движения взора при чтении.

При разных нейроповеденческих расстройствах отмечаются специфические паттерны движения взора, проявляющиеся во времени саккадической реакции, параметрах саккад и фиксаций, ошибках в визуально-направленном поведении. При анти-саккадической задаче отмечается более медленная реакция, увеличение числа ошибок при дефиците внимания и гиперактивности, синдроме Туретта, болезни Паркинсона, шизофрении (Munoz and Everling, 2004). На ранних стадиях болезни Паркинсона отмечена асимметрия саккад в горизонтальной плоскости в сторону конечностей с клиническими признаками заболевания, что объясняется преимущественным поражением компактной части черной

субстанции на начальных этапах заболевания с одной стороны (Турбина и др., 2005).

Во многих исследованиях показаны клинические особенности движений взора при дислексии. У таких больных наблюдаются более долгие фиксации, короткие саккады, большее количество фиксаций (Hutzler & Wimmer, 2004). Данные биомаркеры выявлены и в контексте чтения текстов, и в контексте чтения предложений (DeLuca et al., 1999, Hutzler and Wimmer, 2004, Zoccolotti et al., 1999), и при чтении отдельных слов (DeLuca et al., 2002, Hutzler et al., 2006, Hutzler and Wimmer, 2004, MacKeben et al., 2004). Данные особенности связаны с трудностями чтения у больных с дислексией (Pavlidis, 1981).

Перейдем к рассмотрению возрастных особенностей движения взора при чтении.

Показано, что для детей дошкольного возраста характерны частые низкоамплитудные саккады, «соскакивания» с точки фиксации, длинная латентность (Kowler & Martins, 1985). Это подтверждается и физиологическими особенностями управления движением взора: известно, что в подавлении автоматических рефлексивных реакций участвует дорсолатеральная префронтальная кора (Munoz & Everling, 2004), а также что дорсолатеральная фронтальная кора только формируется в дошкольном возрасте (Zelazo, 2003).

Показано, что с возрастом происходит увеличение латентности саккад (Abel et al., 1983; Moschner and Baloh, 1994; Munoz et al., 1998; Klein et al., 2000); уменьшение скорости и амплитуд саккад (Warabi et al., 1984; Sharpe and Zackon, 1987; Irving et al., 2006; Dowiasch et al., 2015). Но в некоторых исследованиях не показана связь возраста и скорости саккад при чтении (Henriksson et al., 1980; Munoz et al., 1998).

Но в то же время распределение длительности фиксаций для детей взрослых имеет примерно одинаковую форму (Hainline et al., 1984; Harris et al., 1988).

1.4.3. Особенности движения взора при работе с текстами как отображение уровня освоения иностранного языка

Показано, что по мере усложнения текста на английском языке у носителей языка происходит увеличение количества мелких саккад, увеличение числа регрессий и длительности фиксаций. Экспериментально показано, что распределение фиксаций – это функция от частотности слова и лексической однозначности (Rayner and Duffy, 1986). При усложнении текста на русском языке у носителей языка выявлено влияние длины слов на амплитуду прогрессивных саккад, (Иванов, Демидов, Безруких, 2010) и наблюдается «эффект перелива» (Величковский, 2006). Показано, что с совершенствованием навыка чтения увеличивается влияние факторов сложности и структурной организации текста на процесс чтения (Иванов, Демидов, Безруких, 2010).

На основании уже известных особенностей движений взора, отражающих уровень развития языковой компетентности, мы полагаем, что разница в движениях взора при чтении текстов с одинаковой объективной сложностью будет связана с субъективными факторами и прежде всего с индивидуальным уровнем языковой компетентности. Если рассматривать чтение текста на родном языке – как задание с минимальной субъективной сложностью, то субъективный уровень сложности чтения эквивалентного текста на иностранном языке будет проявляться в разнице движения взора при чтении.

Известно, что при решении сложной задачи активизируются области в передней части поясной извилины и в полосатом теле (Vassena et al., 2014). Субъективная сложность приводит также к такой физиологической реакции, как расширение диаметра зрачка (Beatty & Lucero Wagoner, 2000; vanSteenbergen & Band, 2013).

Изменения в амплитудно-временных характеристиках движения взора при работе с текстами с разной субъективной сложностью могут быть обусловлены явлением «саккадической адаптации» (когда после саккады

цель не была достигнута). Показано, что в механизме саккадической адаптации участвуют такие структуры, как двуххолмие, ретикулярное ядро покрышки моста, червь мозжечка, фастигиальная окуломоторная область (Ethier et al., 2008).

Показано, что при решении сложных когнитивных задач событийно-связанные потенциалы более негативны в окципитальной, париетальной и темпоральной областях, более позитивны во фронтальной и центральной областях (Savage et al., 2015). Более негативные событийно-связанные потенциалы в окципитальных областях могут свидетельствовать о менее интенсивной обработке поступающей зрительной информации; более позитивные событийно-связанные потенциалы во фронтальных областях могут быть биомаркером возрастания когнитивной нагрузки во время фиксации взора.

Таким образом, физиологические данные свидетельствуют о том, что при увеличении количества мелких саккад, увеличение числа регрессий и длительности фиксаций ухудшается процесс обработки зрительной информации. Следовательно, сравнительные данные айтрекинга при работе с текстами на родном и иностранном языке могут отражать уровень субъективной сложности работы с иностранным текстом, а значит, - и уровень освоения иностранного языка.

Проведенный анализ литературы позволяет заключить, что:

- 1) успешность освоение и применения иностранного языка связано с особенностями межполушарных отношений;
- 2) способ освоения языка влияет на функциональную специализацию полушарий в обеспечении языковой деятельности на иностранном языке,
- 3) возраст играет значимую роль в организации нейрофизиологических процессов, обеспечивающих освоение иностранного языка.
- 4) редукция парасимпатической регуляции ритма сердца может негативно влиять на успешность освоения иностранного языка;

5) стрессогенность образовательного процесса может негативно сказываться на успешности обучения;

6) состояние физиологической когерентности является оптимальным для освоения иностранного языка: синусовый ритм с частотой осцилляции в районе 0,1 Гц; синхронизация симпатического и парасимпатического контуров вегетативной регуляции сердечного ритма; синхронизация активности мозга и сердца.

7) физиологическими отображениями моторных циклов при работе с субъективно сложными текстами являются: увеличение количества мелких саккад, увеличение числа регрессий и длительности фиксаций.

Таким образом, для русскоязычных студентов уровень компетенции в чтении английского текста предопределяет субъективную сложность задачи (по сравнению с чтением русского текста) и отображается в когнитивном компоненте управления глазодвигательной активностью при чтении. Следовательно, сравнительные данные айтрекинга при работе с текстами на родном и иностранном языке могут отражать уровень субъективной сложности работы с иностранным текстом, а значит, - и уровень освоения иностранного языка.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика выборки

Общее количество испытуемых, участвовавших в исследовании, составило 267.

В таблице приведена структура выборки.

Таблица 1 – Структура выборки

	Этап освоения английского языка	Возраст (лет)	№ эксперим. серии	N
Оценка ФМПА как фактора готовности к успешному освоению английского языка	Начальная школа	10-11	ЭС1	26
			ЭС2	19
	Старшая школа	16-17	ЭС3	26
	Студенты	19-22	ЭС1	21
Оценка вегетативного обеспечения процесса освоения английского языка	Начальная школа	10-11	ЭС1	16
	Средняя, старшая школа	13-17	ЭС2	37
	Студенты	19-21	ЭС1	17
Оценка движения взора при работе с текстами как отображения успешности освоения иностранного языка	Студенты	19-25	ЭС1	33
			ЭС2	22
			ЭС3	33
			ЭС4	17
ИТОГО				267

2.2. Критерии к отбору методов исследования

При решении задачи по подбору методов мы сформулировали следующие критерии: валидность, неинвазивность, объективность, надежность, быстрота диагностики.

Можно выделить 3 блока методов:

- Инструментальные методы (технология компьютерной латерометрии, технология событийно-связанной телеметрии, технология айтрекинга);

- Методы классификации выборки по успешности освоения английского языка (тесты оценки активности на уроке по английскому языку и тесты оценки остаточных знаний);
- Методы конструирования стимульного материала (корпусный и фреймовый анализ).

В таблице 2 приведена характеристика часто используемых методов исследования процесса освоения иностранного языка и предлагаемого нами комплекса методов.

Таблица 2 – Характеристика методов оценки процесса освоения иностранного языка

	ЭЭГ	Томографические методы	ЭКГ	Ай-трекинг	Анкет	Комплексное физиологическое исследование
Экологическая валидность	-	-	-	+	?	+
Прогностическая валидность	-	-	-	+	-	+
Неинвазивность	+	+	+	+	+	+
Объективность	+	+	+	+	-	+
Надежность	+	+	+	+	-	+
Быстрога диагностики	-	-	+	+	-	+

Таким образом, только комплексный физиологический подход удовлетворяет всем требуемым критериям.

Поскольку мы исследуем комплекс физиологических факторов успешности освоения английского языка, то было решено провести три блока исследований:

- оценка физиологических факторов готовности к успешному освоению английского языка,
- оценка физиологического обеспечения успешности самого процесса освоения,

- а также оценка успешности результата освоения английского языка по физиологическим отображениям (рис. 6).



Рис. 6. Схема исследований

2.3. Инструментальные методы

2.3.1. Технология компьютерной латерометрии

Виртуальное акустическое пространство формировалось с помощью серии дихотических импульсов частотой 3 Гц с нарастающей интерауральной задержкой при шаге 23 мкс. Интенсивность серий щелчков была постоянной для каждого испытуемого и не превышала 40 дБ над монауральным порогом его слышимости с продолжительностью 50 мкс.

Для оценки ФМПА использовались базовые показатели латерометрии: Δt_{\min} — характеризует лабильность полушария, противоположного направлению «смещения звука»; Δt_{\max} — характеризует возбудимость противоположного полушария; и Δt_{rash} — характеризует устойчивость противоположного полушария. Графическое отображение этих показателей называется звуколокализационной функцией (ЗЛФ) (Щербаков и др., 2003; Полевая, 2007).

Во время исследования методом компьютерной латерометрии регистрировались следующие показатели:

1. $\Delta t \min L$ (мкс) — величина междушной задержки при начале смещения иллюзорного звукового образа из центра при опережении на левое ухо;

2. $\Delta t \min R$ (мкс) — величина междушной задержки при начале смещения иллюзорного звукового образа из центра при опережении на правое ухо;

3. $\Delta t \max L$ (мкс) — величина междушной задержки при крайней латерализации звука при опережении на левое ухо;

4. $\Delta t \max R$ (мкс) — величина междушной задержки при крайней латерализации звука при опережении на правое ухо;

5. $\Delta t \text{rash} L$ (мкс) — порог «эха» при опережении на левое ухо;

6. $\Delta t \text{rash} R$ (мкс) — порог «эха» при опережении на правое ухо.

Далее высчитывались коэффициенты ФМПА:

1.
$$K_{\min} = (\Delta t \min R - \Delta t \min L) / (\Delta t \min R + \Delta t \min L) \quad (1)$$

2.
$$K_{\max} = (\Delta t \max R - \Delta t \max L) / (\Delta t \max R + \Delta t \max L) \quad (2)$$

3.
$$K_{\text{rash}} = (\Delta t \text{rash} L - \Delta t \text{rash} R) / (\Delta t \text{rash} L + \Delta t \text{rash} R) \quad (3)$$

Процедура тестирования выглядела следующим образом. В ходе тренировочной серии испытуемого знакомили со звуковыми образами. В начале основной серии испытуемому давалась установка, нажимая на кнопку джойстика, фиксировать 3 момента: 1 момент — когда звук начинал смещаться из центра к одному из ушей, 2 момент — когда звук достигал положения крайней латерализации, субъективно звук ощущался около одного из ушей, 3 момент — когда возникал адекватный образ — два независимых звука в каждом ухе. Проводилось 3 пробы при движении звука вправо и 3 пробы при движении звука влево.

2.3.2. Технология событийно-связанной телеметрии

Для сбора данных о динамике функционального состояния школьника и студента на занятии по английскому языку и при тестировании проводилось непрерывное измерение сердечного ритма с помощью технологии событийно-связанной телеметрии (Полевая и др., 2016). Технология обеспечивает мониторинг и анализ динамики вариабельности ритма сердца (ВРС) с учетом событийного контекста: последовательность временных интервалов между ударами сердца (ритмограмма) регистрируется нагрудными пластиковыми электродами; первичная обработка сигнала и трансляция данных на смартфон осуществляется сенсорной платформой Zephyr HxMTM Smart Heart Rate Monitor (HxM, Zephyr Technology) по каналу Bluetooth; специализированное приложение «Stress monitor» в ОС Android (версии не ниже 4.4) выполняет функцию монитора реального времени и обеспечивает передачу данных на облачный сервер; визуализация ритмограмм, спектральный анализ и детектирование стресс-эпизодов реализуется в специализированном Интернет-сервисе «Stress monitor» (cogni-pp.ru) (Еремин и др., 2014; Кожевников и др., 2014; Полевая и др., 2013а; 2013б). Пример визуализации ритмограммы приведен на рисунке 7. Таким образом, обеспечивается амбиентный мониторинг функционального состояния школьника и студента в контексте естественной учебной деятельности без ограничений по расстоянию и подвижности.

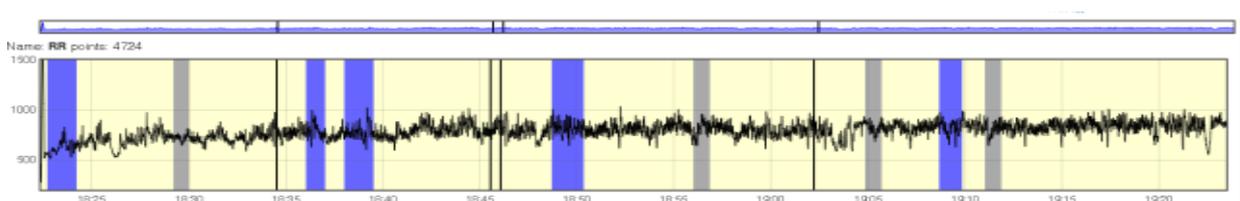


Рис. 7. Пример визуализации ритмограммы на Интернет-сервисе «Stress monitor»

Персонализированный анализ динамики вегетативной регуляции проведен на основе спектральных показателей вариабельности сердечного

ритма. Методом динамического Фурье-анализа с окном 100 с и шагом 10 с вычислялись следующие показатели: суммарная мощность спектра variability сердечного ритма – TP (мс^2), характеризующая адаптационный потенциал; мощность спектра в области частот от 0,04 до 0,15 Гц – LF (мс^2), характеризующая активность симпатической нервной системы по модуляции сердечного ритма; мощность спектра в области частот от 0,15 до 0,4 Гц – HF (мс^2), характеризующая активность парасимпатической нервной системы; отношение LF к HF - индекс вегетативного баланса, характеризующий напряжение регуляторных систем (McCraaty & Shaffer, 2015).

Анализировались стандартные показатели сердечного ритма: ЧСС, уд./мин., RRNN, SDNN, RMSSD, PNN50%, PNN5%, Мо, Амо, ИВР, ПАПР, ВПР, ИН.

ЧСС – частота сердечных сокращений,

RRNN – средняя длительность RR-интервалов,

SDNN – стандартное отклонение RR-интервалов,

RMSSD - квадратный корень средних квадратов разницы между смежными RR-интервалами,

PNN50% - пропорция интервалов между смежными RR, превосходящих 50 мсек., к общему количеству RR-интервалов в записи,

PNN5% - пропорция интервалов между смежными RR, превосходящих 5 мсек., к общему количеству RR-интервалов в записи,

Мо - значение RR-интервалов, которое встречается наиболее часто,

Амо - доля RR-интервалов, которые соответствуют значению моды,

ИВР – индекс вариационного размаха,

ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции,

ВПР – вегетативный показатель ритма,

ИН – индекс напряжения.

Выделение специфической для стресс-реакции динамики спектральных показателей ВРС основано на положении трехкомпонентной теории

нейрохимических механизмов развития экстремальных состояний (Парин, 2001). Детектирование стресс-эпизодов (рис. 8Б) проводилось на основе анализа динамики TP (мс^2) и LF/HF (Парин и др., 2014). При стресс-эпизоде отмечается рост LF/HF и снижение TP (рис. 8А).

Фиксировались продолжительность и количество стресс-реакций за время мониторинга.

В рамках данной работы под понятием «стрессогенность» мы понимаем количество стресс-эпизодов, зарегистрированных в течение определенного контекста естественной деятельности. Виды воздействия на человека, которые приводят к появлению стресс-эпизодов, мы обозначаем как «стресс-факторы».



Рис. 8 А. Динамика LF/HF и TP при стресс-эпизоде

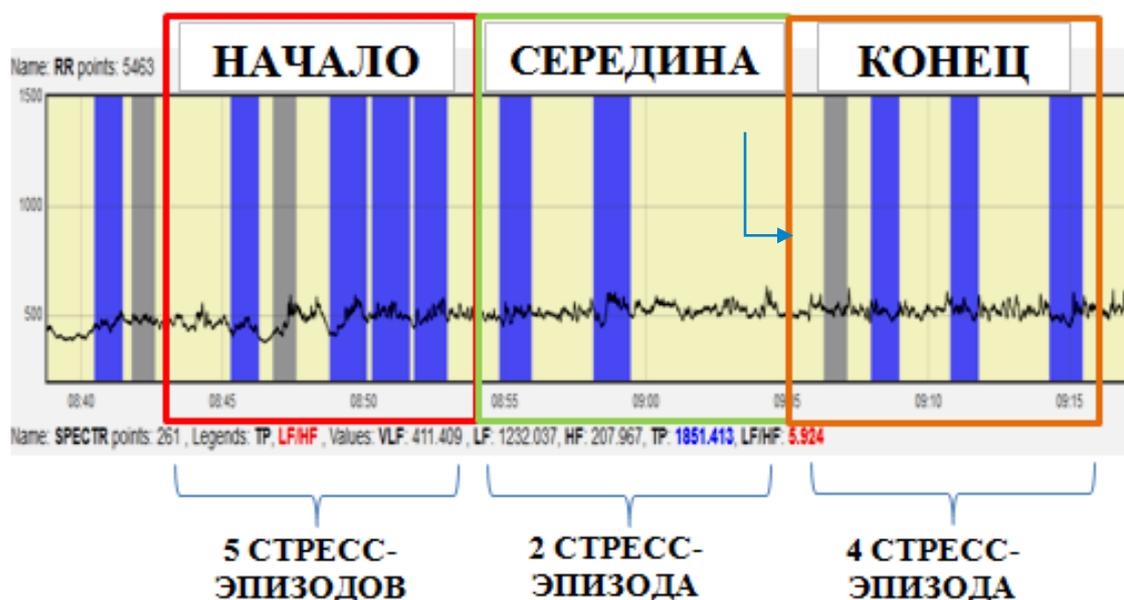


Рис. 8 Б. Разметка стресс-эпизодов на ритмограмме по разным фазам урока английского языка (начало, середина, конец)

2.3.3. Технология айтрекинга

Движения глаз регистрировались с использованием технологии айтрекинга по методу видеокулографии (Подладчикова и др., 2017). Данный метод обеспечивает максимальную точность (Жегалло, 2009; Барабанщиков, Жегалло, 2010). В работе использована установка SMI iView X Hi-Speed 1250, регистрирующая движения глаз в инфракрасном диапазоне излучения, определяющая направление взгляда, основываясь на векторе смещения между центрами зрачка и роговичного блика – так называемая система «pupil-corneal reflex».

Данная установка состоит из следующих основных элементов:

1. источника, излучающего инфракрасный свет;
2. видеокамеры, чувствительной к отражаемому от поверхности глаза инфракрасному свету.

SMI iView X Hi-Speed 1250 обеспечивает высокоскоростную регистрацию движений взора с возможностью моно-(1250 Гц) и

бинокулярной (500 Гц) съемки с точностью $0,25^{\circ}$ – $0,5^{\circ}$, разрешающей способностью менее $0,01^{\circ}$, диапазоном линейности $\pm 30^{\circ}$ по горизонтали, 30° по вертикали вверх и 45° вниз, временем задержки системы менее 2 мс.

Расстояние между монитором и глазами испытуемых составляло 75 см, размер монитора – 502 мм (37°) по горизонтали и 412 мм (30°) по вертикали. Разрешение экрана 1680x1050 px.

В экспериментах велась бинокулярная запись с частотой дискретизации 50 Гц, анализировались данные по левому глазу.

При необходимости настраивались границы съема данных, порог по диаметру зрачка и по размеру блика. Использовалась стандартная 13-точечная калибровка с погрешностью менее $0,5^{\circ}$.

Для предъявления стимулов и записи данных использовалось программное обеспечение iViewX, SMI: ExperimentSuite. Для визуализации и загрузки данных использовалось программное обеспечение SMI:BeGaze.

Из набора движений глаз исключались моргания, фиксации длительностью менее 80 мс и более 800 мс (Liversedge et al., 2016). С помощью модуля ScanPath визуализировалась траектория движения взора по каждому стимулу для каждого испытуемого (рис. 9), благодаря чему размечались временные интервалы, соответствующие срывам и переходам между строк. Таким образом, анализировались лишь прямые саккады и возвратные (регрессии).

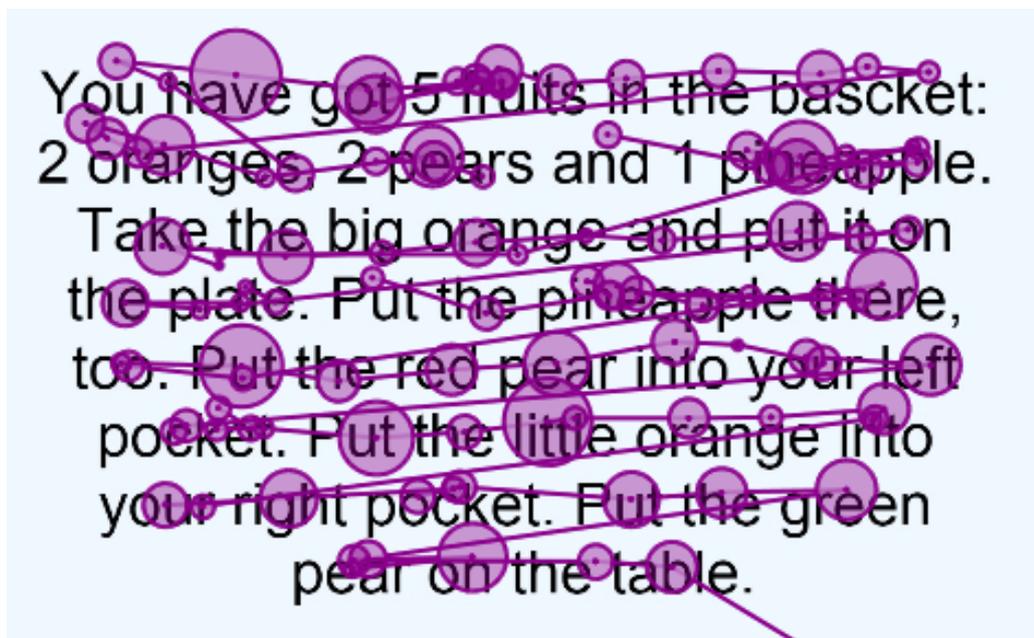


Рис. 9. Пример визуализации фиксации в модуле ScanPath

Движение взора по тексту описывалось следующими параметрами (в программном обеспечении SMI:BeGaze): Начало саккады (мс) (Saccade Start [ms]), Продолжительность саккады (Saccade Duration [ms]), Окончание саккады (Saccade End [ms]), Начальная позиция X (StartPosition X), Начальная позиция Y (StartPosition Y), Конечная позиция X (EndPosition X), Конечная позиция Y (EndPosition Y), Амплитуда (угл. ед.) Amplitude [°], Среднее ускорение (угл. ед./сек²) (Acceleration Average [°/s²]), Пиковое ускорение (угл. ед. /сек²) (Acceleration Peak [°/s²]), Пиковое замедление (угл. ед./сек²) (Deceleration Peak [°/s²]), Средняя скорость (угл. ед./сек) (Velocity Average [°/s]), Пиковая скорость (угл. ед./сек) (Velocity Peak [°/s]), Пиковая скорость в процентах (%) (Peak Velocity at [%]); Начало фиксации (мс) (Fixation Start [ms]), Продолжительность фиксации (мс) (Fixation Duration [ms]), Окончание фиксации (мс) (Fixation End [ms]), Позиция X (Position X), Позиция Y (Position Y), Средний размер зрачка по X (Average Pupil Size X), Средний размер зрачка по Y (Average Pupil Size Y), Дисперсия (Dispersion).

2.4. Методы классификации выборки по успешности освоения английского языка

1) Для оценки «полезной активности» на уроке по английскому языку использовался специальный протокол, обеспечивающий оценку успешности взаимодействия учеников на занятии, а также использования старого и нового языкового материала (Золотова и др., 2014). «Полезная активность» оценивалась по следующим критериям: 1 — Взаимодействие с учениками; 2 — Взаимодействие с учителем; 3 — Взаимодействие с группой; 4 — Уместность высказываний; 5 — Аккуратность в использовании нового материала; 6 — Быстрота использования нового материала; 7— Использование новых структур; 8 — Использование нового словаря; 9 — Аккуратность в использовании старого материала; 10 — Быстрота использования старого материала; 11 — Использование старых структур; 12 — Использование старого словаря. Критерии 1 — 3 оценивались по 3-бальной шкале, критерии 4—12 – по 5-бальной.

2) Для тестирования учеников 3 класса использовался следующий тест, составленный учителями на основе школьного учебника:

Поставь do/does, don't/doesn't

1. _____ you like cheese?
2. _____ Mary swim on Mondays?
3. Bob and Jim _____ like carrots.

Поставь have got /has got

4. I _____ a lot of sweets.
5. Bill _____ black hair.
6. Kate _____ big eyes.

Переведи на английский:

7. Я умею читать. _____
8. Я не должен смотреть телевизор сегодня. _____

Поставь правильный глагол to be:

9. He _____ at home.
10. I _____ in the park.
11. They _____ good.
12. _____ she at home?

Образуй общие вопросы из следующих предложений.

13. He has got blue eyes. _____
14. She can count. _____
15. You play tennis. _____
16. We are pupils. _____

Задай специальные вопросы со словами what where и when к следующим утверждениям:

17. Andrew lives in USA. _____
18. She likes sweets. _____
19. They have breakfast at 9 o'clock. _____

Напиши существительные во множественном числе:

20. Man _____, fox _____, dog _____, boy _____, foot _____, door _____, mouse _____,
window _____.

Переведи на английский:

21. Смотри! _____

22. Мамина сумка _____

23. Платье Кейт. _____

24. Выбери правильный вариант:

I ... meet her yesterday.

a) don't b) didn't c) am not

25. Выбери правильный вариант:

He ... his granny yesterday.

a) visited b) visits c) visit

3) Для тестирования учеников 4 класса использовался следующий тест, составленный учителями на основе школьного учебника:

1. Выберите правильный вариант ответа:

1. What is ...? a) these b) those c) this

2. What are ...? a) these b) that c) this

3. Look at ... kites! a) this b) that c) those

4. Is ... a plane? a) these b) that c) those

5. ... doll is very pretty. a) these b) that c) those

2. Выберите правильный вариант ответа:

1. Sue ... TV every morning. a) watch b) watches c) is watching

2. Jane and Claire ... in a shop. a) work b) is working c) works

3. Paul ... breakfast every day. a) eat b) is eating c) eats

4. I ... my room once a week. a) clean b) cleans c) cleanes

5. They ... like cats. a) doesn't b) don't c) aren't

6. She ... to the park every Sunday. a) go b) is going c) goes

7. Alice ... drive a car. a) can't b) hasn't c) isn't

8. Sasha ... riding every day. a) go b) goes c) going

9. I ... at 7 o'clock in the morning. a) getting b) gets up c) get up

10. My father ... me with Maths. a) helps b) help c) helping

3. Выберите правильный вариант ответа:

1. They sleep ... the afternoon. a) at b) in c) on

2. He goes to the zoo ... Sundays. a) to b) in c) on

3. He gets up ... seven o'clock. a) on b) in c) at

4. We eat our dinner ... the evening. a) on b) in c) at

5. He goes to bed ... midnight. a) on b) in c) at

6. Where is the cat? It is ... the sofa. a) at b) in c) on

7. He is going ... the bedroom. a) into b) on c) at

4. Выберите правильный вариант ответа:

1. The man ... now. a) sing b) is singing c) sings

2. Mr. Smith ... to the office. a) is walking b) walk c) are walking

3. Look! John ... his bicycle. a) riding b) is riding c) rides

4. He ... his breakfast now. a) eat b) is eating c) eats

5. Be quiet! Father ... a) sleep b) sleeps c) is sleeping

6. They ... lunch now. a) is having b) are having c) have

7. Look at them! They ... football. a) play b) plays c) are playing

8. They ... TV now. a) is watching b) watching

9. Look! Peter ... a) swims b) are swimming c) is swimming

10. The child ... now. a) playing b) plays c) is playing

5. Выберите правильный вариант ответа:

1. We ... a house. a) has got b) got c) have got

2. She ... a red dress. a) has got b) have got c) is

3. He ... lunch at 2.30. a) have got b) has got c) got

4. My sister ... two children. a) have b) have got c) has got

5. My cousins ... a dog. a) have b) have got c) has got

6. Has he got a bicycle? Yes, he ... a) hasn't b) have c) has

7. Mr. Smith ... a radio. a) haven't got b) have c) hasn't got

8. Has she got a cat? No, she ... a) has b) haven't c) hasn't

6. Выберите правильный вариант ответа:

1. Have you got ... biscuits? a) some b) any c) a

2. There isn't ... water in the bottle. a) some b) a c) any

3. I want ... flowers. a) a b) any c) some

4. Is there ... milk? a) a b) some c) any

5. There aren't ... chairs in the room. a) a b) any c) some

6. There are ... oranges. a) a b) some c) any

4) Для тестирования учеников 10 класса использовался **Тест на определение уровня: Pre-Intermediate или Intermediate?** (<http://engblog.ru/test-pre-intermediate-intermediate>)

5) Для тестирования студентов использовалась методика **Placement test** (<http://oxfordklass.com/placement-test/>).

Каждому участнику предлагается выбрать правильные ответы на 20 вопросов. Список вопросов включает 20 пунктов с четырьмя вариантами ответа: два пункта соответствовали уровню Elementary, три пункта – уровню Pre Intermediate, семь пунктов – уровню Intermediate, восемь пунктов – уровню Upper Intermediate. При анализе бланков с ответами испытуемых в первую очередь подсчитывалось количество правильных ответов на пункты уровня Elementary, затем Pre Intermediate, затем Intermediate и Upper Intermediate. В таблице 2 приведены условия присвоения уровня испытуемым в зависимости от количества правильно решенных пунктов разного уровня сложности.

6) Для определения уровня знания английского языка использовался **Test General English**, разработанный подразделением экзаменационного совета Кембриджского университета (University of Cambridge Local Examinations Syndicate). Test General English имеет пятиуровневую систему

оценки знания языка, уровни имеют перевод в Common European Frame work of Reference (CEFR) - общеевропейскую систему оценки знания иностранных языков.

Таблица 2 - Алгоритм присвоения уровня знания английского языка по результатам методики Placement Test

N	Правильно решенные задания				Присваиваемый уровень
	Elementary	Pre Intermediate	Intermediate	Upper Intermediate	
1	1–2	0–1	–	–	Elementary
2	2	2–3	0–3	–	Pre Intermediate
3	2	3	4–7	0–4	Intermediate
4	2	3	6–7	5–8	Upper Intermediate

7) В некоторых экспериментальных сериях использовалась оценка деятельности школьников на контрольном уроке по английскому языку по стандартной академической 5-ти балльной шкале.

8) Для определения уровня знания русского языка использовалась тестовая часть ЕГЭ по русскому языку, содержащая 24 вопроса.

2.5. Статистическая обработка

Для оценки отличий между физиологическими показателями и оценками за успешность освоения английского языка между группами испытуемых (при ненормальном распределении и размере выборки менее 30) использовался непараметрический критерий U Манна-Уитни; для разделения выборки на группы с разной успешностью деятельности на уроке и практическом занятии по английскому языку применялась кластеризация методом К-средних.

Для оценки влияния фактора успешности деятельности на занятии по английскому языку, фактора направленности подготовки в ВУЗе на психофизиологические показатели использовался однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ, апостериорный анализ по критерию Фишера.

Для оценки связи между переменными использовался критерий ранговой корреляции Спирмена.

2.6. Дизайны исследования

Общий дизайн исследования физиологических факторов успешности освоения английского языка предполагал мониторинг функциональной межполушарной асимметрии до и после урока (теста) и/или вариабельности ритма сердца до, в процессе и после урока (теста) по английскому языку, а также фиксацию успешности (рис. 10).

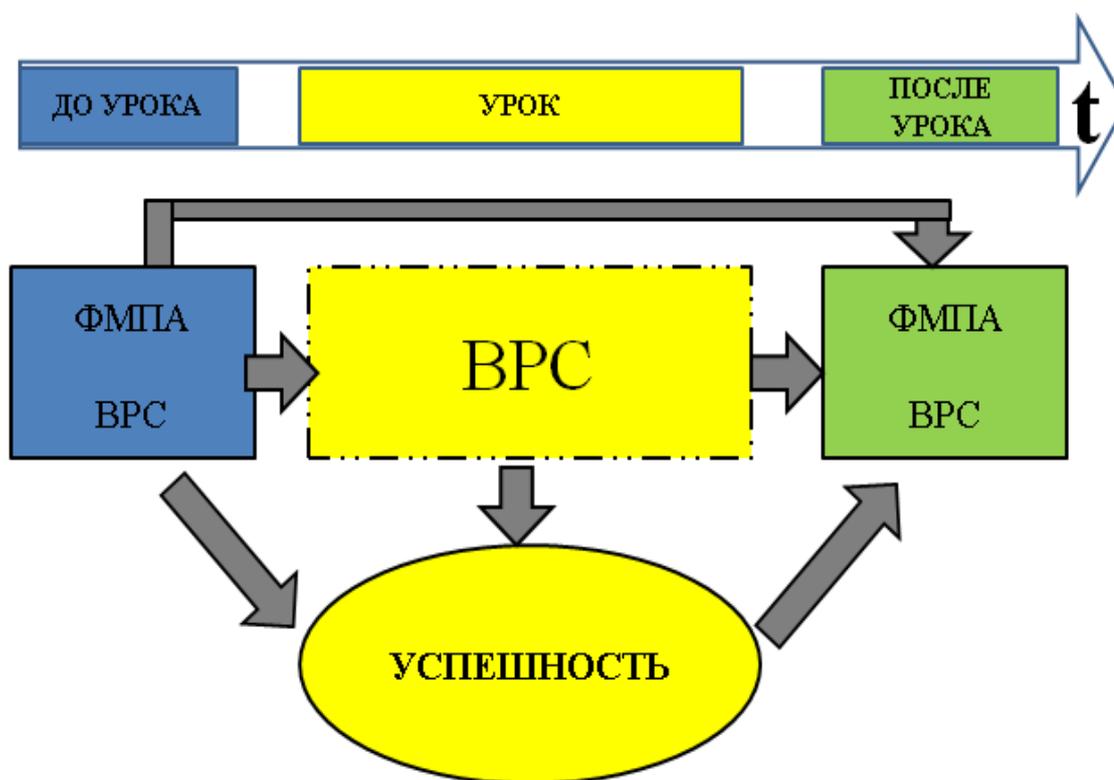


Рис. 10. Общий дизайн исследования физиологических факторов успешности процесса освоения английского языка

Общий дизайн исследования биологических индикаторов (биомаркеров) успешности результата освоения английского языка включал в себя оценку результата освоения английского языка посредством тестирования, измерение траектории движения взора при работе с текстами на русском и английском языке (рис. 11).



Рис. 11. Общий дизайн исследования биомаркеров успешности результата освоения английского языка

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

**3.1. Особенности ФМПА как когнитивного фактора готовности к
успешному освоению английского языка русскоязычными
школьниками и студентами**

**3.1.1 Особенности ФМПА как фактора готовности к успешному
освоению английского языка русскоязычными школьниками**

Экспериментальная серия 1.

Дизайн исследования:

Для исследования связи между параметрами звуколокализационной функции и успешностью освоения английского языка на уроке было обследовано 26 испытуемых. В выборку вошли ученики 3-го класса школы г. Дзержинска (из них 9 мальчиков и 17 девочек) в возрасте от 9 до 10 лет. Все дети имеют хорошую успеваемость (четвертные оценки 4-5).

В начале испытуемые проходили обследование методом компьютерной латерометрии. Затем дети шли на урок по английскому языку продолжительностью 45 минут. Во время урока учитель фиксировал баллы учеников в протоколе (Золотова и др., 2014). После окончания урока дети повторно проходили обследование методом компьютерной латерометрии.

Результаты:

**1. Группы учеников с разной степенью успешности выполнения
заданий на уроке английского языка**

С целью выделения групп школьников с разным уровнем успешности работы на уроке английского языка был проведен кластерный анализ. В итоге было выделено 3 кластера: в первый вошло 6 школьников, во второй – 7, в третий – 13.

На рисунке 12 представлены средние значения показателей работы на уроке по английскому языку для трех кластеров.

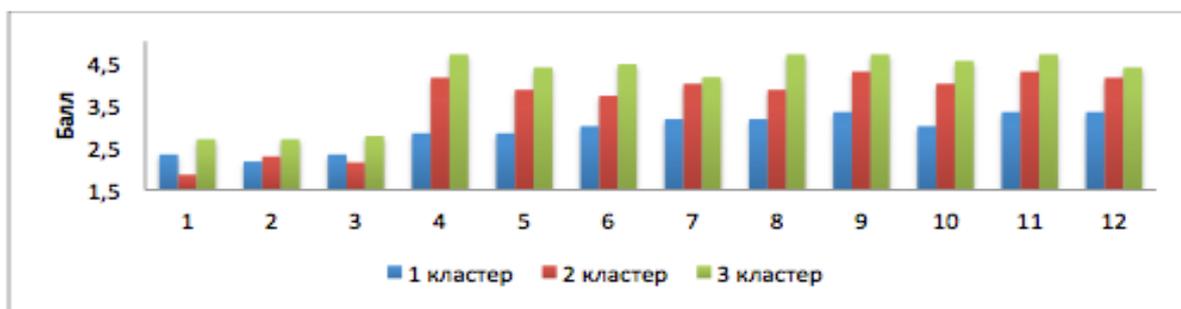


Рис. 12. Средние значения баллов за урок по английскому языку по 12 параметрам*

* 1 — Взаимодействие с учениками; 2 — Взаимодействие с учителем; 3 — Взаимодействие с группой; 4 — Уместность высказываний; 5 — Аккуратность в использовании нового материала; 6 — Быстрота использования нового материала; 7 — Использование новых структур; 8 — Использование нового словаря; 9 — Аккуратность в использовании старого материала; 10 — Быстрота использования старого материала; 11 — Использование старых структур; 12 — Использование старого словаря.

Как видно из рисунка 12, наиболее отличаются по баллам за урок по английскому языку кластеры 1 и 3. У представителей кластера 3 наивысшие баллы за все показатели, а у школьников из третьего кластера наименьшие баллы по всем параметрам, кроме «Взаимодействие с учениками» и «Взаимодействие с группой» (по данным показателям наименьшие средние баллы у кластера 2). На рисунке 13 представлены средние значения по показателям активности на уроке, баллы по которым достоверно отличаются у учеников 1 и 3 кластера (U-критерий).

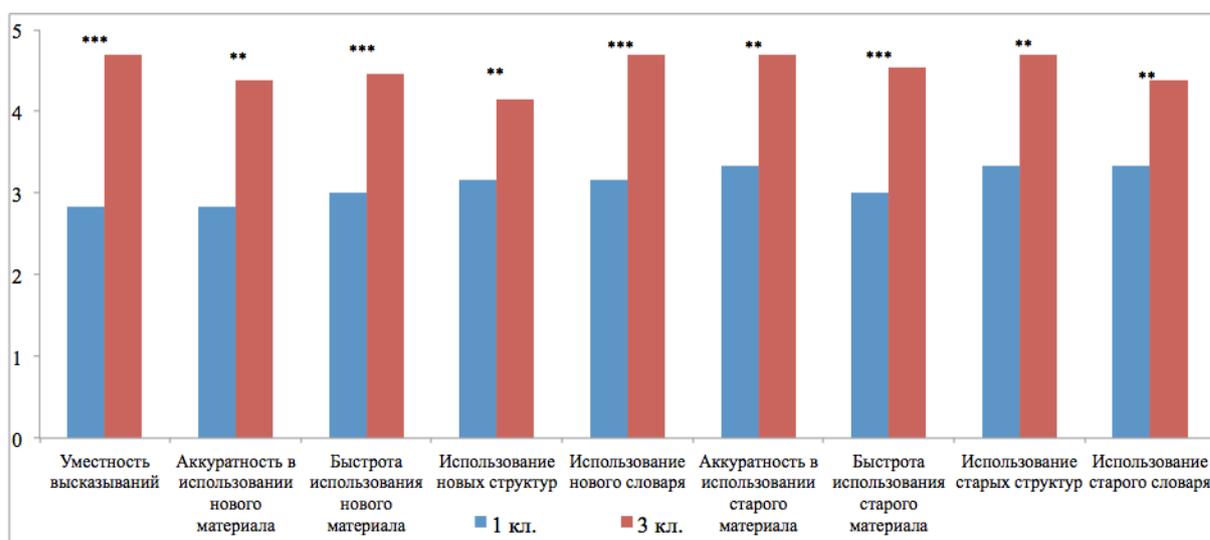


Рис. 13. Значения средних для кластеров 1 и 3 по показателям активности на уроке английского языка

Таким образом, мы можем назвать школьников из кластера 3 наиболее успешными при работе на уроке английского языка, а из кластера 1 – наименее успешными.

2. Связь исходной ФМПА и оценок за урок по английскому языку

Был проведен анализ отличий в показателях латерометрии между группой мальчиков и девочек для проверки наличия возможного влияния неравного количества детей разного пола на результаты исследования. В ходе статистической обработки было выявлено, что значимые различия между группами мальчиков и девочек отсутствуют ($p > 0,32$). Таким образом, в рамках данного исследования фактор пола не оказал влияние на асимметрию межполушарных отношений.

По формулам 1-3 были высчитаны коэффициенты ФМПА для каждого ученика. На рисунке 14 представлены данные о ФМПА учеников из кластеров 1 и 3 по показателю $\Delta t \text{ min}$.

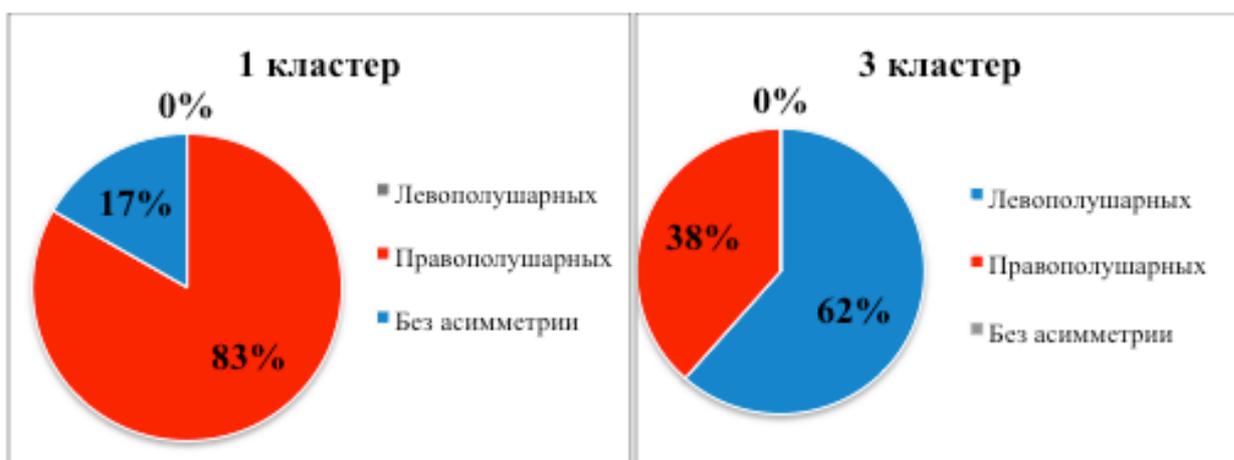


Рис. 14. Распределение учеников, входящих в кластеры 1 и 3, по ФМПА до урока

Было получено, что доля учеников с левополушарной доминантностью в 1 кластере составляет лишь 17%, в то время как в 3 кластере их доля составляет 62%. Таким образом, среди учеников, наиболее успешно справившихся с заданиями на уроке английского языка, у абсолютного

большинства доминирует левое полушарие. В то же время, у менее успешных учеников доминирует преимущественно правое полушарие.

Также при сравнении показателей латерометрии у кластеров 1 и 3 было выявлено, что у учеников из кластера 3 (наиболее успешных) достоверно выше значение $\Delta t \min L$ ($U=10$, $p<0.05$), что свидетельствует о меньшей лабильности правого полушария. У более успешных учеников также наблюдаются меньшие значения по показателю A_{\min} ($U=16,5$, $p<0,05$), что подтверждает, что у них более выражена левополушарная ФМПА, чем у менее успешных учеников.

3. Связь оценок за урок по английскому языку и ФМПА после занятия

На рисунке 15 представлены данные о ФМПА кластеров 1 и 3 по показателю $\Delta t \min$ после урока по английскому языку.

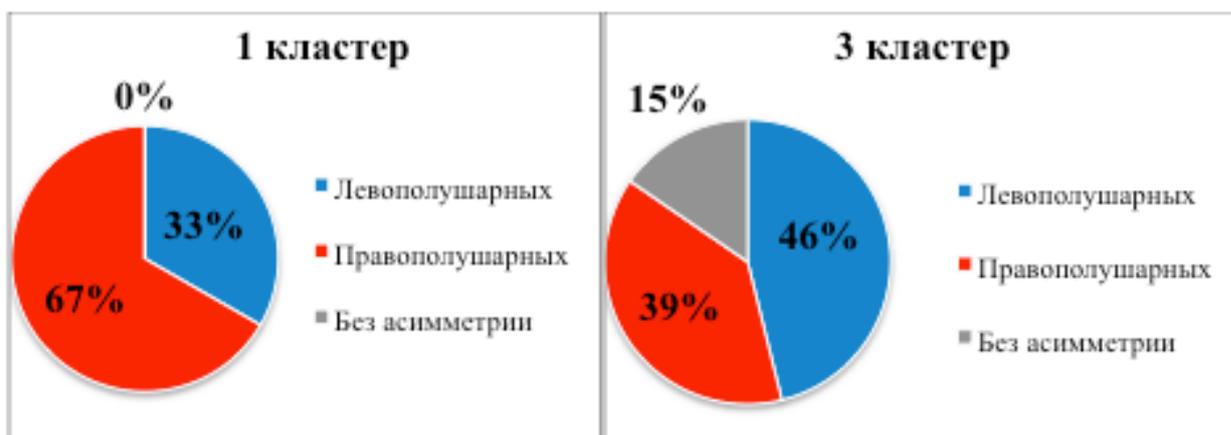


Рис. 15. Распределение учеников, входящих в кластеры 1 и 3, по ФМПА после урока по английскому языку

Выявлено, что доля учеников с левополушарной доминантностью после урока в 1 кластере составляет 33%, в 3 кластере их доля составляет 46%. Таким образом, среди учеников, наиболее успешно справившихся с заданиями на уроке английского языка, у большинства после занятия доминирует левое полушарие. В то же время, у менее успешных учеников доминирует преимущественно правое полушарие (как и до урока).

4. Связь оценок за урок по английскому языку и динамики ФМПА

до и после занятия

Для оценки динамики ФМПА до и после урока по английскому языку использовался коэффициент, который рассчитывался, как разница между показателем латерометрии ПОСЛЕ урока и ДО урока, деленная на их сумму. В таблице 3 отражены найденные достоверные отличия в этих коэффициентах между 1 и 3 кластерами.

Таблица 3 – Средние значения коэффициентов для кластеров 1 и 3 по показателям латерометрии, значения U-критерия и значения p при сравнении двух кластеров

	Коэффициент $\Delta t \text{ minL}$	Коэффициент $\Delta t \text{ rashL}$
1 кл.	0,175	0,052
3 кл.	-0,021	-0,102
U	0,016	0,009
p	0,018	0,007

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что для наиболее успешных учеников характерно уменьшение показателей $\Delta t \text{ minL}$ и $\Delta t \text{ rashL}$ к концу урока, а для наименее успешных учеников характерно увеличение $\Delta t \text{ minL}$ и $\Delta t \text{ rashL}$. Таким образом, у учеников, получивших максимальные баллы за урок по английскому языку, повышается лабильность и снижается устойчивость правого полушария при выполнении языковых заданий, а у учеников, получивших низкие баллы, снижается лабильность и повышается устойчивость правого полушария.

Этот результат позволяет предположить, что на функциональное состояние представителей 1 и 3 кластера по-разному влияет нагрузка на уроке английского языка. Возможно, показатели ФМПА менее успешных учеников только к концу урока приближаются к показателям более успешных. Если предположить, что нагрузка была оптимальной для представителей 3 кластера, и что исходная ФМПА была также оптимальной для приобретения и отработки иноязычных речевых навыков, то встает

проблема поиска оптимального функционального состояния для работы на уроке по английскому языку и для учеников, попавших в кластер 1. Вероятно, посещение второго урока английского языка (сразу после первого) было бы максимально эффективно для представителей кластера 1, так как только после языковой деятельности на первом уроке, их функциональное состояние стало оптимальным для приобретения иноязычных навыков.

Экспериментальная серия 2.

Дизайн исследования:

Для исследования связи между параметрами звуколокализационной функции и успешностью выполнения теста по английскому языку было обследовано 19 испытуемых. В выборку вошли ученики 3-го класса школы г. Дзержинска (из них 10 мальчиков и 9 девочек) в возрасте от 9 до 10 лет. Все дети имеют хорошую успеваемость (четвертные оценки 4-5).

До тестирования испытуемые проходили обследование методом компьютерной латерометрии. Использовался итоговый тест по английскому языку на основе базового школьного учебника. Выборка школьников была разделена на 3 группы в зависимости от результатов тестирования:

- низкий уровень – 2-5 баллов (6 человек)
- средний уровень – 6-7 баллов (7 человек)
- высокий уровень – 8-12 баллов (6 человек)

Результаты:

1. Связь исходной ФМПА и баллов за тест по английскому языку

По формулам 1-3 (с. 54) были высчитаны коэффициенты ФМПА для каждого ученика. На рисунке 16 представлены данные о ФМПА по показателю Δt_{max} у учеников с низкой и высокой степенью успешности решения теста.

Было выявлено, что доля учеников с левополушарной доминантностью в группе с низкой успешностью решения теста составляет лишь 17%, в то время как в группе успешных их доля составляет 67%. Таким образом, среди учеников, наиболее успешно справившихся с заданиями теста, у абсолютного

большинства доминирует левое полушарие. В то же время, у менее успешных учеников доминирует преимущественно правое полушарие.

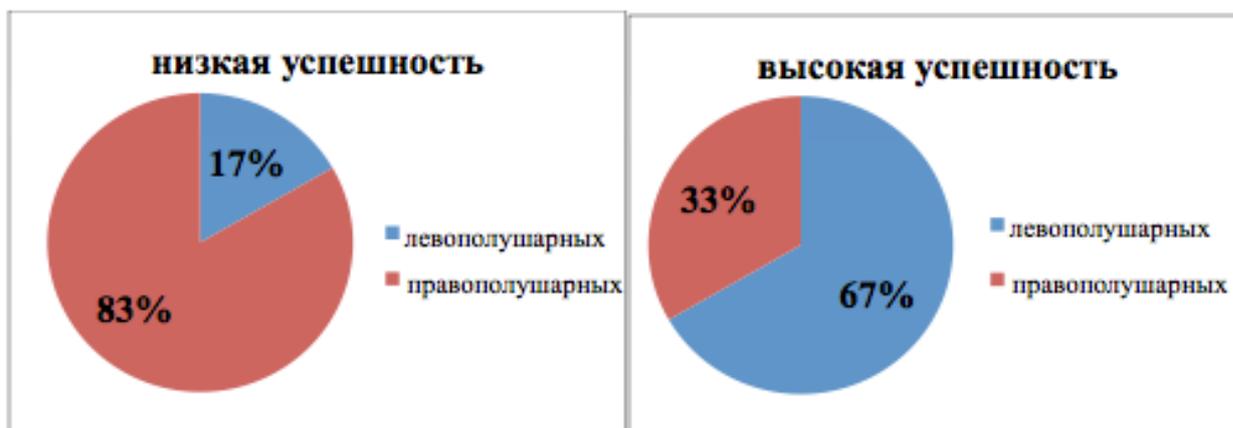


Рис. 16. Распределение учеников с высокой и низкой успешностью решения теста по ФМПА до теста

2. Физиологические факторы готовности к успешному решению теста

Далее мы провели кластерный анализ методом К-средних с целью выделить кластеры, которые:

1. максимально отличаются по итоговому баллу по английскому языку,
2. отличаются по максимальному количеству показателей ЗЛФ.

В итоге кластерного анализа было получено 4 кластера. На основе вышеуказанных критериев были выделены 3 и 1 кластеры, которые достоверно отличаются по итоговому баллу по английскому языку, а также по четырем параметрам латерометрии (рис. 17). Средний балл за тест в кластере 1 – 6,33, а в кластере 3 – 11 ($p < 0,05$). Таким образом, ученики в кластере 3 были обозначены как «успешные», а в кластере 1 – «неуспешные».

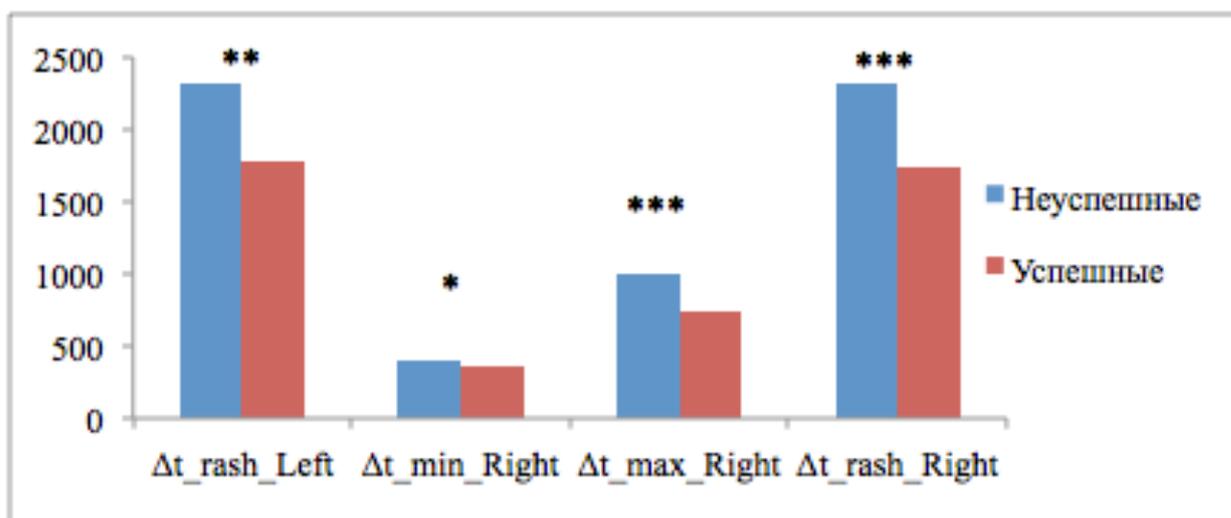


Рис. 17. Значения базовых показателей латерометрии, достоверно отличающиеся у успешных и неуспешных учеников

Итак, мы приходим к выводу, что представители третьего кластера находились в оптимальном функциональном состоянии для решения лингвистических задач на английском языке. У успешных учеников ниже показатели Δt_{rash_Left} ($p < 0,01$), Δt_{min_Right} ($p < 0,05$), Δt_{max_Right} ($p < 0,001$), Δt_{rash_Right} ($p < 0,001$).

На основании данных результатов можно выделить физиологические факторы готовности к успешному решению теста по английскому языку в начальной школе: низкая устойчивость правого и левого полушария, высокие лабильность, возбудимость левого полушария.

Экспериментальная серия 3.

Дизайн исследования:

Для исследования связи между параметрами звуколокализационной функции и успешностью освоения английского языка на уроке было обследовано 26 испытуемых. В выборку вошли ученики 10-го класса школы г. Дзержинска (из них 9 мальчиков и 17 девочек) в возрасте от 16 до 17 лет.

До тестирования испытуемые проходили обследование методом компьютерной латерометрии. Использовался «Тест на определение уровня:

Pre-Intermediate или Intermediate?». Выборка учеников была разделена на 3 группы в зависимости от успешности решения теста:

1. низкий уровень – 2-6 баллов (4 человека);
2. средний уровень – 7-10 баллов (9 человек);
3. высокий уровень – 13-19 баллов (9 человек).

Результаты:

1. Связь исходной ФМПА и баллов за тест по английскому языку

По формулам 1-3 были высчитаны коэффициенты ФМПА для каждого ученика. На рисунке 18 представлены данные о ФМПА по показателю Δt_{\min} у учеников с низкой и высокой степенью успешности решения теста.



Рис. 18. Распределение учеников с высокой и низкой успешностью решения теста по ФМПА до теста

Было установлено, что в группе с низкой степенью успешности решения теста доля лево- и правополушарных учеников одинакова, в то время как в группе успешных доля левополушарных составляет 78%. Таким образом, среди учеников, наиболее успешно справившихся с заданиями теста, у абсолютного большинства доминирует левое полушарие.

2. Физиологические факторы готовности к успешному решению теста

Мы провели кластерный анализ методом К-средних с целью выделить кластеры, которые:

1. максимально отличаются по итоговому баллу по английскому языку,
2. отличаются по максимальному количеству показателей ЗЛФ.

В итоге кластерного анализа было получено 3 кластера. На основе вышеуказанных критериев были выделены 3 и 1 кластеры, которые достоверно отличаются по итоговому баллу по английскому языку, а также по трем параметрам латерометрии (рис. 19). Средний балл за тест в кластере 1 – 8,57, а в кластере 3 – 12,55 ($p < 0,01$). Таким образом, ученики в кластере 3 были обозначены как «успешные», а в кластере 1 – «неуспешные».

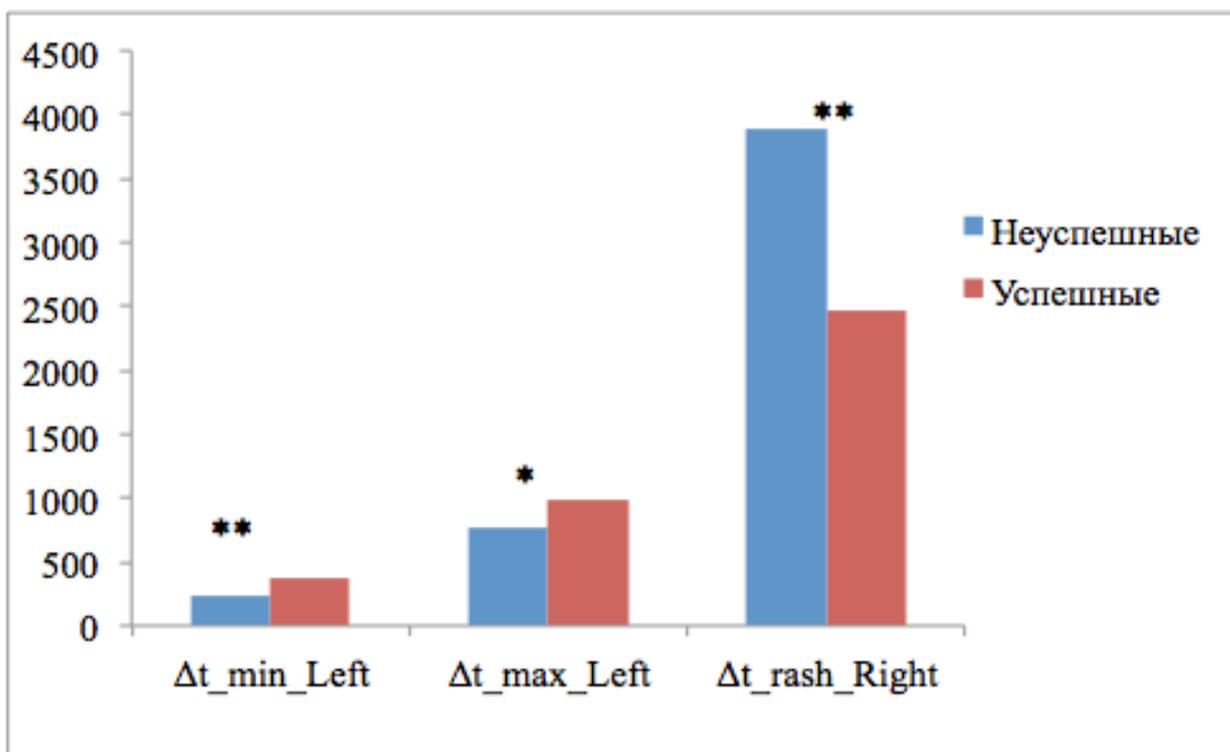


Рис. 19. Значения базовых показателей латерометрии, достоверно отличающиеся у успешных и неуспешных учеников

Можно прийти к заключению, что представители третьего кластера находились в оптимальном функциональном состоянии для решения лингвистических задач на английском языке. У успешных учеников выше

показатели Δt_{\min_Left} ($p < 0,01$), Δt_{\max_Left} ($p < 0,05$), ниже $\Delta t_{\text{rash_Right}}$ ($p < 0,01$).

На основании данных результатов можно выделить физиологические факторы готовности к успешному решению теста по английскому языку в начальной школе: низкая лабильность и возбудимость правого полушария и низкая устойчивость левого полушария.

3.1.2. Особенности ФМПА как фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными студентами

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 21 студент 2-го курса, обучающиеся в Нижегородском государственном лингвистическом университете по специальности «Теория и методика преподавания иностранного языка». Измерение ФМПА методом латерометрии проводилось у каждого студента до и после занятия по английскому языку. В процессе занятия преподаватель оценивал «полезную активность» каждого студента с помощью протокола (Золотова и др., 2014).

Результаты:

1. Группы студентов с разной степенью успешности выполнения заданий на занятии по английскому языку

С целью выделения групп студентов с разным уровнем успешности работы на занятии по английскому языку был проведен кластерный анализ. В итоге было выделено 2 кластера: в первый вошло 12 студентов, во второй – 9.

На рисунке 20 представлены средние значения по показателям активности на занятии по английскому языку, баллы по которым достоверно отличаются у учеников 1 и 2 кластера (U-критерий, $p < 0,05$).

Таким образом, мы можем назвать студентов из кластера 1 наиболее успешными при работе на занятии по английскому языку, а из кластера 2 – наименее успешными.

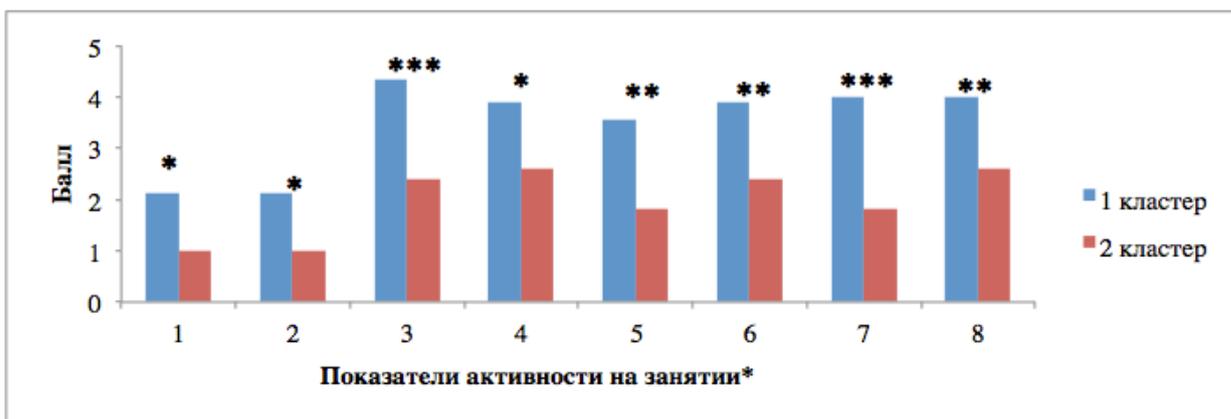


Рис. 20. Средние значения баллов за урок по английскому языку по 12 параметрам

* 1- Взаимодействие с учениками; 2- Взаимодействие с группой; 3 - Уместность высказываний; 4 - Аккуратность в использовании нового материала; 5 - Использование новых структур; 6 - Использование нового словаря; 7 - Аккуратность в использовании старого материала; 8 -Быстрота использования старого материала

2. Связь исходной ФМПА и оценок за занятие по английскому языку

По формулам 1-3 были высчитаны коэффициенты ФМПА для каждого студента. На рисунке 21 представлены данные о ФМПА учеников из кластеров 1 и 2 по показателю Δt_{max} .



Рис. 21. Распределение студентов, входящих в кластеры 1 и 2, по ФМПА до занятия

Результаты по выборке студентов показали, что ФМПА не связана с успешностью освоения английского языка, что может быть связано с особым контекстом – освоение английского языка на профессиональном уровне.

Таким образом, наличие выраженной межполушарной асимметрии до занятия не является фактором успешности в данном контексте (в отличие от группы школьников).

Поскольку представители первого кластера относятся к успешным студентам, то можно полагать, что они находились в оптимальном функциональном состоянии для решения лингвистических задач на английском языке. Мы сопоставили значения базовых показателей латерометрии до занятия по английскому языку у успешных (1 кластер) и неуспешных (2 кластер) студентов (рис. 22).

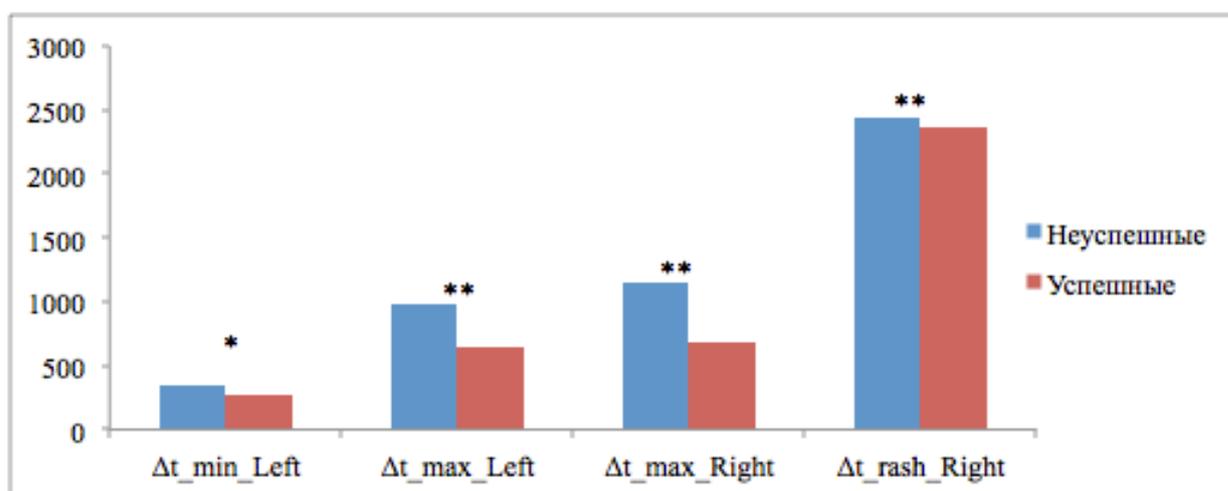


Рис. 22. Значения базовых показателей латерометрии, достоверно отличающиеся у успешных и неуспешных студентов

У успешных студентов ниже показатели Δt_{\min_Left} ($p < 0,05$), Δt_{\max_Left} ($p < 0,01$), Δt_{\max_Right} ($p < 0,01$), Δt_{rash_Right} ($p < 0,01$).

На основании данных результатов можно выделить физиологические факторы готовности к успешной работе на занятии по английскому языку: высокие лабильность, возбудимость и низкая устойчивость правого полушария, низкая устойчивость левого полушария.

3. Связь оценок за урок по английскому языку и ФМПА после занятия

На рисунке 23 представлены данные о ФМПА кластеров 1 и 2 по показателю Δt_{max} после занятия по английскому языку.



Рис. 23. Распределение студентов, входящих в кластеры 1 и 2, по ФМПА после урока по английскому языку

Таким образом, после занятия по английскому языку увеличилась доля правополушарных студентов в кластере успешных с 42% до 75%.

4. Связь оценок за занятие по английскому языку и динамики ФМПА до и после занятия

Были сопоставлены значения базовых показателей латерометрии до и после занятия по английскому языку у успешных и неуспешных студентов. Было обнаружено, что для успешных студентов более характерно уменьшение порогов по показателям Δt_{max_Left} , Δt_{rash_Left} , Δt_{min_Right} , Δt_{rash_Right} (рис. 24).

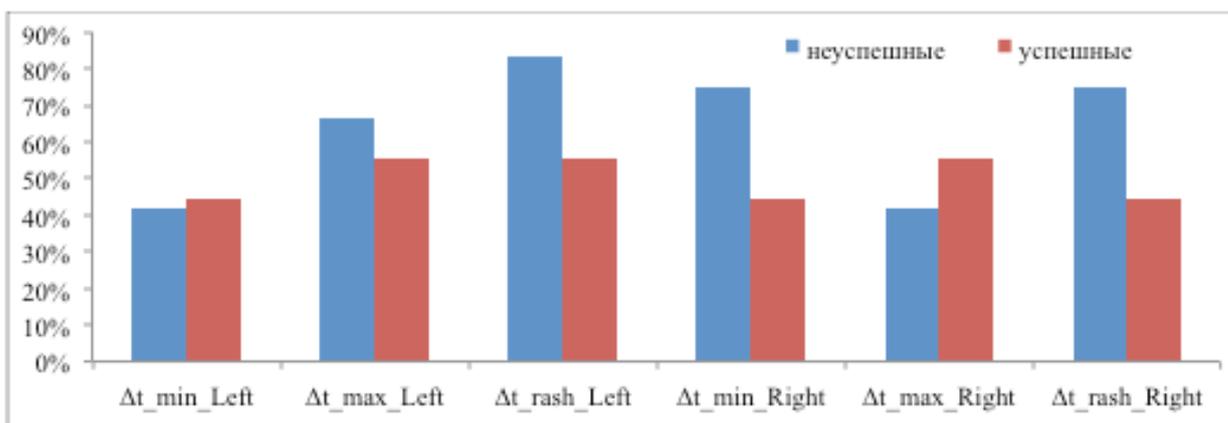


Рис. 24. Доля студентов, у которых произошло уменьшение значений базовых показателей латерометрии

3.1.3. Обсуждение

Тесная связь некоторых базовых показателей латерометрии и успешности освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами говорит о возможности соотнесения разных аспектов языковой компетенции (лингвистического уровня владения языком; подразумевающего знание и владение грамматической и словарной сторонами языка) (Михальченко, 2006) с различными мозговыми структурами.

Выявленное влияние исходной функциональной межполушарной асимметрии на баллы за урок по английскому языку говорит о доминировании левого полушария как о биомаркере оптимального функционального состояния для освоения английского языка русскоязычными школьниками. Эти данные согласуются с полученными ранее Т.В. Черниговской о том, что при угнетении правого полушария иностранная речь находится в наиболее благоприятных условиях, чем родная (Черниговская и др., 1982). Кроме того, наши данные согласуются с выводами Б.С. Котик о том, что при школьном методе освоения иностранного языка левое полушарие принимает в процессе более активное участие, чем правое (Котик, 1977).

Исследовав функциональное состояние мозга на разных этапах освоения английского языка, мы выявили биомаркеры оптимального состояния для успешного освоения. Левополушарный профиль асимметрии оптимален для освоения английского языка на школьном этапе. Низкая устойчивость левого полушария обеспечивает преимущество в освоении на всех этапах, включая студенческий (табл. 4).

Таблица 4 - Функциональное состояние мозга на разных этапах освоения английского языка

	Асимметрия при успешности	Маркеры оптимального состояния	
		Показатели левого полушария	Показатели правого полушария
Начальная школа	левополушарная	низкая устойчивость высокая лабильность, высокая возбудимость	-
Старшая школа	левополушарная	низкая устойчивость	низкая лабильность, низкая возбудимость, низкая устойчивость
Студенты	не выявлена	высокая возбудимость, низкая устойчивость	высокая лабильность, высокая возбудимость

Как показывают литературные данные (Полевая, 2009), возможно приблизительное определение отдельных модулей, которые ответственны за три эффекта феномена предшествования (слитность, доминирующая латерализация и эхо) и пороговые характеристики движения иллюзорного пространственного образа при дихотической стимуляции (Δt_{min} , Δt_{max} , Δt_{rash} .) – табл. 5.

Мы выявили, что низкая устойчивость левого полушария является фактором готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными студентами и школьниками. Также показано, что в формировании двух пространственных образов из двух пространственно разобщенных источников звука принимают участие нейронные механизмы

осознанной перцепции, достаточно инвариантные к физическим особенностям стимулов (Полевая, 2009).

Таблица 5 - Референтные модули для порогов латерализации пространственного звукового образа

Пороги латерализации и пространственного звукового образа	Характеристики когнитивных и нейронных репрезентаций			Отделы слуховой системы
	Интерауральные задержки (мкс)	Количество и локализация звуковых образов	Компоненты слухового вызванного потенциала	
Δt_{min}	100 – 500	один центр межушной дуги	волна V коротколатентного комплекса	Стволовые отделы
Δt_{max}	600 – 1000	один максимальная латерализация со стороны опережающего сигнала	N1 длиннолатентного комплекса	Слуховая кора
Δt_{rash}	1000 - 7000	два максимальная латерализация справа и слева	N1, P2 и поздний ответ длиннолатентного комплекса	Лобная, теменная, затылочная кора

Следовательно, основываясь на этих положениях и на данных таблицы 5, мы можем полагать, что быстрые нейронные ответы на интерауральные задержки в структурах левого полушария (лобная, теменная и затылочная кора) предопределяют оптимальное функциональное состояние для освоения английского языка вне зависимости от возраста.

В то же время, наши данные свидетельствует о возрастных отличиях связи режимов работы мозга и успешности освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками.

Если в школьном возрасте левополушарная доминантность является фактором готовности к успешному освоению английского языка, то в

студенческого возрасте такого эффекта не выявлено. Эти результаты можно объяснить на основе нейроонтогенетической модели (Boles et al., 2008): эффективность функций, латерализирующихся до 5 лет и после 11 лет прямо пропорционально связана со степенью асимметрии, а функций, латерализирующихся с 5 до 11 лет – обратно пропорционально.

В нашем исследовании выявлено, что фактор асимметрии оказывается не влияющим на успешность освоения английского языка русскоязычными студентами, что можно объяснить тем, что на этапе профессионального изучения английского языка необходима активизация самых разных лингвистических функций (формируемых на разных этапах онтогенеза).

Результаты данного блока исследований опубликованы в работах: (Демарева, 2011абв; Демарева, 2012; Demareva & Polevaya, 2012ab; Демарева, Полевая, 2013; Demareva & Polevaya, 2014; Демарева и др., 2014бгв; Демарева, Костенкова, 2015; Демарева, Серова, 2015аб; Демарева и др., 2015б).

3.2. Вегетативные факторы готовности к успешному освоению английского языка и успешности процесса освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками

3.2.1. Особенности вариабельности ритма сердца как вегетативного фактора готовности к успешному освоению английского языка и как фактора успешности процесса освоения английского языка школьниками

Экспериментальная серия 1.

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 16 учеников 4-го класса школы с углубленным изучением английского языка.

Для сбора данных о динамике функционального состояния школьника на уроке английского языка и при тестировании проводилось непрерывное измерение сердечного ритма с помощью технологии событийно-связанной телеметрии (Полевая и др., 2016). Для оценки «полезной активности» на уроке по английскому языку (контекст «урок») использовался специальный протокол, обеспечивающий оценку успешности взаимодействия учеников на занятии, а также использования старого и нового языкового материала (Золотова и др., 2014). Также в контексте «тест» использовался тест, составленный на основе базового школьного учебника.

Результаты:

1. Влияние исходного состояния вегетативной нервной системы на успешность процесса освоения английского языка

На первом этапе был проведен кластерный анализ с целью разделения выборки школьников на разные группы в зависимости от успешности деятельности на уроке английского языка. Выборка разделилась на 3 кластера. В 3 кластер (6 человек) вошли ученики, у которых выше баллы по 9 параметрам, чем у учеников из 2 кластера (7 человек) (U-критерий, $p < 0,05$). У учеников из 3 кластера (3 человека) баллы по 3 показателям выше, чем у учеников из 2 кластера. Таким образом, ученики, попавшие в третий кластер,

были обозначены как «успешные», ученики из второго кластера – как «неуспешные», ученики из третьего кластера – как «условно успешные».

На рисунке 25 представлены средние значения по показателям активности на уроке английского языка, баллы по которым достоверно отличаются у учеников 1 и 2 кластера (U-критерий, $p < 0,05$).

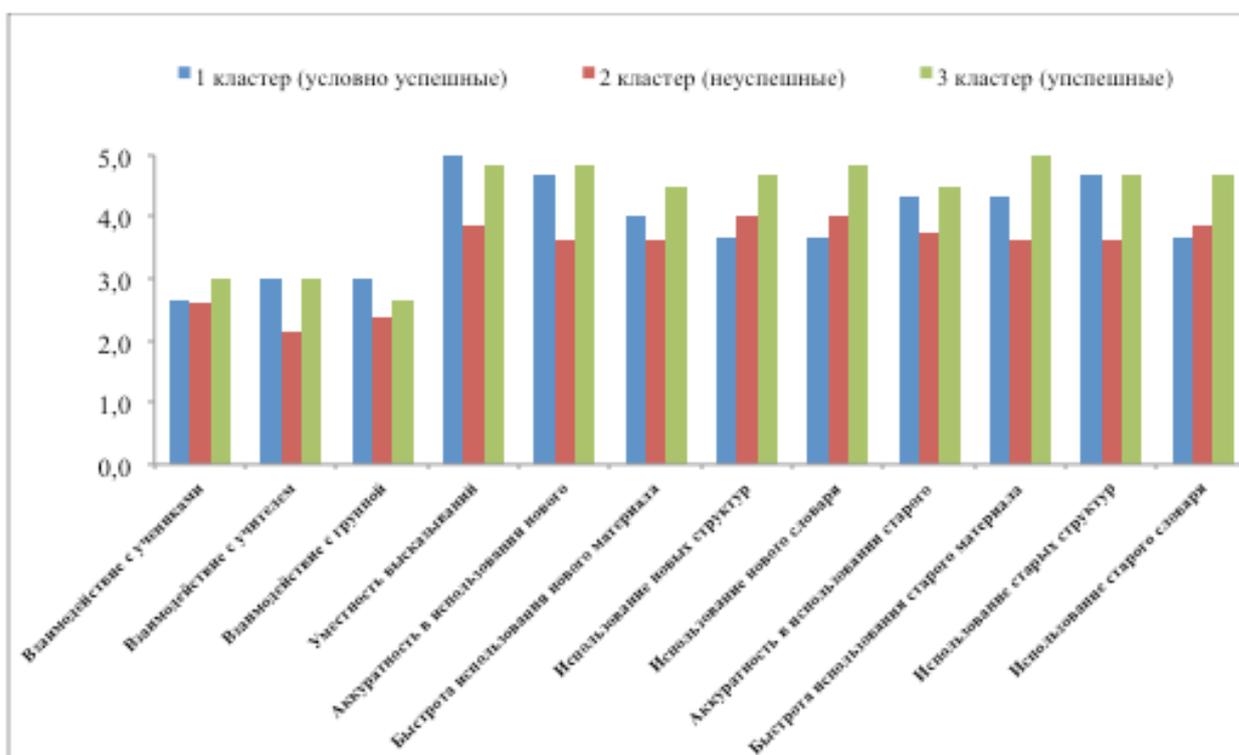


Рис. 25. Значения показателей активности на уроке английского языка у трех кластеров

Далее сравнивались значения статистических и геометрических показателей вариабельности ритма сердца за 5 минут до начала урока у успешных (3 кластер) и неуспешных (2 кластер) учеников.

Оказалось, что значение показателя ПАПР достоверно выше у успешных учеников, чем у неуспешных (U-критерий, $p < 0,05$) (рис. 26).

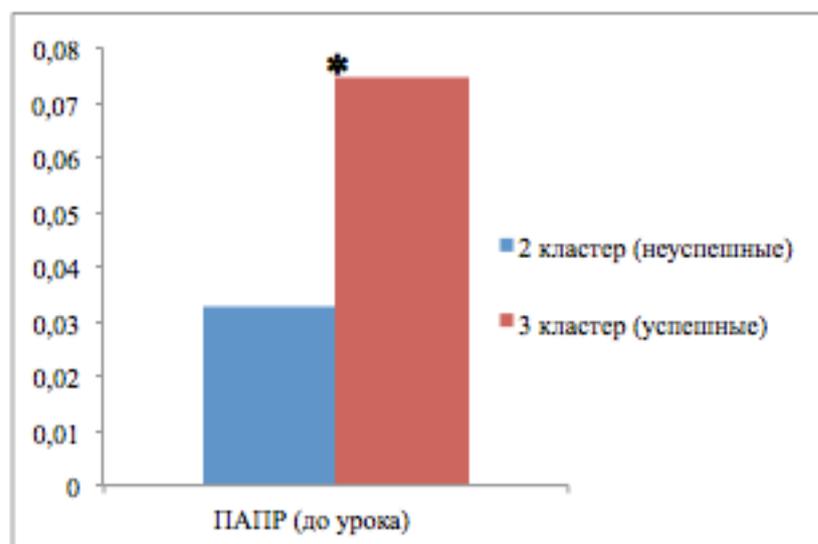


Рис. 26. Средние значения показателя ПААП у успешных и неуспешных учеников

ПААП (показатель адекватности процессов регуляции) – отношение амплитуды моды к моде ($ПААП = A_{Mo}/Mo$). Данный показатель отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла.

2. Распределение стресс-эпизодов в течение урока

На втором этапе проводился анализ распределения стресс-эпизодов в течение урока – табл.6.

Таблица 6 – Количество стресс-эпизодов по фазам урока

фаза урока	время	количество стресс-эпизодов
начало	0-15 мин.	6,1
середина	15-30 мин.	3,1
конец	30-45 мин.	3,6

Было выявлено, что фактор времени урока значимо влияет на распределение стресс-эпизодов ($F(2, 45)=19.983, p<0,001$): начало урока является наиболее стрессогенной фазой, а также в середине урока стресс-эпизодов меньше, чем в конце урока (FisherLSD, $p<0,001$).

3. Влияние стрессогенности урока на успешность освоения английского языка

На третьем этапе оценивалась связь между количеством стресс-эпизодов на уроке и успешностью деятельности на уроке.

Проводилась кластеризация методом К-средних для разделения выборки учеников по параметрам стрессогенности урока (количество стресс-эпизодов и доля времени стресс-реакций на уроке). В итоге выборка была разделена на 2 кластера: в первый кластер вошли 7 учеников, у которых меньше количество стресс-эпизодов (N_{st}) и меньшая доля времени стресс-реакций, чем у 8 учеников, попавших во второй кластер (U-критерий, $p < 0,05$) –рис. 27.

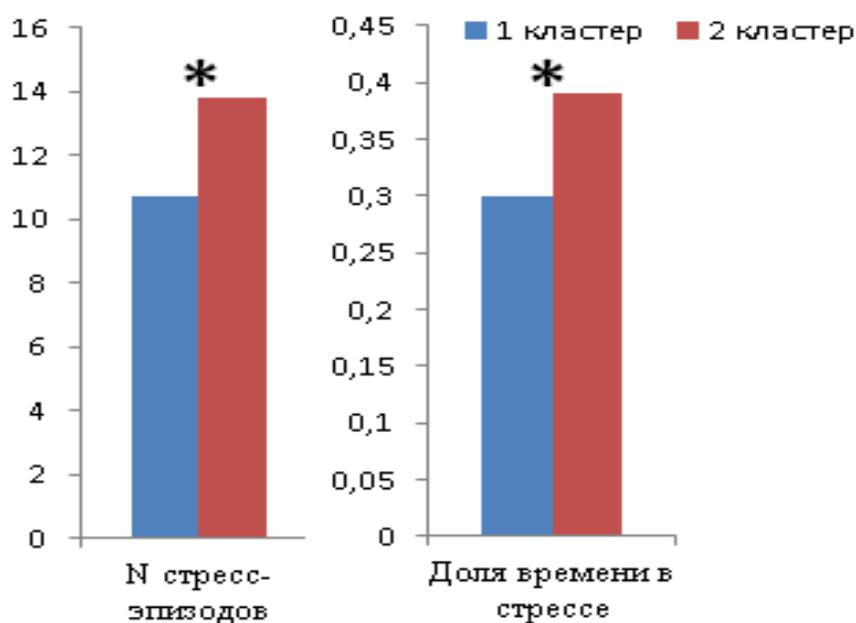


Рис. 27. Количество стресс-эпизодов и доля времени стресс-реакций на уроке у учеников из 1 и 2 кластера

1 кластер был обозначен как кластер с «низкой стрессовой нагрузкой», а 2 – как кластер с «высокой стрессовой нагрузкой».

Далее выборка была повторно кластеризована методом К-средних по показателям «полезной активности» на уроке, а результаты предыдущей

кластеризации использовались в качестве группирующей переменной. В результате было выделено 3 кластера (рис. 28).

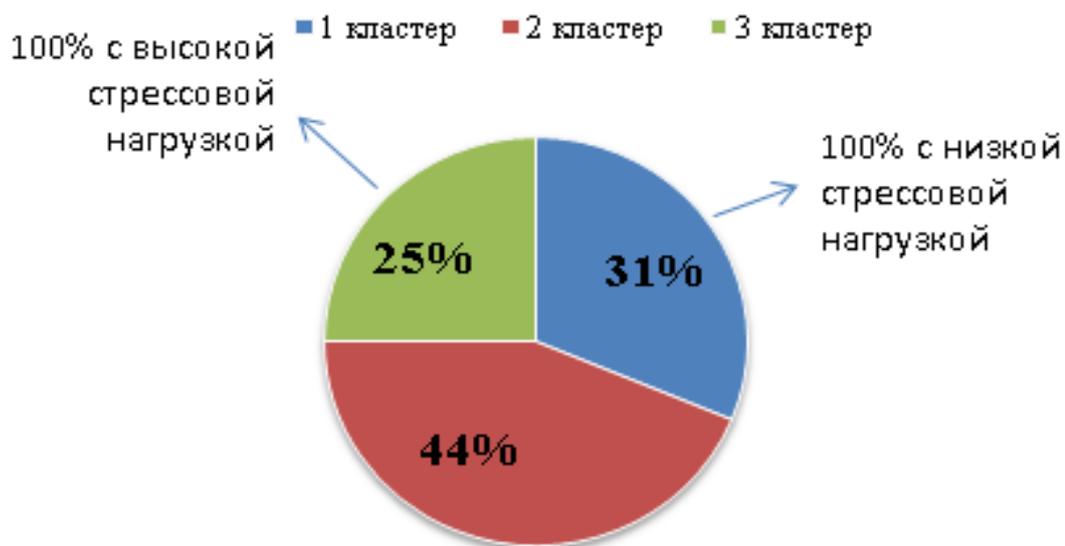


Рис. 28. Результаты повторной кластеризации выборки

Таким образом, в 1 кластер (5 человек) попали только те, у кого отмечена низкая стрессовая нагрузка на уроке, а в 3 кластер – только те, у кого отмечена высокая стрессовая нагрузка на уроке английского языка.

Далее были сопоставлены баллы за успешность на уроке английского языка у учеников из 1 (низкая стрессовая нагрузка) и 3 (высокая стрессовая нагрузка) кластера (рис. 29).

Таким образом, у учеников с низкой стрессовой нагрузкой на уроке отмечены более высокие баллы по трем показателям активности. Следовательно, низкая стрессовая нагрузка является фактором успешности процесса освоения английского языка.

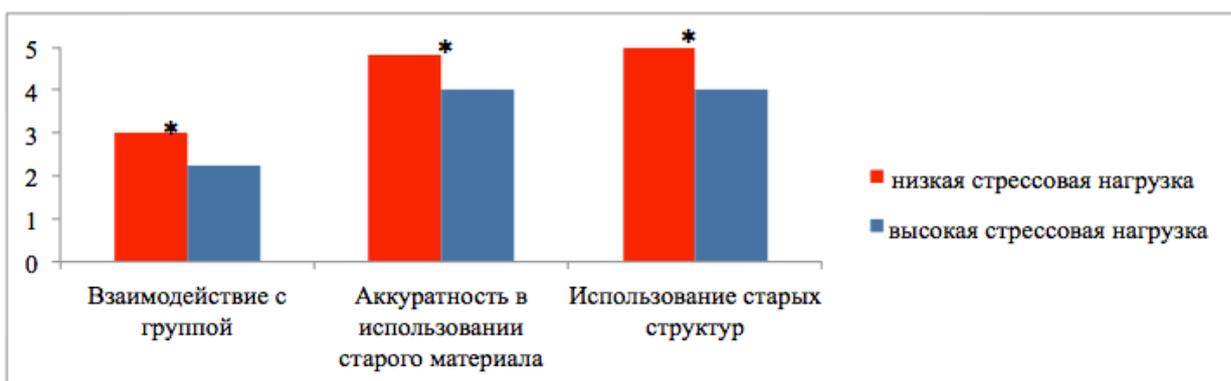


Рис. 29. Значения средних по показателям активности на уроке для кластеров с высокой и низкой стрессовой нагрузкой

4. Связь успешности освоения английского языка и вариабельности ритма сердца в процессе урока и теста

На четвертом этапе был проведен кластерный анализ с целью деления выборки школьников на разные группы в зависимости от успешности деятельности на уроке английского языка. Выборка разделилась на 2 кластера. В 1 кластер вошли ученики, у которых выше баллы по 5 параметрам из 12 (U-критерий, $p < 0.05$), чем у учеников, попавших во 2 кластер (рис. 30).

При анализе баллов за тестирование, выборка также была разделена на 2 группы: $>60\%$ верных ответов - группа успешно справившихся с заданиями (50% школьников), $<60\%$ - неуспешно справившихся (50% школьников).

Таким образом, по результатам анализа баллов за урок и за тест, выборка была разделена на 2 группы успешности в каждом контексте.

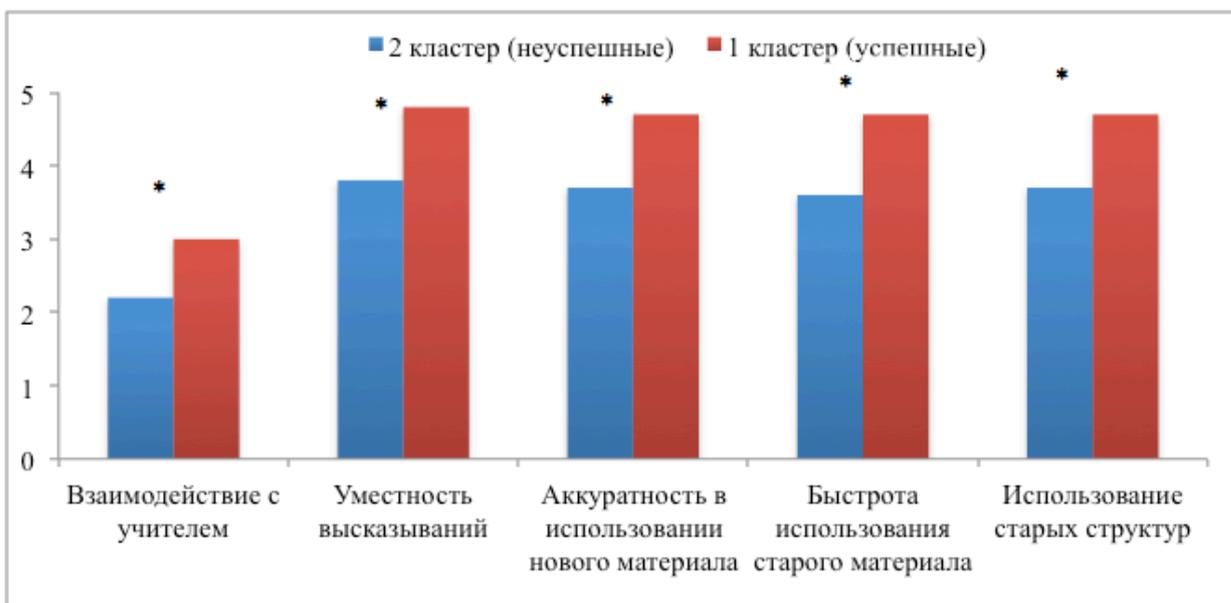


Рис. 30. Значения средних для кластеров по параметрам активности на уроке

Далее анализировалось влияния фактора успешности на показатели ВРС вне зависимости от контекста. Было выявлено, что фактор успешности значимо влияет на показатель LF ($F(1, 5716)=25.907, p<0,001$), HF ($F(1, 5716)=233.99, p<0,001$), TP ($F(1, 5716)=195.50, p<0,001$), LF/HF ($F(1, 5716)=173.50, p<0,001$) – рис.31.

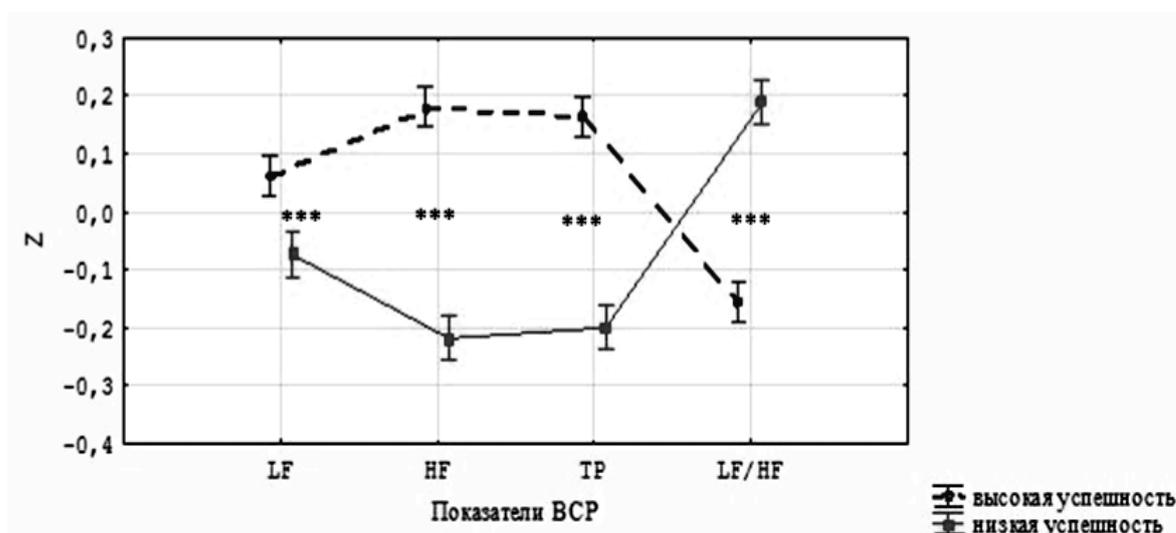


Рис. 31. Влияние фактора успешности на показатели ВРС

Далее оценивалось влияние фактора успешности и фактора контекста на показатели ВРС. Выборка школьников была разделена на 4 группы в зависимости от успешности на уроке и на тесте – табл. 7.

Таблица 7 – Распределение школьников по 4 группам в зависимости от успешности на уроке и на тесте

	Доля выборки	Обозначение
Успешны на уроке и тесте	25%	1 группа
Не успешны на уроке и на тесте	19%	2 группа
Успешны на уроке, но неуспешны на тесте	31%	3 группа
Успешны на тесте, но неуспешны на уроке	25%	4 группа

На следующем этапе анализировались особенности ВРС в контекстах «урок» и «тест» у 4 групп школьников – рис.32.

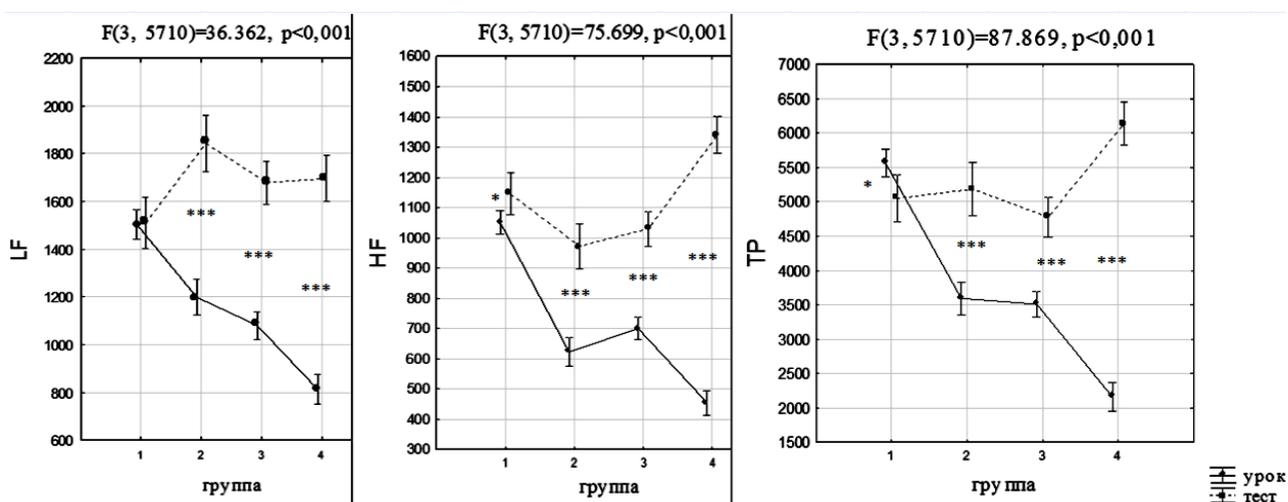


Рис. 32. Показатели ВРС в двух контекстах у 4 групп школьников

В результате анализа выяснилось, что у 1 группы школьников (успешных и на уроке, и на тесте) схожи режимы вегетативной регуляции на уроке и при тестировании. При этом наибольшая разница в показателях ВРС в двух контекстах отмечается у 4 группы школьников (успешных на уроке и неуспешных на тесте).

Экспериментальная серия 2.

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 37 учеников 5-11-го класса школы с углубленным изучением английского языка.

Было выделено 3 периода обучения:

1 – 5-6 класс – 7 человек;

2 – 8-9 класс – 20 человек;

3 – 10-11 класс – 10 человек.

Для сбора данных о динамике функционального состояния школьника на контрольном уроке английского языка проводилось непрерывное измерение сердечного ритма с помощью технологии событийно-связанной телеметрии (Полевая и др., 2016). Контрольный урок оценивался учителем по стандартной 5-балльной шкале. 4 ученика получили оценку «3», 21 ученик – оценку «4» и 12 учеников – оценку «5». Для обработки данных ученики были распределены в 2 группы: получившие «5» и получившие «3-4».

Результаты:

1. Влияние периода обучения на показатели ВРС на школьном уроке

На первом этапе анализировались отличия в показателях ВРС на школьном уроке по английскому языку на разных этапах обучения.

Выявлено влияние периода обучения на показатели ВРС. Выяснилось, что LF значительно выше у обучающихся в 10-11 классе, чем у обучающихся в 5-6 ($p < 0,01$) классе и 8-9 классе ($p < 0,001$). HF значительно выше у обучающихся в 10-11 классе, чем у обучающихся в 5-6 классе ($p < 0,05$). TP значительно выше у обучающихся в 10-11 классе, чем у обучающихся в 5-6 ($p < 0,01$) классе и 8-9 классе ($p < 0,01$). Отношение LF/HF – индекс вегетативного баланса (ИВБ) значительно выше у обучающихся в 10-11 классе, чем у 8-9 классе ($p < 0,05$).

Таким образом, при переходе от средней к старшей школе наблюдаются следующие изменения в показателях ВРС при работе на уроке английского языка: рост LF; рост HF; рост TP; рост ИВБ.

2. Распределение стресс-эпизодов в течение урока

На втором этапе была проанализирована стрессогенность фаз урока: начало (0-15 мин.), середина (16-30 мин.) и конец (31-45 мин.).

Оказалось, что фактор времени урока значимо влияет на количество стресс-эпизодов ($F(2,102)=11,689$; $p<0,001$).

Таблица 8 – Количество стресс-эпизодов по фазам урока

фаза урока	время	количество стресс-эпизодов
начало	0-15 мин.	4,9
середина	15-30 мин.	2,8
конец	30-45 мин.	3,9

Выяснилось, что середина урока - наименее стрессогенная фаза. В этой части урока достоверно меньше стрессов, чем в начале и в конце. Это согласуется с данными по начальной школе.

3. Влияние фактора успешности на показатели ВРС

На третьем этапе исследования анализировалось влияние фактора успешности на показатели ВРС. Оценивалась разница в спектральных показателях ВРС у учеников, набравших 3-4 и 5 баллов. Было выявлено, что фактор успешности значимо влияет на показатели HF ($p<0,05$), LF/HF ($p<0,05$) – рис.33.

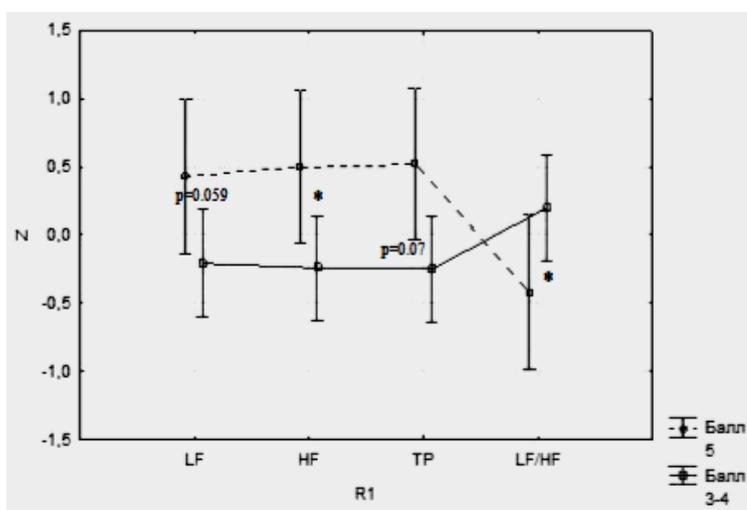


Рис. 33. Влияние фактора успешности на показатели ВРС

3.2.2. Особенности variability ритма сердца как вегетативного фактора готовности к успешному освоению английского языка и как фактора успешности процесса освоения английского языка студентами

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 10 студентов 2-го курса, обучающихся в Нижегородском государственном лингвистическом университете по специальности «Теория и методика преподавания иностранного языка».

Для сбора данных о динамике функционального состояния студентов на практическом занятии по английскому языку проводилось непрерывное измерение сердечного ритма с помощью технологии событийно-связанной телеметрии (Полевая и др., 2016). Во время практического занятия преподаватель фиксировал баллы учеников в протоколе (Золотова и др., 2014).

Результаты:

На первом этапе был проведен кластерный анализ с целью разделения выборки студентов на разные группы в зависимости от успешности деятельности на практикуме по английскому языку. Выборка разделилась на 2 кластера. В 1 кластер вошли студенты, у которых выше баллы по 7 параметрам из 12 (U-критерий, $p < 0,05$), чем у студентов, попавших во 2 кластер.

На втором этапе исследования анализировалось влияние фактора успешности на показатели ВРС. Было выявлено, что фактор успешности значимо влияет на показатель LF ($F(1, 4967)=108.84, p < 0,001$), HF ($F(1, 4967)=171.03, p < 0,001$), TP ($F(1, 4967)=135.87, p < 0,001$), LF/HF ($F(1, 4967)=27.431, p < 0,001$) – рис.34.

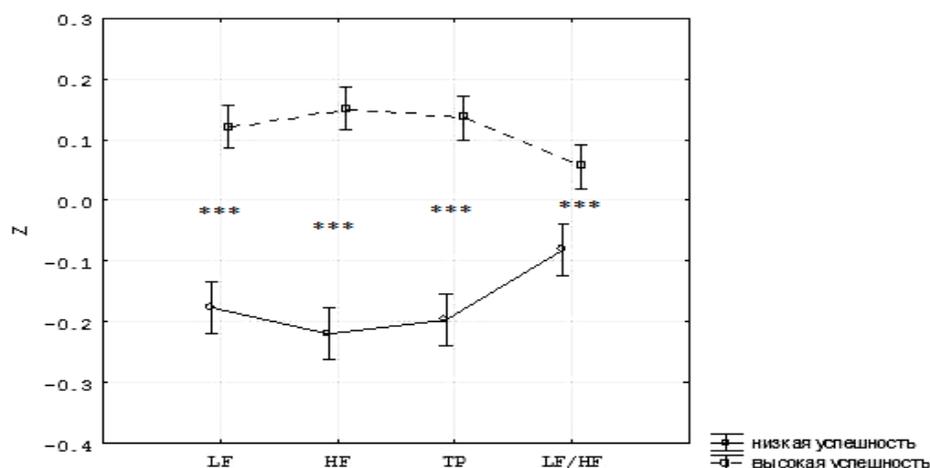


Рис. 34. Влияние фактора успешности на занятия по английскому языку на показатели ВРС

На третьем этапе оценивалось влияние фактора успешности и фазы занятия на количество стресс-эпизодов и долю времени стресс-реакций (Ist) (рис. 35).

В результате анализа выяснилось, что в начале занятия у успешных студентов было больше стресс-эпизодов, чем у неуспешных. При этом, у неуспешных студентов отмечено увеличение количества стресс-эпизодов к концу занятия, но при этом снижение индекса стресса.

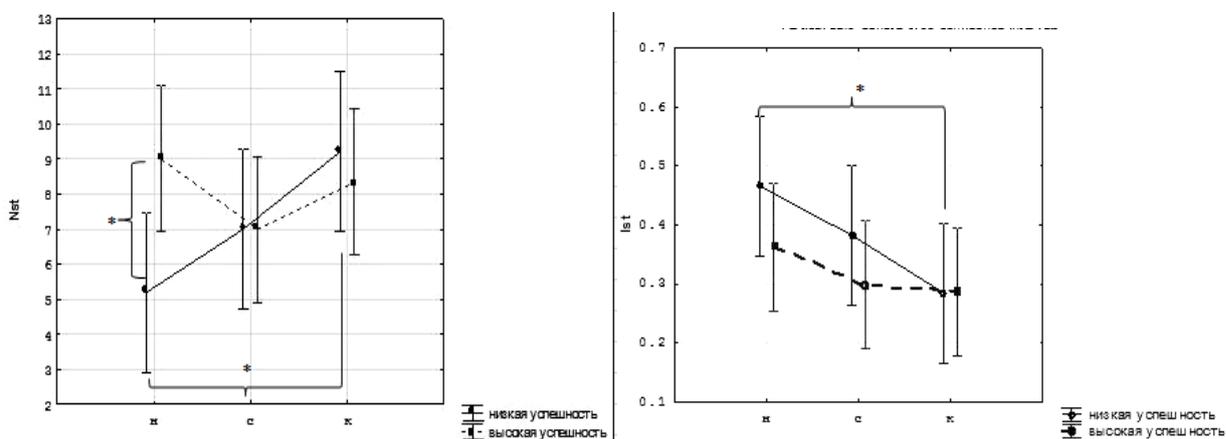


Рис. 35. Показатели стрессовой нагрузки в зависимости от успешности и фазы занятия

3.2.4. Обсуждение

Теоретический и практический интерес представляет оценка эффектов психофизиологической регуляции деятельности школьников и студентов в условиях выполнения учебной нагрузки по освоению английского языка. Учет индивидуальных психофизиологических особенностей учеников позволит существенно снизить цену адаптации к условиям учебной деятельности (Байгужин, 2016). Именно такой подход обеспечит оптимизацию напряженности умственного труда, а также возможность определения объективного уровня языковой подготовки как показателя эффективности учебной деятельности.

При сравнительном анализе показателей ВРС у учащихся, начиная с 4 класса и заканчивая обучением в вузе, были обнаружены специфические значения параметров для каждого этапа освоения английского языка (рис.36).

Оказалось, что значения активности как симпатического, так и парасимпатического контура регуляции увеличиваются с возрастом, что может свидетельствовать как о возрастных особенностях вегетативной нервной системы (поздняя миелинизация тангенциальных волокон коры полушарий, при которой происходит концентрация ионных каналов в области перехватов Ранвье, повышение возбудимости и лабильности нервных волокон (Махнева, 2011)), так и о формировании и созревании лингвистической системы, обеспечивающей деятельность на английском языке.

Независимо от возраста у всех групп добровольцев увеличивается активация симпатической нервной системы после занятия. Только на этапе начального освоения английского языка отмечено усиление центрального контура регуляции кардиоритма ($p < 0,001$), активации парасимпатической нервной системы ($p < 0,001$) и снижение индекса симпатовагусного баланса ($p < 0,001$) после урока английского языка.

Также выявлены особенности связи разных показателей ВРС на каждом этапе освоения английского языка (рис.37).

Оказалось, что на всех этапах освоения английского языка значимо связаны между собой показатели LF, HF, TP. Это свидетельствует о синхронном изменении активности симпатического и парасимпатического контура регуляции на занятии по английскому языку.

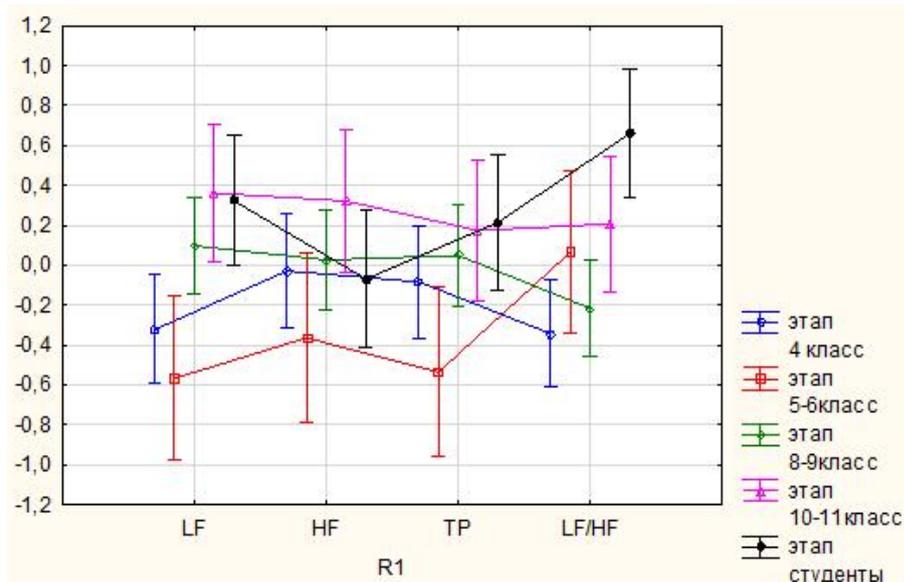


Рис. 36. Динамика показателей ВРС на разных этапах освоения английского языка

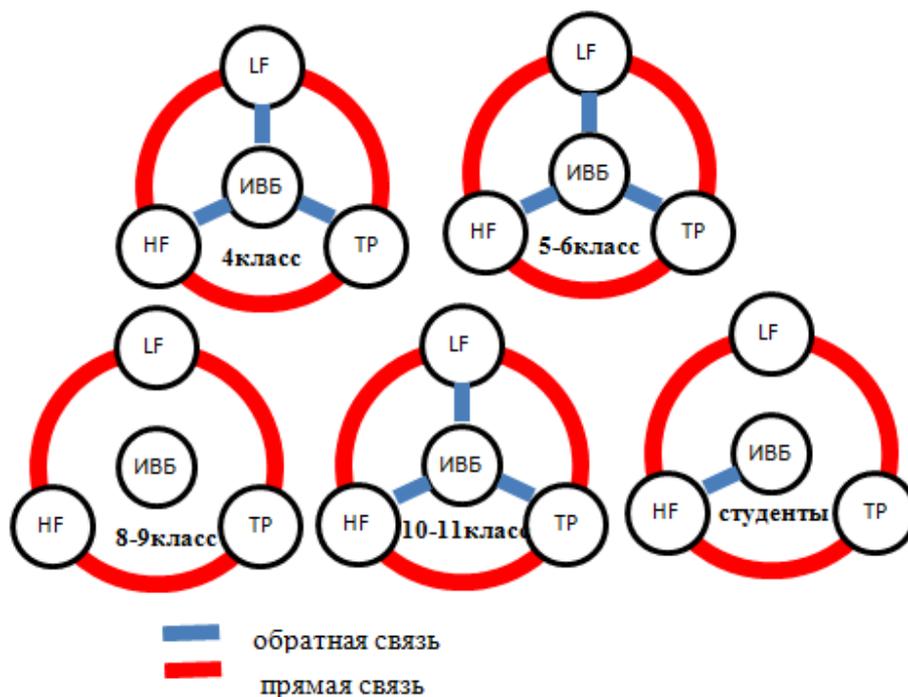


Рис. 37. Связь показателей ВРС на разных этапах освоения английского языка

В то же время выяснилось, что с 4 по 6 класс (с 10 до 12 лет), в 10-11 классе (с 16 до 17 лет) показатель индекса симпатовагусного баланса отрицательно связан с показателями LF, HF, TP. При этом в 8-9 классе (с 13 до 15 лет) не обнаружено ни одной связи индекса симпатовагусного баланса с показателями LF, HF, TP (что может быть связано с особенностями пубертатного периода, выражающихся в напряжении адаптационных механизмов, связанных с интенсивными нейрогуморальными и специфическими психологическими изменениями в организме (Суркова, 2008)), а у студентов индекс симпатовагусного баланса отрицательно связан с показателем HF, что свидетельствует о большем вкладе симпатической компоненты в индекс вегетативного баланса.

Результаты исследования демонстрируют изменения показателей ВРС на школьном уроке по английскому языку в разных классах и на занятии по английскому языку. Показано, что в начале школьного урока отмечается наибольшее количество стресс-эпизодов, при этом наименее стрессогенной фазой является середина урока. Если учитывать, что структура школьного урока регламентировано требованиями ФГОС, то можно выделить наиболее стрессогенные виды активности на уроке.

Началу урока соответствуют:

1. Организационный момент;
2. Проверка выполнения домашнего задания.

Середине урока соответствуют:

3. Подготовка к активной учебной деятельности;
4. Сообщение нового материала.

Концу урока соответствуют:

5. Закрепление изученного материала;
6. Подведение итогов;
7. Домашнее задание.

Таким образом, можно выделить наиболее стрессогенные виды деятельности на уроке английского языка при обучении русскоязычных школьников:

1. Организационный момент;
2. Проверка выполнения домашнего задания.

Подобного распределения стресс-эпизодов не выявлено на выборке студентов, что может быть связано со спецификой занятий в школе и в вузе. Структура занятия по английскому языку у студентов языковой специальности нелинейна и предполагает постоянную смену разных видов деятельности. Поскольку измерения проводились на разных занятиях, структура их была разной, что делает затруднительным определение стрессогенных видов активности.

Характеристика показателей спектрального анализа ВРС у школьников и студентов, успешных на занятии и тестировании по английскому языку, указывает на высокую мощность спектра регуляции за счет увеличения значений всех ее звеньев (LF и HF). При этом в отношении школьников индекс симпатовагусного баланса значимо выше у неуспешных учеников, что свидетельствует о большей выраженности активности парасимпатического контура регуляции у успешных школьников. Это может быть связано с активизацией селективного внимания у успешных учеников при выполнении лингвистических заданий (McCraty & Shaffer, 2015).

В отношении же студентов индекс симпатовагусного баланса выше у успешных, что свидетельствует в большем вкладе симпатической регуляции. Показано, что активация симпатической нервной системы приводит к улучшению рабочей памяти (Ramsey et al., 2012). Следовательно, можно предполагать, что в контексте профессионального освоения английского языка русскоязычными студентами большая роль принадлежит оперативной обработке информации.

Анализ показателей ВРС в разных контекстах позволяет констатировать схожесть режимов вегетативной регуляции у школьников,

успешных на уроке и при тестировании. Следовательно, для выполнения разных лингвистических заданий оптимальны схожие функциональные состояния. Для всех возрастных этапов оптимумом является высокая активность вегетативной нервной системы. Отличие проявляется в соотношении симпатического и парасимпатического контура: вклад симпатического контура более важен на студенческом этапе, а парасимпатического – на школьном этапе (таблица 9).

Таблица 9 - Функциональное состояние в процессе освоения английского языка

	Маркеры оптимального состояния			
	LF	HF	TP	ИБВ
Начальная школа	высокий	высокий	высокий	низкий
Средняя школа	высокий	высокий	высокий	низкий
Студенты	высокий	высокий	высокий	высокий

Вероятно, для школьников реакция организма в виде снижения активности симпатического и парасимпатического контура регуляции на фоне повышения индекса симпатовагусного баланса является биомаркером функционального состояния при решении субъективно сложных языковых заданий. А для студентов биомаркером субъективной сложности выступает снижение индекса вегетативного баланса вследствие большего снижения активности симпатического, чем парасимпатического контура регуляции.

Результаты данного блока исследований опубликованы в работах: (Демарева и др., 2014аг; Бахчина и др., 2015аб; Демарева, Полевая, 2016б; Демарева, Полевая, 2017).

3.3. Особенности амплитудно-временных характеристик движения взора как моторного фактора успешности результата освоения английского языка

3.3.1. Особенности движения взора при работе с текстами как отображение этапа освоения английского языка

Экспериментальная серия 1.

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие студенты-психологи ФСН ННГУ им. Лобачевского (11 человек), и студенты-лингвисты НГЛУ им. Добролюбова, получающие профессиональное лингвистическое образование (22 человека). Все добровольцы имели нормальное или скорректированное до нормального зрение. Общее количество записей Eye-Tracking – 504: для студентов-психологов - 180, для лингвистов – 324.

Исследование состояло из двух этапов:

На первом - каждый участник исследования проходил тестирование на знание русского и английского языка.

На втором - участникам исследования предлагалось пройти фрагменты данных тестов при проведении Eye-Tracking.

Перед проведением измерений испытуемым давалась следующая инструкция: «Сейчас Вам будет необходимо ответить на вопросы тестов по русскому и английскому языку. Перед каждым вопросом будет слайд, на котором написаны цифры от 1 до 4, посмотрите на них в порядке возрастания. На следующем слайде Вам будет предъявлен текст вопроса. Прочитайте его внимательно, когда прочитаете, посмотрите в правый нижний угол экрана. Запоминать текст вопроса не нужно. На третьем слайде Вам будет еще раз предъявлен текст вопроса и варианты ответов на него. Выберете правильный вариант ответа и запомните его номер. На четвертом слайде посмотрите только на ту цифру, которая соответствует номеру правильного варианта ответа».

Процедура Eye-Tracking заключалась в предъявлении вопросов на русском и английском языке. Предъявление происходило по одному и тому же сценарию и включало в себя 4 этапа, описанных ранее. Предъявлялись 9 вопросов теста по русскому языку и 9 вопросов теста по английскому языку.

Результаты:

1. Влияние размера шрифта на диаметр зрачка

Перед разработкой стимулов было проведено исследование влияния размера шрифта на диаметр зрачка. В исследовании приняли участие 5 человек – студенты-психологи ФСН ННГУ им. Лобачевского. В качестве стимульного материала были использованы слайды с индифферентным контекстом, задача испытуемого заключалась в том, чтобы смотреть на них в порядке возрастания размера шрифта. Были использованы стимулы с размерами шрифта 34, 64 и 84 pt. Результаты первого слайда, так как его чтение могло быть связано с ориентировочным рефлексом и настройкой зрительной системы на новые условия, не учитывались (Петрикова, 2011).

Результаты показали уменьшение диаметра зрачка по оси X при уменьшении размера шрифта с 84 pt до 64 pt и 34 pt по критерию F Фишера (рис. 38).

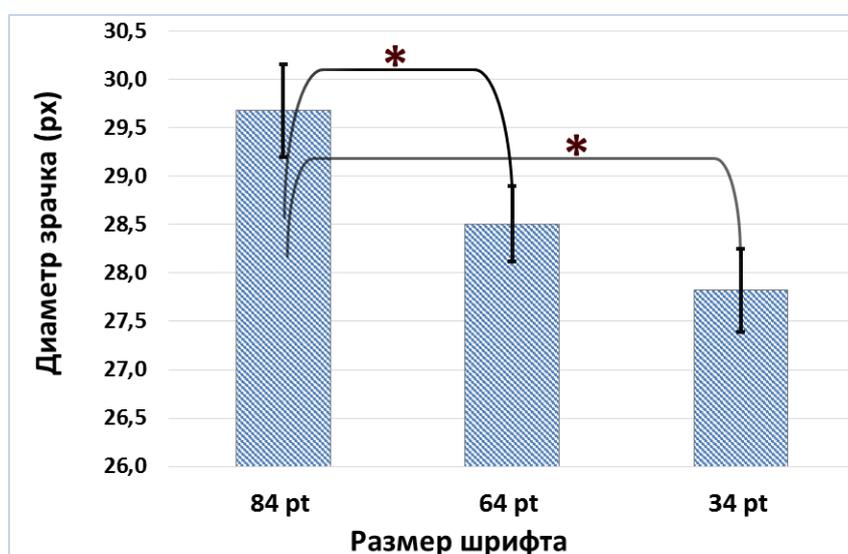


Рис. 38. Средние значения диаметра зрачка при просмотре слайдов с размером шрифта 34, 64 и 84 pt

Так как был выявлен эффект влияния размера шрифта на диаметр зрачка, далее во всех стимульных текстах применялся только один размер шрифта – 44 pt.

2. Выбор оптимального количества строк

Далее был проведен предварительный анализ движений глаз при чтении текста. Для него был выбран текст, содержащий три строки, которые состояли из 4, 7 и 7 слов, соответственно. Были выявлены эффекты, связанные с количеством слов в строке:

1. Эффекты по отношению к диаметру зрачка. Апостериорный анализ показал, что по критерию F Фишера достоверные изменения проявляются только по оси Y ($F=27.4$; $P<0.01$)

При увеличении количества слов в строке происходит увеличение диаметра зрачка (рис. 39).

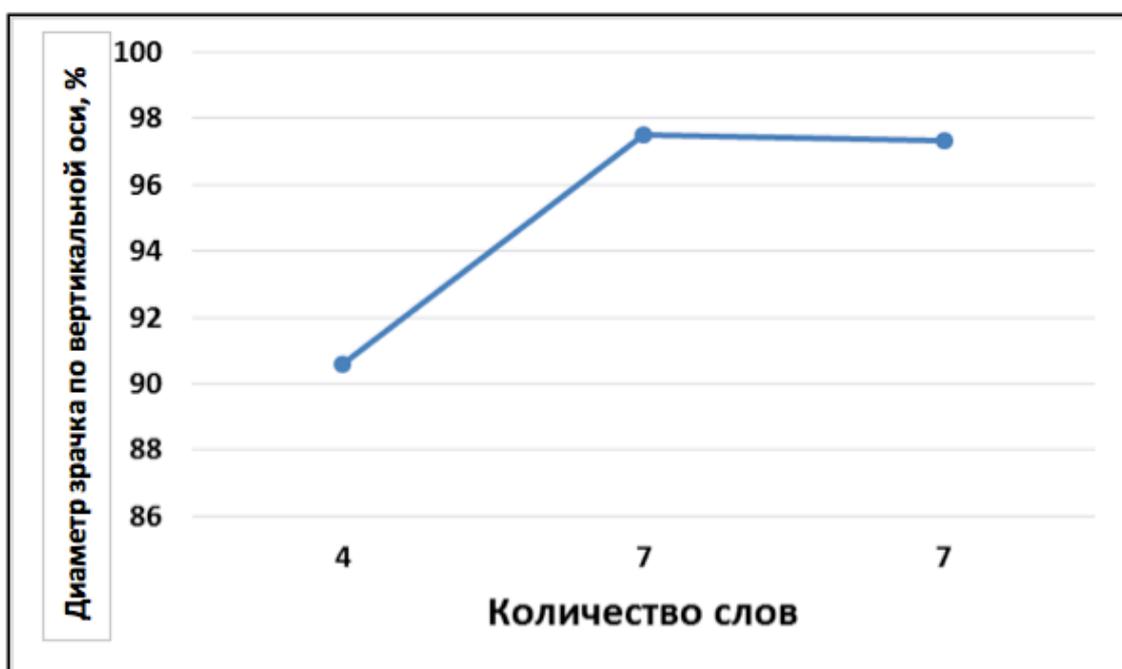


Рис. 39. Диаметр зрачка по оси Y при чтении строк из 4 и 7 слов

2. Эффекты влияния количества слов в строке на продолжительности фиксаций ($F=3.45$; $P=0.04$). Апостериорный анализ показал, что по критерию F Фишера продолжительность фиксаций при чтении строки, где количество слов равно 4, достоверно меньше продолжительности фиксаций при чтении

строки, где количество слов равно 7. Подобный эффект отсутствует при чтении строк с одинаковым количеством слов.

Так как предварительный анализ показал эффекты, связанные с количеством слов в строке для строк, содержащих 4 и 7 слов, для предъявления были использованы 9 заданий теста по русскому и 9 заданий теста по английскому языку, которые обязательно должны были содержать строки, состоящие из 4 и 7 слов.

3. Влияние уровня освоения английского языка на показатели айтрекинга

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что при чтении текстов на русском языке количество фиксаций ($p < 0,001$) и время чтения строки значимо больше ($p < 0,001$) у лингвистов, чем у психологов. При чтении текстов на английском – у психологов амплитуда саккад значимо меньше ($p < 0,05$), а количество фиксаций ($p < 0,001$) и диаметр зрачка по оси X ($p < 0,05$) и по оси Y ($p < 0,001$) значимо больше, чем у лингвистов (рис. 40).

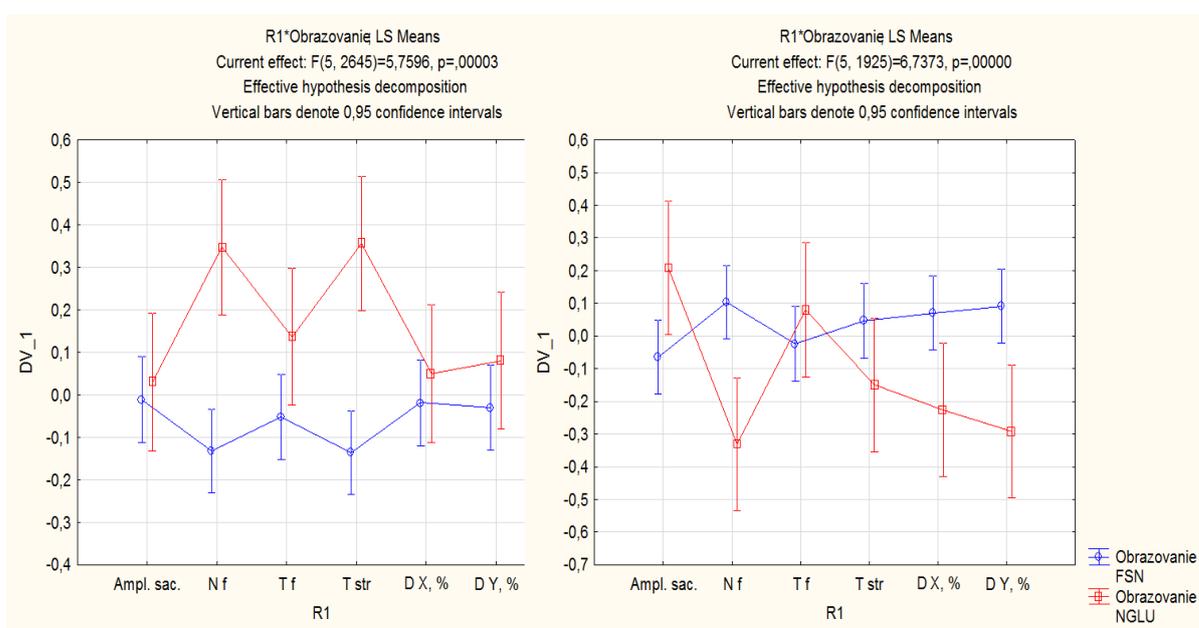


Рис. 40. Результаты однофакторного дисперсионного анализа сравнения параметров Eye-Tracking при чтении текстов на родном (слева) и иностранном (справа) языке у групп студентов-психологов и лингвистов
Ampl.sac. – амплитуда саккад; *Nf*– количество фиксаций; *Tf*– продолжительность

фиксаций; *Tstr* – время чтения строки; *DX*, % - диаметр зрачка по оси X; *DY*, % - диаметр зрачка по оси Y; *FSN* – студенты-психологи; *NGLU* – студенты-лингвисты

При проведении персонифицированного анализа внутри групп психологов и лингвистов были выделены признаки, которые есть у большинства или у всех психологов, но отсутствуют у большинства лингвистов:

1. Время чтения строки на английском языке значимо больше, чем на русском ($p < 0,001$) (рис. 41).

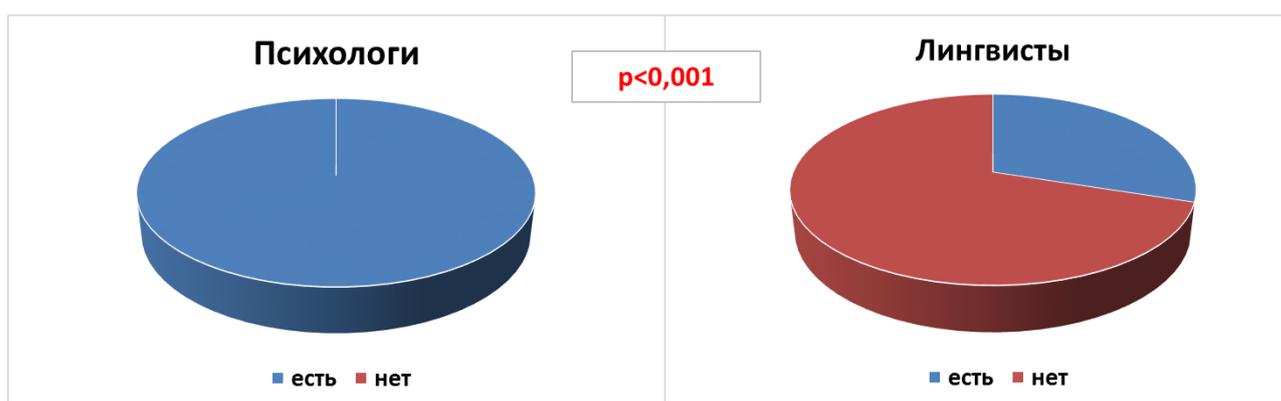


Рис. 41. Доли студентов разной профессиональной специализации с наличием и отсутствием признака 1 (Время чтения строки на английском языке значимо больше, чем на русском)

2. Амплитуда саккад значимо больше при чтении на русском языке, чем при чтении на английском ($p < 0,05$) (рис. 42).

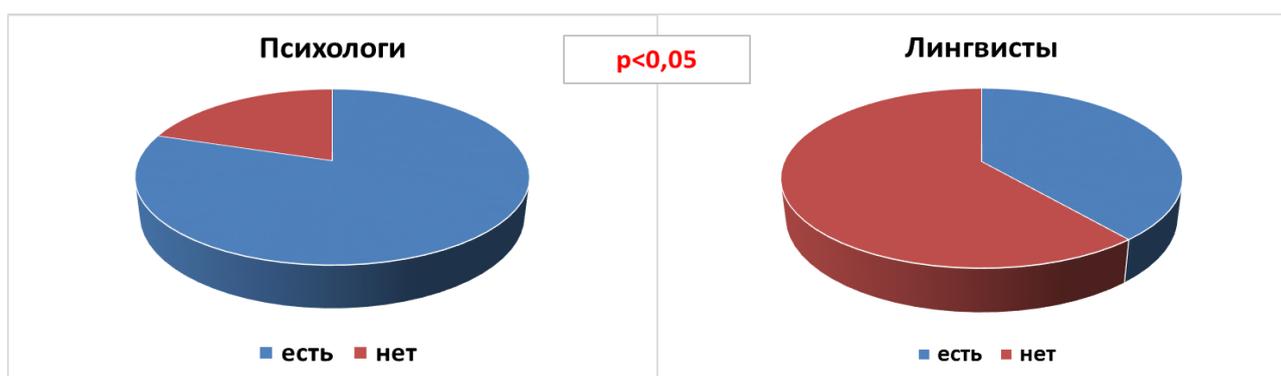


Рис. 42. Доли студентов разной профессиональной специализации с

наличием и отсутствием признака 2 (Амплитуда саккад значимо больше при чтении на русском языке, чем при чтении на английском)

3. Продолжительность фиксации значимо больше при чтении на английском языке, чем при чтении на русском ($p < 0,05$) (рис. 43).

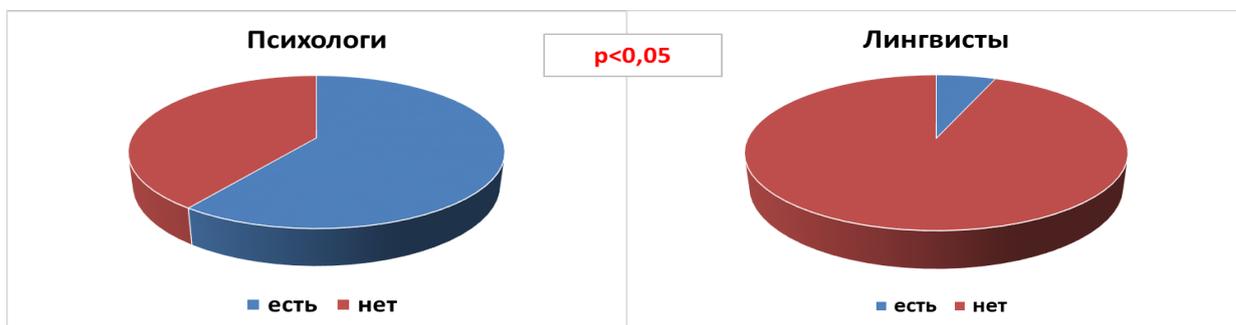


Рис. 43. Доли студентов разной профессиональной специализации с наличием и отсутствием признака 3 (Продолжительность фиксации значимо больше при чтении на английском языке, чем при чтении на русском)

Также при сравнении групп студентов психологов и лингвистов однофакторный дисперсионный анализ показал, что при чтении текстов на русском языке количество регрессий у психологов и лингвистов значимо не отличается, а при чтении текстов на английском – студенты-психологи (FSN) совершают значимо больше вертикальных регрессий, чем лингвисты (NGLU) ($p < 0,001$) (рис. 44).

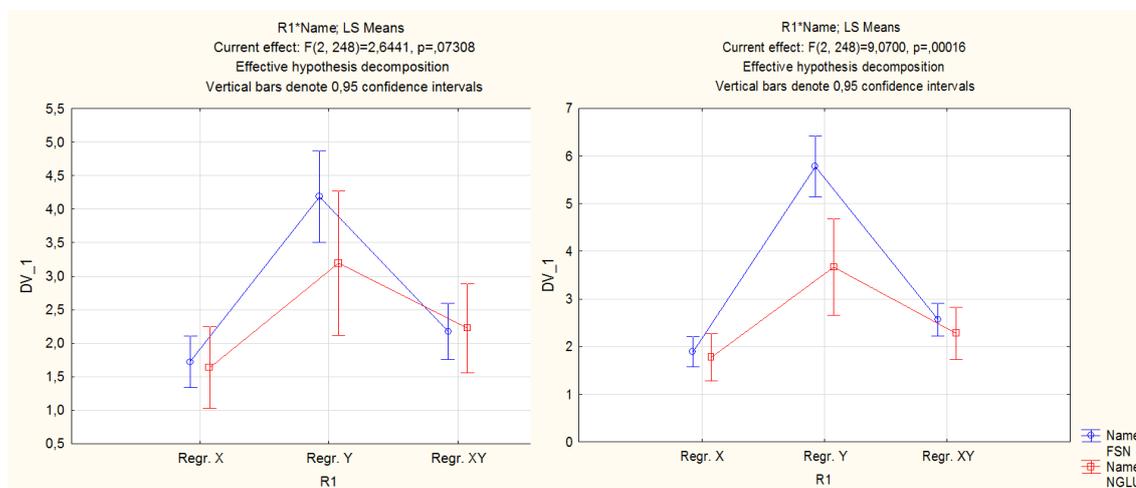


Рис. 44. Результаты однофакторного дисперсионного анализа сравнения количества регрессий при чтении текстов на русском (слева) и английском

(справа) языке у студентов-психологов и лингвистов

Regr. X – горизонтальные регрессии; *Regr. Y* – вертикальные регрессии; *Regr. XY* – регрессии, идущие одновременно и внутри строки, и между строками; *FSN* – студенты-психологи; *NGLU* – студенты-лингвисты

На 3 этапе был проведен кластерный анализ по параметрам Eye-Tracking (продолжительность фиксации при чтении на русском языке; амплитуда саккад при чтении на русском языке; время чтения строки при чтении на русском языке; продолжительность фиксации при чтении на английском языке; амплитуда саккад при чтении на английском языке; время чтения строки при чтении на английском языке) при чтении текстов на русском и английском языке студентами психологами и лингвистами (метод К-средних). Было получено 2 кластера:

1 кластер – значения параметров ET при чтении текстов студентами лингвистами;

2 кластер – значения параметров ET при чтении текстов студентами психологами и одним лингвистом (рис. 45).

При этом для первого кластера $S=0,93$ и $R=0,93$ и для второго $S=1$ и $R=0,9$, где S – чувствительность, R – специфичность.

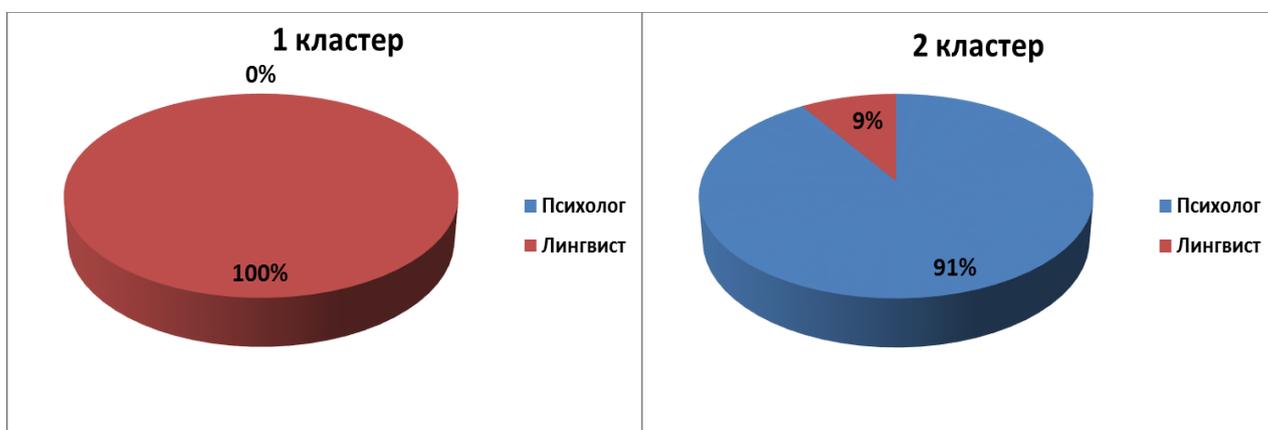


Рис. 45. Распределение студентов психологов и лингвистов по параметрам Eye-Tracking при чтении текстов на русском и английском языке

По доле верных ответов на вопросы TestGeneralEnglish были выявлены значимые отличия между представителями 1 и 2 кластеров: доля верных ответов у испытуемых 1-го кластера значимо выше (рис.46):

У лингвистов при чтении как на русском, так и на английском языке амплитуда саккад больше, а время чтения строки меньше, чем у психологов, с другой стороны, у них при чтении на русском - продолжительность фиксаций больше, а при чтении на английском меньше, чем у психологов (рис. 47).

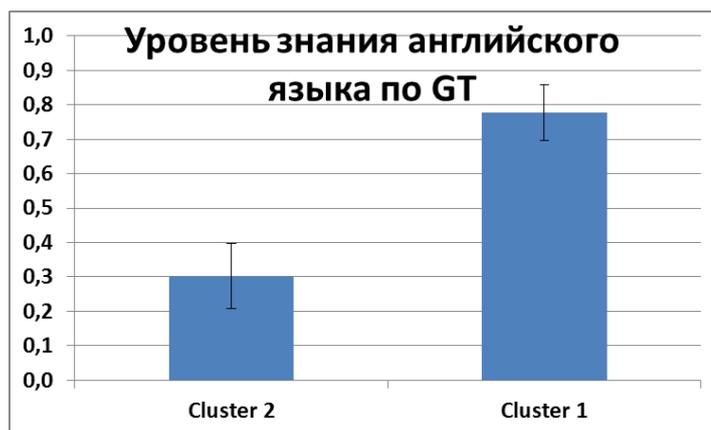


Рис. 46. Средние значения долей верных ответов на вопросы Test General English первого и второго кластера

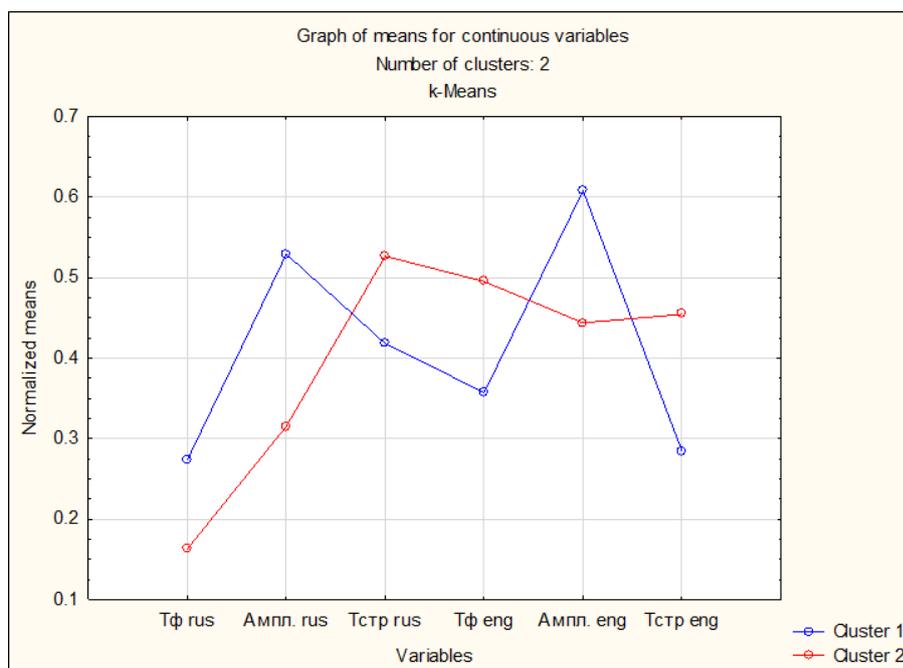


Рис. 48. Средние значения параметров Eye-Tracking для первого и второго кластера

Tf_{rus} – продолжительность фиксации при чтении на русском языке; *Ampl.rus* – амплитуда саккад при чтении на русском языке; *Tstr_{rus}* – время чтения строки при чтении на русском языке; *Tf_{eng}* – продолжительность фиксации при чтении на английском языке; *Ampl. eng* – амплитуда саккад при чтении на английском языке; *Tstreng* – время чтения строки при чтении на английском языке

Далее с помощью модуля Descriptive Statistics были получены диапазоны значений для кластеров по параметрам Eye-Tracking (таблица 10).

Таблица 10 - Интервалы значений для 1 кластера (параметров Eye-Tracking при чтении текстов студентами психологами и лингвистами)

	Minimum	Maximum
Тф rus	145,1138	299,131
Ампл. rus	154,4427	273,654
Тстр rus	447,7240	924,939
Тф eng	120,5000	211,437
Ампл. eng	80,4878	215,247
Тстр eng	323,6200	1911,703

Затем был определен кластер каждого испытуемого, согласно этим диапазонам значений. Оказалось, что распределение по диапазонам первого кластера имеет $S=1$ и $R=0,73$, а распределение по диапазонам второго кластера - $S=1$ и $R=0,7$. Следовательно, чтобы определить к какой группе относится конкретный испытуемый, лучше использовать диапазоны второго кластера.

На 4 этапе был проведен корреляционный анализ между показателями Eye-Tracking при чтении текстов на русском (рис. 49) и английском языке студентами психологами и лингвистами (рис. 50).

Групповой анализ данных при чтении текстов на русском языке показал:

1. Положительную корреляцию между временем чтения строки и продолжительностью фиксаций ($R^2=0,42$)
2. Положительную корреляцию между временем чтения строки и количеством фиксаций ($R^2=0,87$)
3. Положительную корреляцию между диаметром зрачка по оси X и диаметром зрачка по оси Y ($R^2=0,87$).

При чтении на английском были выявлены следующие связи:

1. Положительная корреляция между диаметром зрачка по оси X и диаметром зрачка по оси Y ($R^2=0,93$)
2. Отрицательная корреляция между амплитудой саккад и количеством фиксаций ($R^2=-0,42$)
3. Отрицательная корреляция между амплитудой саккад и временем чтения строки ($R^2=-0,39$)
4. Положительная корреляция между временем чтения строки и количеством фиксаций ($R^2=0,84$).

При чтении текстов на английском языке наблюдались:

5. Положительная корреляция между диаметром зрачка по оси X и диаметром зрачка по оси Y ($R^2=0,93$)
6. Отрицательная корреляция между амплитудой саккад и количеством фиксаций ($R^2=-0,42$)
7. Отрицательная корреляция между амплитудой саккад и временем чтения строки ($R^2=-0,39$)
8. Положительная корреляция между временем чтения строки и количеством фиксаций ($R^2=0,84$)

Таким образом, при чтении текстов на русском языке у студентов-лингвистов наблюдается больше положительных корреляций, чем у студентов-психологов, но все корреляции, которые есть у психологов, есть и у лингвистов.

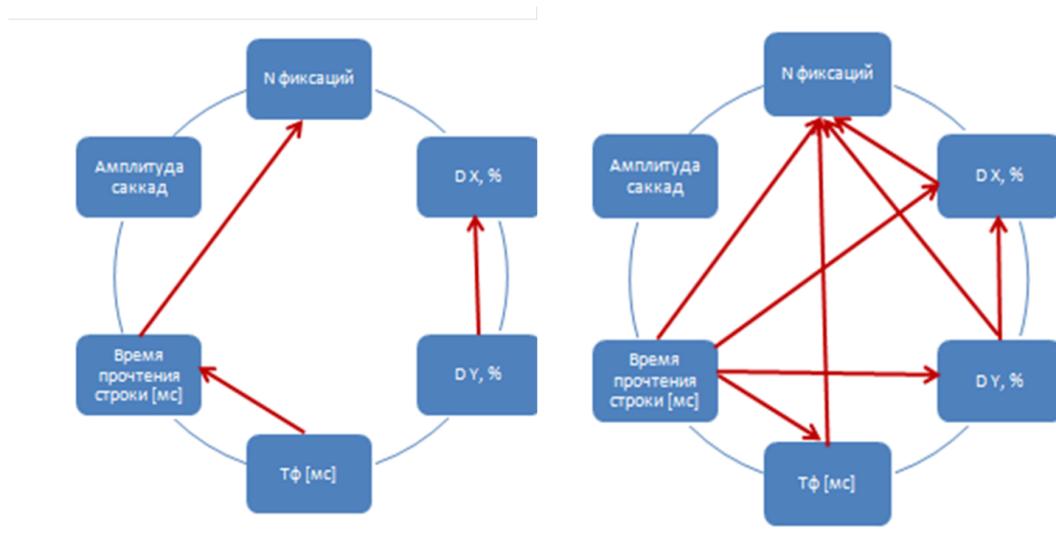


Рис. 49. Корреляционная диаграмма параметров Eye-Tracking при чтении тестов на русском языке студентами психологами (слева) и лингвистами (справа)

T ф – продолжительность фиксации; DX, %- диаметр зрачка по оси X; DY, % - диаметр зрачка по оси Y; N фиксаций – количество фиксаций

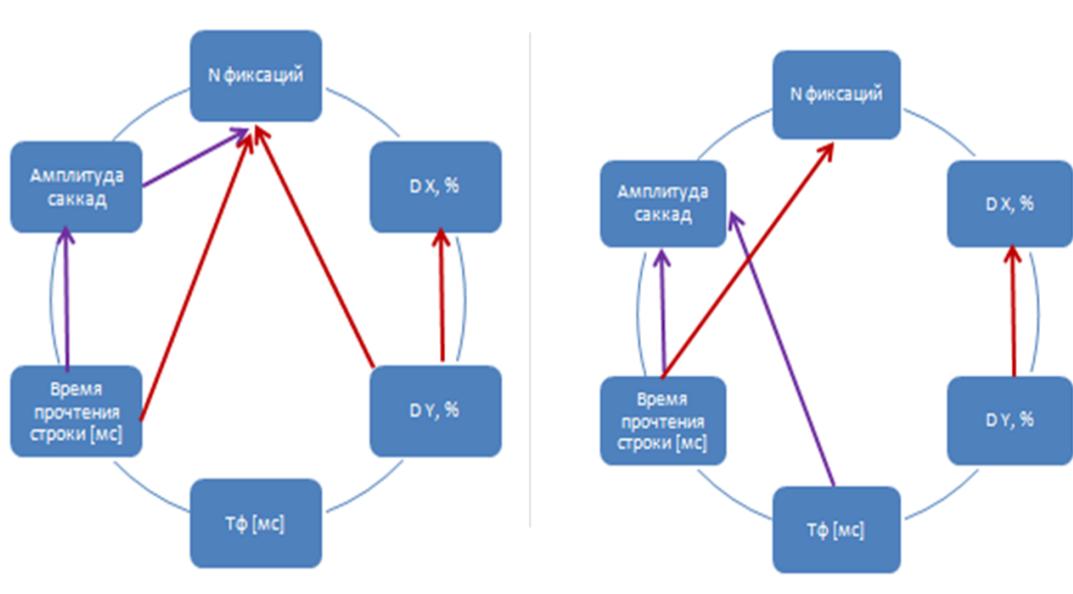


Рис. 50. Корреляционная диаграмма параметров Eye-Tracking при чтении тестов на английском языке студентами психологами (слева) и лингвистами (справа)

T ф – продолжительность фиксации; DX, %- диаметр зрачка по оси X; DY, % - диаметр зрачка по оси Y; N фиксаций – количество фиксаций

 Отрицательная корреляция
 Положительная корреляция

Таким образом, у группы студентов-психологов при чтении текстов на английском языке проявилось большее число корреляций между параметрами Eye-Tracking, чем при чтении на русском языке. При чтении на русском – наблюдаются только положительные корреляции, а при чтении на английском существуют также и отрицательные.

На 5 этапе была проведена оценка связи параметров Eye-Tracking с успешностью ответов на вопросы тестов у психологов и лингвистов.

Результаты дисперсионного анализа показали, что при ответах на вопросы теста по русскому языку у студентов психологов диаметр зрачка по оси X ($p < 0,001$) и количество регрессий ($p < 0,001$) значимо меньше при чтении вопросов, на которые дан неверный ответ, а у лингвистов при их чтении количество фиксаций ($p < 0,001$), время чтения строки ($p < 0,001$) и количество регрессий ($p < 0,001$) значимо больше, а диаметр зрачка значимо меньше ($p < 0,001$) (рис. 51).

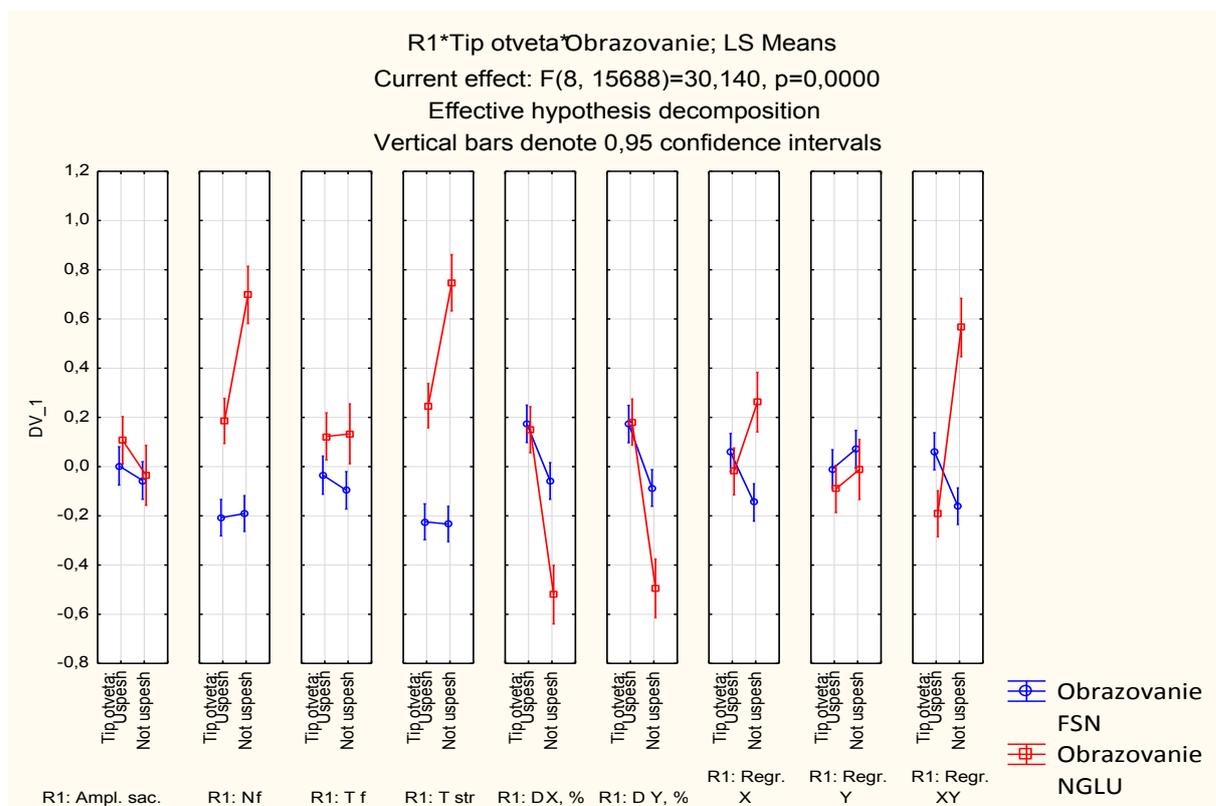


Рис. 51. Результаты многофакторного дисперсионного анализа связи успешности ответов на вопросы по русскому языку у студентов психологов и ЛИНГВИСТОВ

ampl. sac. – амплитуда саккад; *Nf*– количество фиксации; *Tf*–продолжительность фиксации; *Tstr*– время чтения строки; *DX* - диаметр зрачка по оси *X*; *DY* - диаметр зрачка по оси *Y*; *Regr. X*– горизонтальные регрессии; *Regr. Y*– вертикальные регрессии; *Regr. XY*–регрессии, идущие одновременно и внутри строки, и между строками; *FSN* – студенты-психологи; *NGLU* – студенты-лингвисты

При ответах на вопросы теста по английскому языку – у студентов психологов количество вертикальных регрессий ($p < 0,001$) значимо больше при чтении вопросов, на которые дан неверный ответ, а у лингвистов при их чтении – диаметр зрачка по оси *Y* ($p < 0,001$) значимо меньше, а количество вертикальных регрессий ($p < 0,001$) и фиксаций ($p < 0,05$) значимо больше (рис. 52).

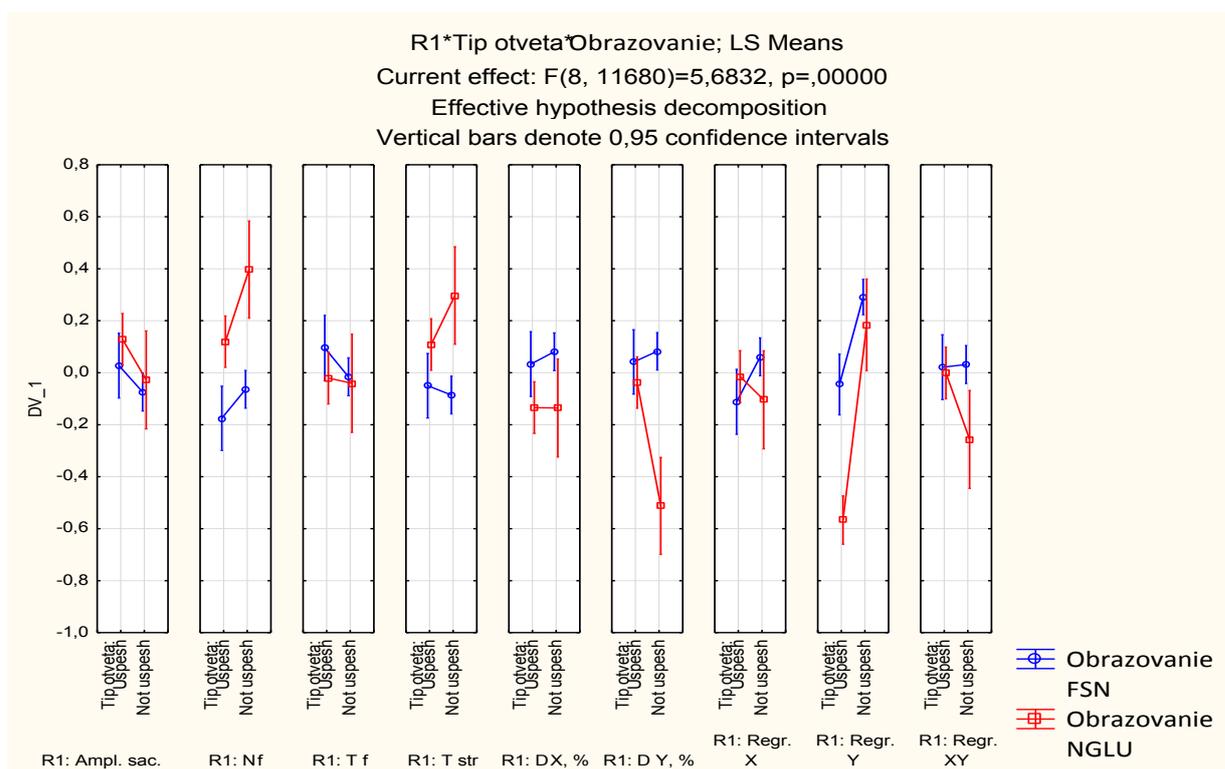


Рис. 52. Результаты многофакторного дисперсионного анализа связи успешности ответов на вопросы по английскому языку у студентов ПСИХОЛОГОВ И ЛИНГВИСТОВ

Ampl.sac. – амплитуда саккад; *Nf*– количество фиксации; *Tf*–продолжительность фиксации; *Tstr*– время чтения строки; *DX* - диаметр зрачка по оси *X*; *DY* - диаметр зрачка по оси *Y*; *Regr. X*– горизонтальные регрессии; *Regr. Y*– вертикальные регрессии; *Regr. XY*–регрессии, идущие одновременно и внутри строки, и между строками; *FSN* – студенты-психологи; *NGLU* – студенты-лингвисты

Таким образом, у студентов-психологов при чтении текстов на русском языке мобилизация происходит при чтении вопросов, на которые они дают верный ответ, что выражается в увеличении диаметра зрачка и в увеличении количества регрессий, а при чтении на английском – она происходит при чтении вопросов, на которые они дают неверный ответ, что выражается также в увеличении количества регрессий.

Студенты-лингвисты как на русском, так и на английском языке более тщательно читают вопросы, на которые дают неверные ответы, что выражается в увеличении количества регрессий, фиксаций, времени чтения строки (только в русском языке) и уменьшении диаметра зрачка, что может быть связано с активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и процессов эксплицитного внимания.

Экспериментальная серия 2.

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 22 добровольца в возрасте от 21 до 23 лет. В качестве стимульного материала были использованы эквивалентные по объективной сложности тексты на русском и на английском языке.

Исследование проводилось со всеми испытуемыми по следующей схеме:

1. Первый этап: проверка уровня знания английского языка (языковой компетенции) с помощью стандартных языковых тестов;
2. Второй этап: регистрация траектории движения глаз при чтении и зрительном поиске ответов на вопросы для текстов на русском и английском языках;
 - Калибровка SMI HiSpeed
 - Чтение текста на L1.
 - Поиск ответов на вопросы в тексте L1.
 - Чтение текста на L2.
 - Поиск ответа на вопрос в тексте L2.

3. Третий этап: сравнительный анализ влияния уровня языковой компетенции и структурных особенностей языка на организацию движения взора при чтении и при поиске ответа на вопрос в тексте.

Уровень знания английского языка у участников оценивался по методике Placement test (<http://oxfordklass.com/placement-test/>).

После калибровки испытуемому давалась инструкция: «Сейчас на экране появится текст. Текст нужно прочитать один раз про себя. Когда прочитаете, необходимо посмотреть в правый нижний угол экрана».

Испытуемым предлагалось прочитать текст на родном русском языке (L1) и текст на английском языке (L2), а затем отвечать на вопросы по тексту; при этом велась запись движений глаз на установке iView X Hi-Speed.

После прочтения текста испытуемым давалась следующая инструкция: «Найдите глазами в тексте слово, являющееся ответом на поставленный вопрос. Найденное слово необходимо прочитать». Для текста на L2 вопрос задавался на русском языке, а отвечать предлагалось на английском.

Ниже приведен список вопросов, для русского текста.

1. Где были фрукты?
2. Что сделать с зеленым яблоком?
3. Что сделать с лимоном?
4. Какой был виноград?
5. Что сделать с зеленым виноградом?

Следующие вопросы задавались по тексту на английском языке:

1. Где были фрукты?
2. Какие были апельсины?
3. Какие были груши?
4. Что сделать с ананасом
5. Что сделать с зеленой грушей?

На третьем этапе проведен сравнительный анализ влияния уровня языковой компетенции и структурных особенностей языка на организацию движения взора при чтении и при поиске ответа на вопрос в тексте.

Проведено сравнение распределения саккад и фиксаций при работе с русским и английским текстом в трех группах: испытуемые, владеющие английским языком на уровнях Elementary, PreIntermediate и Intermediate. Посчитаны и сопоставлены разностные коэффициенты для каждого измеряемого ET параметра у студентов с разным уровнем владения английским языком.

Результаты:

На первом этапе оценивался уровень знания английского языка у участников по методике Placement test. Было получено, что из 22 испытуемых 10 человек с уровнем Elementary, 5 человек – с уровнем Pre Intermediate и 7 – с уровнем Intermediate и Upper Intermediate.

В дальнейшем, результаты второго и третьего этапа исследования обрабатывались по трем группам испытуемых: «Elementary», «Pre Intermediate» и «Intermediate».

Сначала мы сравнили величины параметров саккад и фиксаций при работе студентов трех групп с текстами на одном языке. При анализе результатов чтения и ответов на вопросы в L1 тексте не было выявлено отличий в саккадах и фиксациях.

Было обнаружено, что при чтении L2 текста:

1. Амплитуда саккад выше у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с Elementary ($U=13$, $p=0.036$) и Pre Intermediate ($U=4$, $p=0.035$);
2. Среднее ускорение саккад выше у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с Elementary ($U=8$, $p=0.010$) и Pre Intermediate ($U=4$, $p=0.035$);
3. Пиковое ускорение саккад выше у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с Elementary ($U=6$, $p=0.005$) и Pre Intermediate ($U=3$, $p=0.023$).

Данные представлены на рисунке 53.

При анализе параметров глазодвигательной активности при поиске ответа на вопрос в текстах было получено, что продолжительность фиксаций меньше у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с Elementary (U -критерий, $p<0,05$). Данные представлены на рисунке 54.

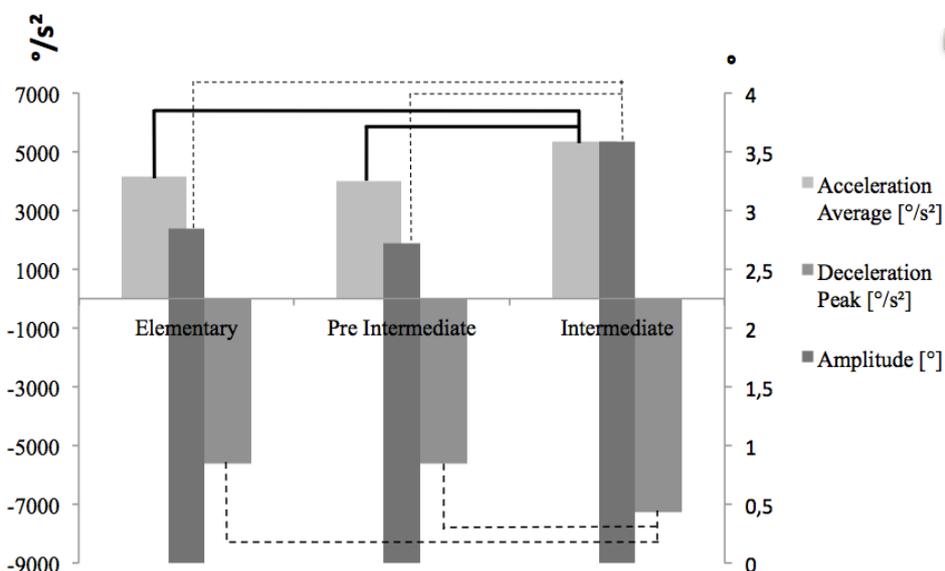


Рис. 53. Средние значения амплитуды, среднего ускорения и пикового замедления саккад у студентов трех групп при чтении L2 текста

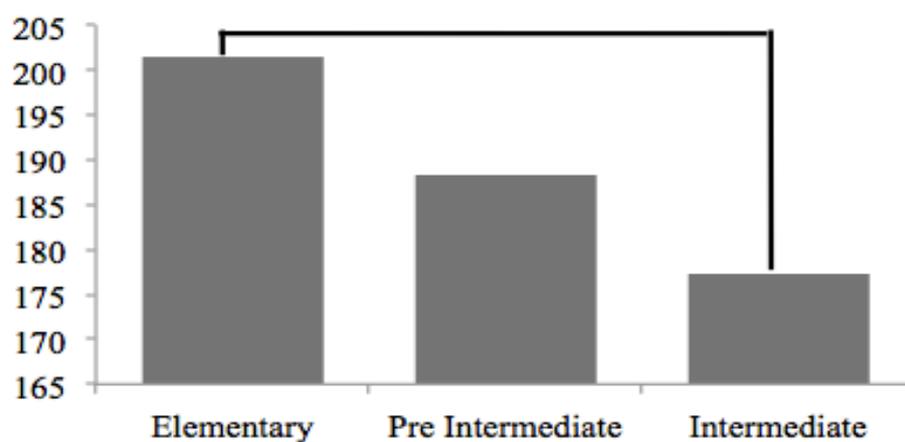


Рис. 54. Средние значения продолжительности фиксаций у студентов трех групп при поиске ответа на вопрос в L2 тексте

Было обнаружено, что разница в амплитуде саккад при чтении L1 и L2 текстов значительно выше у студентов с уровнем Elementary (средняя амплитуда саккад при чтении L2 текста уменьшается). Средний разностный коэффициент меньше для уровня Elementary, чем для Pre Intermediate ($U=3$, $p<0,01$) и Intermediate ($U=5$, $p<0,05$). Данные продемонстрированы на рисунке 55.

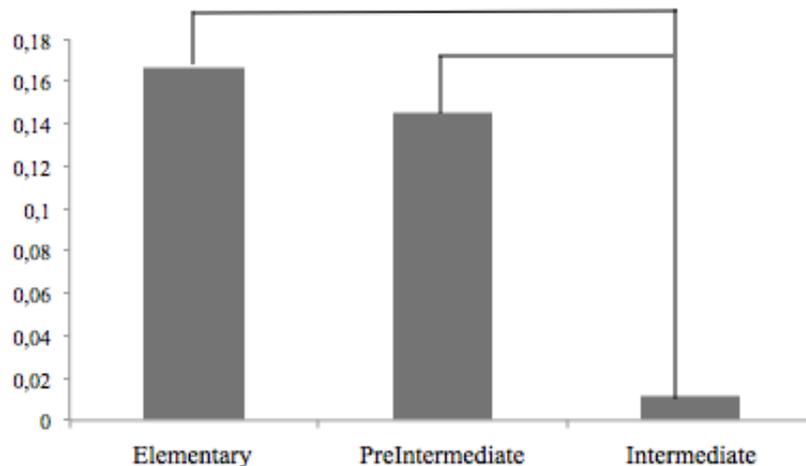


Рис. 55. Средние разностные коэффициенты амплитуды саккад при чтении текстов для студентов с разным уровнем владения английским языком

$$\text{(Разностный коэффициент} = \frac{\text{САС при чтении рус.текста} - \text{САС при чтении англ.текста}}{\text{САС при чтении рус.текста} + \text{САС при чтении англ.текста}},$$

САС= Средняя амплитуда саккад)

Чем ниже уровень владения L2, тем длиннее фиксации при поиске ответа на вопрос в тексте на L2. Средний разностный коэффициент выше для уровня Intermediate, чем для Pre Intermediate (U-критерий, $p < 0,05$) и Elementary (U-критерий, $p < 0,01$). Данные продемонстрированы на рисунке 56.

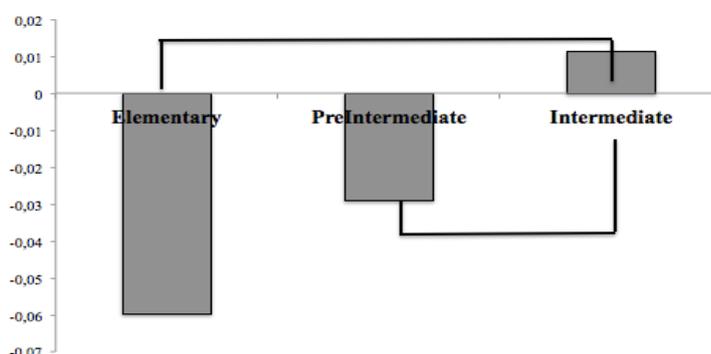


Рис. 56. Средние разностные коэффициенты длительности фиксаций при поиске ответа на вопрос в текстах для студентов с разным уровнем владения английским языком

$$\text{(Разностный коэффициент} = \frac{\text{СДФ при работе с рус.текстом} - \text{СДФ при работе с англ.текстом}}{\text{СДФ при работе с рус.текстом} + \text{СДФ при работе с англ.текстом}},$$

СДФ= Средняя длительность фиксаций).

Используя показатели длительности фиксаций при работе с текстами на L1 и L2 мы можем обозначить области в пространстве параметров длительности фиксаций, специфичные для уровней Elementary и Intermediate (рисунок 57).

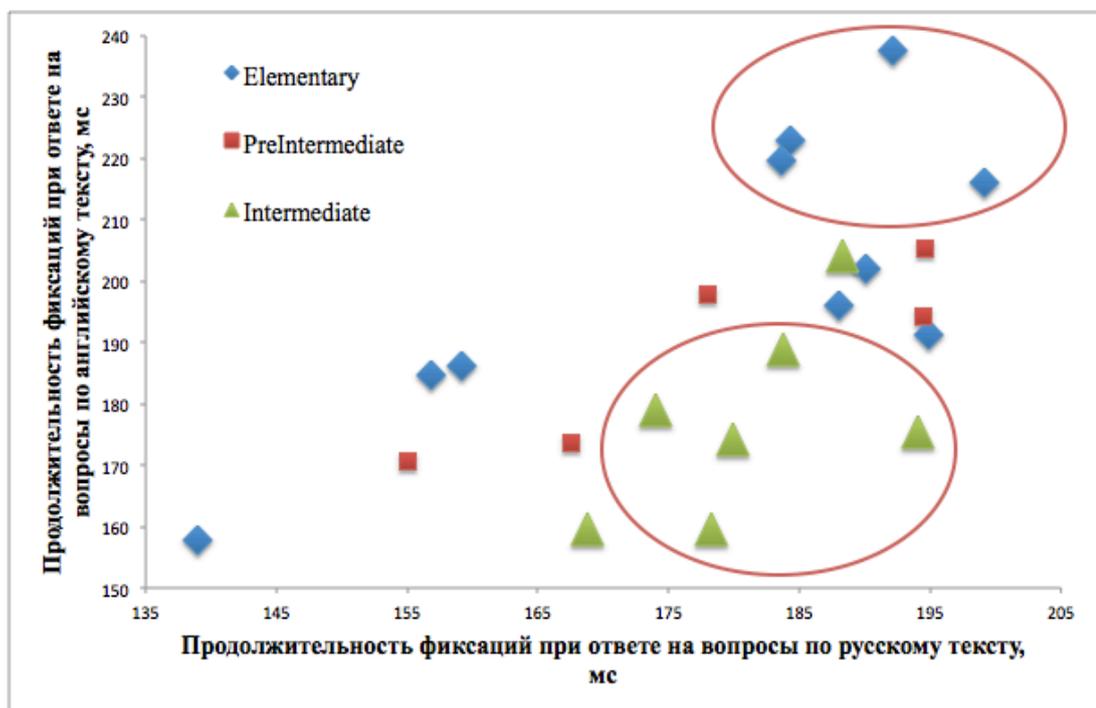


Рис. 57. Группировка представителей с уровнями Elementary и Intermediate в пространстве параметров продолжительности фиксаций при работе с текстами на русском и английском языках

Также можно на основе визуального анализа диапазонов чтения текстов на двух языках определять уровень освоения английского. При хорошем владении английским языком диапазоны чтения примерно одинаковы при работе с текстами на русском и английском. При плохом владении диапазон чтения значительно шире в английском тексте, так как человек не может предсказывать слова, поэтому делает фиксацию на каждом (рис. 58).

Но такой анализ не всегда информативен, если человек не прочитал текст на английском, а просто его просмотрел. В таком случае показатели саккад и фиксаций не информативны, не информативен и визуальный анализ.

Инвариантным показателем в данном случае оказался диаметр зрачка, который в любом случае сужается при работе с английским текстом, если человек плохо знает английский язык (рис. 58).

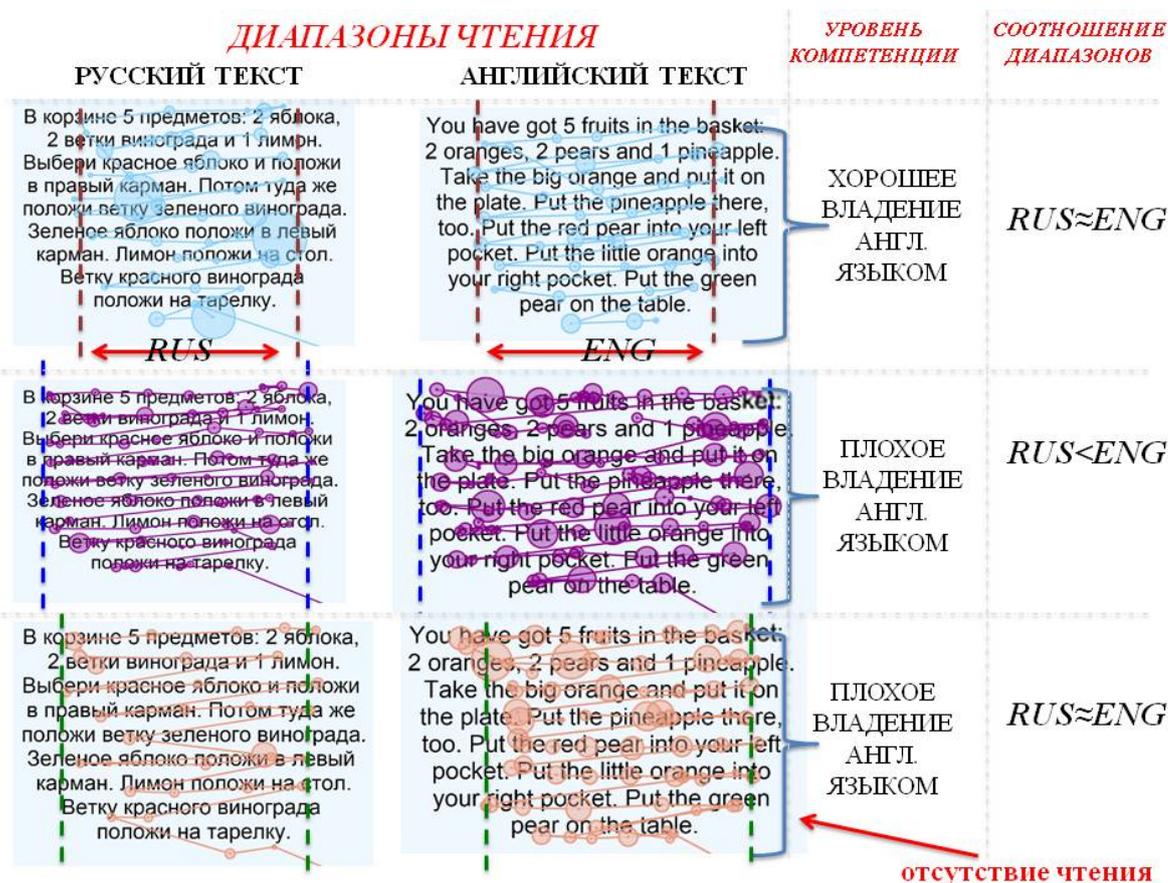


Рис. 58. Диапазоны чтения при разном уровне владения английским языком

В ходе эксперимента было получено, что для студентов с уровнем Elementary характерно значительное сужение диаметра зрачка при поиске ответа на вопрос в L2 тексте на английском языке по сравнению с L1 текстом. Такого не наблюдается для испытуемых с уровнями Pre Intermediate и Intermediate (разностный коэффициент для уровня Intermediate меньше, чем для Pre Intermediate (U-критерий, $p < 0,05$) и Elementary (U-критерий, $p < 0,05$) – см. рис. 59). Это можно объяснить тем, что люди с низким уровнем владения английским языком сконцентрированы на поиске специфического слова в субъективно сложном L2 тексте (что является ответом на вопрос), а люди,

компетентные в английском языке, ищут ответ на вопрос, ориентируясь на контекст.

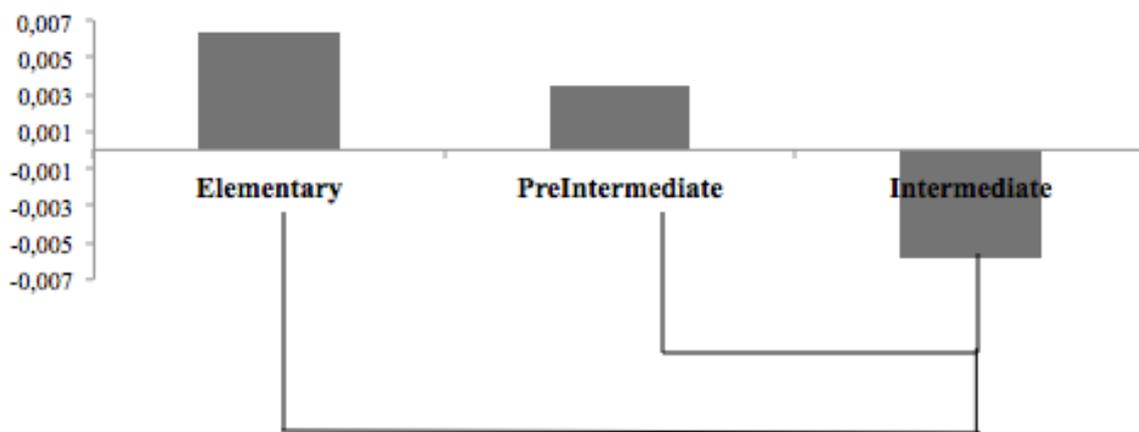


Рис. 59. Средние разностные коэффициенты диаметра зрачка при поиске ответа на вопрос в текстах для студентов с разным уровнем владения английским языком

$$\text{(Разностный коэффициент} = \frac{\text{СДЗ при работе с рус.текстом} - \text{СДЗ при работе с англ.текстом}}{\text{СДЗ при работе с рус.текстом} + \text{СДЗ при работе с англ.текстом}} \text{)}$$

СДЗ= Средний диаметр зрачка)

3.3.3. Особенности фиксации взора на словах разного семантического класса при чтении на английском языке как отображение уровня языковой компетенции

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие студенты-психологи ФСН ННГУ им. Лобачевского (11 человек), и студенты-лингвисты НГЛУ им. Добролюбова, получающие профессиональное лингвистическое образование (22 человека). Все добровольцы имели нормальное или скорректированное до нормального зрение.

В качестве стимулов использовались тексты вопросов из общепринятых тестов на определение уровня знания языка. Выбор тестов

осуществлялся таким образом, чтобы тесты содержали одинаковое количество вопросов.

Перед проведением измерений испытуемым давалась следующая инструкция: «Сейчас Вам будет необходимо ответить на вопросы тестов по английскому языку. На слайде Вам будет предъявлен текст вопроса. Прочитайте его внимательно, когда прочитаете, посмотрите в правый нижний угол экрана. Запоминать текст вопроса не нужно. На третьем слайде Вам будет еще раз предъявлен текст вопроса и варианты ответов на него. Выберете правильный вариант ответа и запомните его номер. На следующем слайде посмотрите только на ту цифру, которая соответствует номеру правильного варианта ответа».

Процедура заключалась в предъявлении вопросов на английском языке. Предъявлялись 9 вопросов теста по английскому языку.

В рамках данного исследования анализировалась траектория движения взора при чтении тестовых предложений. Каждое «закрытое» слово было обозначено как самостоятельная зона интереса «AreaofInterest» (AOI) в модуле BeGaze.

Главной независимой переменной выступал профиль обучения студентов: лингвистический и психологический (фактор «профиль»). Также в ходе анализа вводился дополнительный предиктор - тип «закрытого» слова (the, you, what, I, at, to, that, it, if, a, their, so, my, of, in, not) – фактор «Area of interest». Анализировались только те закрытые слова в позиции n , рядом с которыми (в позициях $n+1$ и $n-1$) не находится другое слово из того же класса. Анализ проводился отдельно для каждой зависимой переменной: длительность первой фиксации, суммарная продолжительность фиксаций, средняя длительность фиксации, количество фиксаций, наличие/отсутствие фиксации на «закрытом» слове.

Использовался однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Все массивы данных проверялись на нормальность по критерию Колмогорова-Смирнова.

Результаты:

1. Доля зафиксированных «закрытых» слов при чтении

При анализе наличия/отсутствия фиксаций на «закрытых» словах было выявлено, что в среднем делаются фиксации на 38% «закрытых» слов. При этом лингвисты делают фиксации на 33% слов, а психологи – на 48%. Получено, что 55% из выборки лингвистов и 0% из выборки психологов сделали фиксации менее чем на 30% «закрытых» слов – рис. 60.

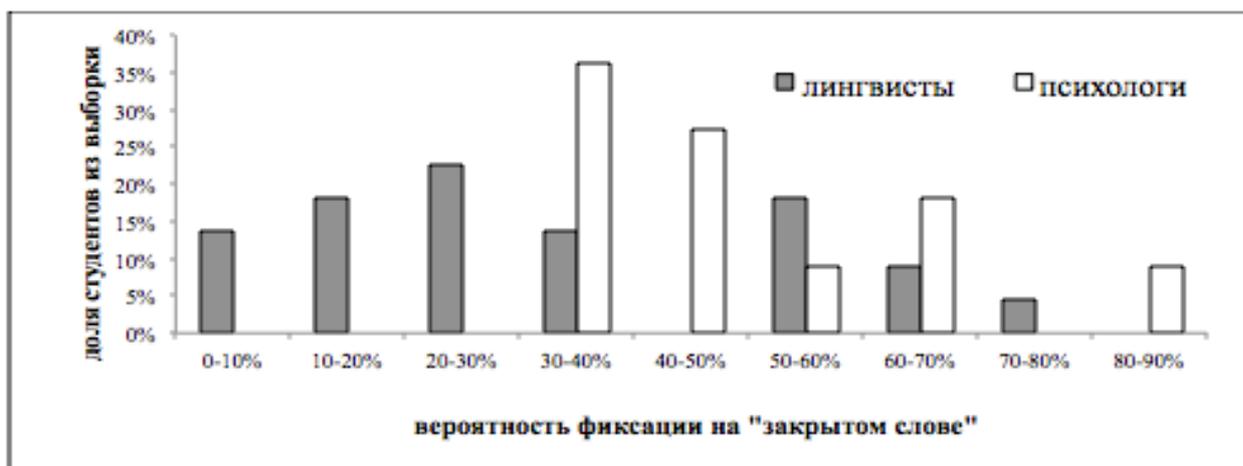


Рис. 60. Распределение студентов по количеству зафиксированных «закрытых» слов в зависимости от профиля обучения

Влияние фактора «профиль» на наличие/ отсутствие фиксации на «закрытом» слове с учетом фактора «Area of interest» оказалось незначимым ($F(15, 706)=.76, p=.72$) – рис. 61. При этом выявлено, что лингвисты достоверно чаще делают пропуск на словах «the» и «what» ($p<0,05$).

2. Анализ длительности первой фиксации

При однофакторном дисперсионном анализе было получено, что фактор «профиль» обучения значимо влияет на длительность первой фиксации на «закрытых» словах при чтении ($F(1, 736)=22.01, p<.001$) – рис. 62.

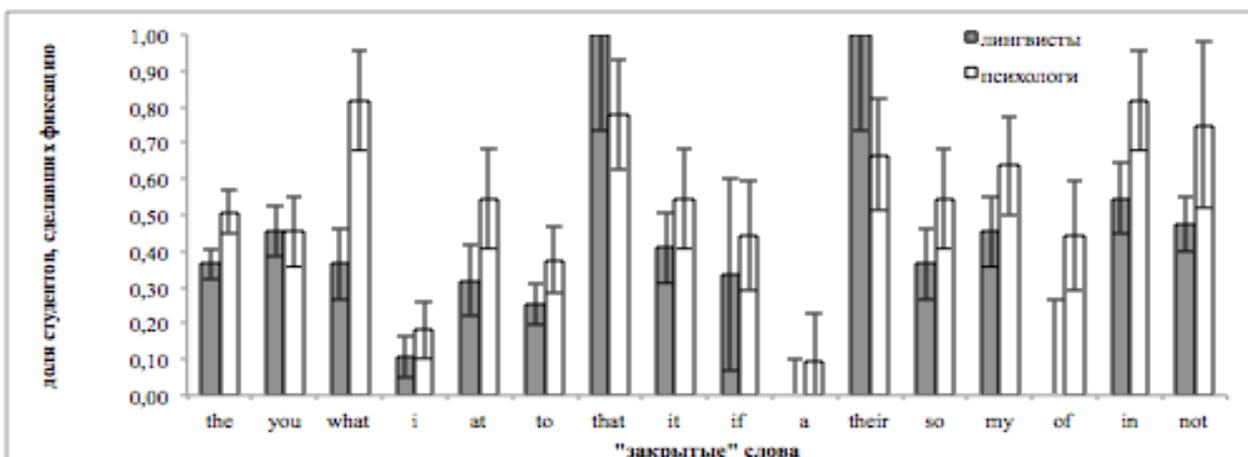


Рис. 61. Вероятность фиксации на каждом из «закрытых» слов у лингвистов и ПСИХОЛОГОВ

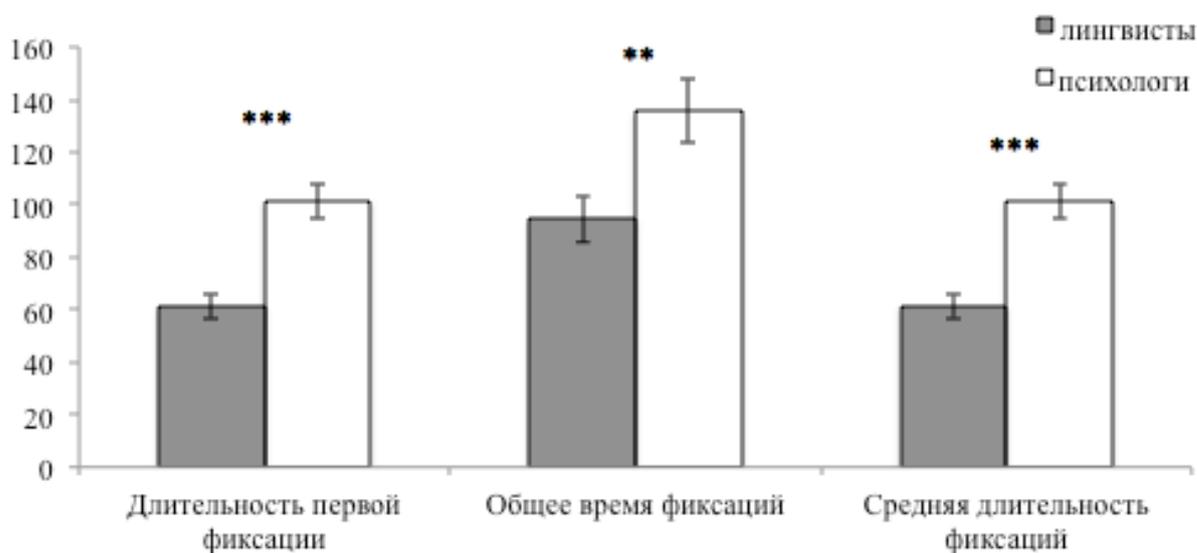


Рис. 62. Средняя длительность первой фиксации, общее время фиксации, средняя фиксация на «закрытых» словах в зависимости от профиля обучения (** - $p < .01$; *** - $p < .001$)

Таким образом, у студентов, получающих специализированную лингвистическую подготовку, длительность первой фиксации значительно меньше, чем у студентов, не имеющих опыта изучения английского языка помимо стандартной школьной программы.

3. Анализ общего времени фиксации

Фактор «профиль» обучения значимо влияет на общее время фиксации на «закрытых» словах при чтении ($F(1, 736)=7.54, p<.01$). Общее время просмотра «закрытых» слов у студентов-лингвистов значимо меньше, чем у студентов-психологов.

4. Анализ средней продолжительности фиксации

Фактор «профиль» обучения значимо влияет на общее время фиксации на «закрытых» словах при чтении ($F(1, 736)=23.16, p<.001$). Средняя длительность фиксации на «закрытых» словах студентов-лингвистов значимо меньше, чем у студентов-психологов.

5. Анализ количества фиксации

Фактор «профиль» обучения значимо влияет на количество фиксации на «закрытых» словах при чтении ($F(1, 736)=4.67, p<.05$) – рис. 63.

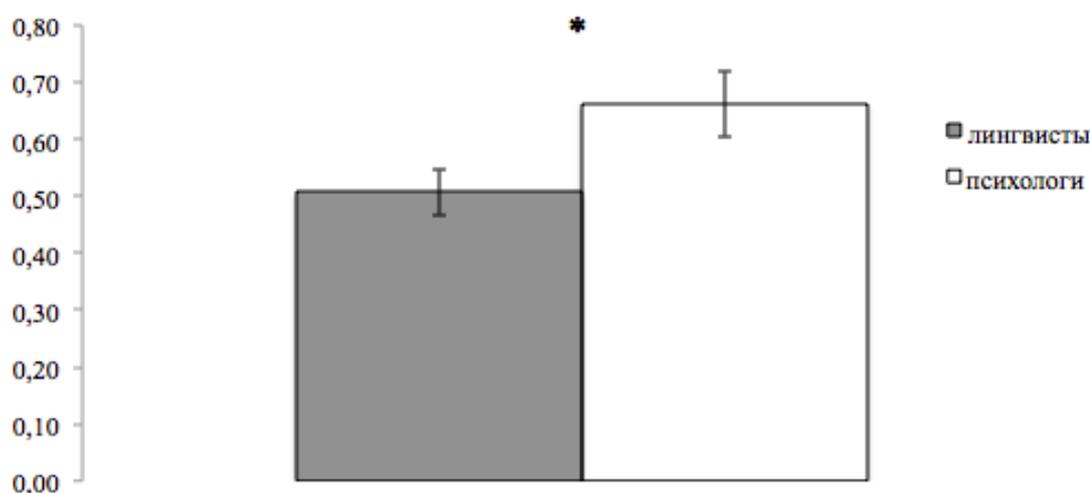


Рис. 63. Среднее количество фиксации на «закрытых» словах в зависимости от профиля обучения (* - $p<.05$)

У студентов-лингвистов количество фиксации на «закрытых» словах значимо меньше, чем у студентов-психологов.

6. Кластеризация выборки по параметрам айтрекинга

При классификации методом К-средних было получено, что по двум параметрам (количество фиксаций и общее время фиксаций) вся выборка разделяется на 3 кластера – табл. 11.

Используя описательные статистики кластеров, возможен отбор из выборки только студентов-лингвистов с чувствительностью 0.5 и надежностью 0.78.

Таблица 11 - Основные результаты кластеризации выборки

Кластер	Профиль	Количество фиксаций	Общее время фиксаций	Количество случаев
1	лингвист	0.25±0.24	42.33±40.12	17
2	лингвист	1.40±0.40	274.78±137.48	5
3	психолог	0.64±0.45	122.57±87.50	11

3.3.4. Влияние частотности слов на распределение фиксаций при чтении текстов на русском и английском языке у студентов с разным уровнем владения английским языком

Дизайн исследования:

В исследовании приняли участие 17 добровольцев в возрасте от 19 до 23 лет (2 мужчин и 15 женщин). В качестве стимульного материала были использованы 6 текстов: один текст на русском языке (43 слова), пять текстов на английском языке (41, 53, 51, 50, 53 слов соответственно).

На первом этапе оценивался уровень знания английского языка у участников по методике Placement test (<http://oxfordklass.com/placement-test/>).

На втором этапе регистрировалось движение взора при чтении текстов на родном и иностранном языках.

Ниже приводятся характеристики стимульного материала.

Цвет фона – Alice blue, цвет текста – черный, размер шрифта в редакторе Experiment Center – Times New Roman, 72 pt. (0,520 в угловых единицах), межстрочный интервал – 1,5 см.

Далее испытуемый участвовал в процедуре калибровки для максимальной точности записи глазодвигательной активности.

После процедуры калибровки испытуемому давалась инструкция: «Сейчас на экране появится текст. Текст нужно прочитать один раз про себя. Когда читаете, необходимо посмотреть в правый нижний угол экрана».

Результаты:

По итогам оценки уровня знания английского языка (языковой компетенции) у участников по методике Placement test было получено, что из 17 испытуемых 9 человек - с уровнем Elementary, 8 человек – с уровнем Intermediate и Upper Intermediate.

В дальнейшем, результаты второго и третьего этапа исследования обрабатывались по двум группам испытуемых: «Elementary» и «Intermediate и выше».

На втором этапе исследования было зарегистрировано 102 записи трекинга глаз при чтении 1 текста на родном русском языке и 5 текстов на английском языке.

Все слова в русском тексте по интервалам частотности были нами разделены в 6 групп (см. табл. 12).

Таблица 12 - Диапазоны частотности слов для групп 1-6 в русском тексте

Но.группы	Диапазон частотности
1	0,000000076–0,000000292
2	0,000000425–0,000000546
3	0,000000971–0,00000162
4	0,000002405–0,000003334
5	0,000012436–0,000088872
6	0,0003493–003874386

На рис. 64 представлено среднее количество фиксаций на словах разной частотности в русском тексте по всей выборке испытуемых.

Получено, что по мере увеличения частотности слова в русском языке, среднее количество фиксаций на нем снижается. Если для слов с частотностью 0,000000076–0,000003334 среднее количество фиксаций $1,3 \pm 0,23$, то для слов с частотностью 0,000012436–0,000088872 – $0,63 \pm 0,21$, а с частотностью 0,0003493–003874386 – $0,21 \pm 0,19$.

В соответствии с полученным результатом (рис. 64) распределения среднего количества фиксаций по группам слов разной частотности, группы 1–6 были объединены в две группы: группы 1–4 составили «высоочастотные слова» (в дальнейшем – блок 1) и группы 5–6 составили «низкочастотные слова» (в дальнейшем – блок 2).

Далее анализировалось количество и длительность фиксаций на блоках «высоочастотных» и «низкочастотных» слов. На рисунке 65 показаны отличия в количестве фиксаций на высокочастотных и низкочастотных словах у испытуемых с разным уровнем знания английского языка при чтении русского текста. Люди с уровнем Elementary делают большее количество фиксаций на низкочастотных словах в русском тексте (U-критерий; $p < 0,01$).

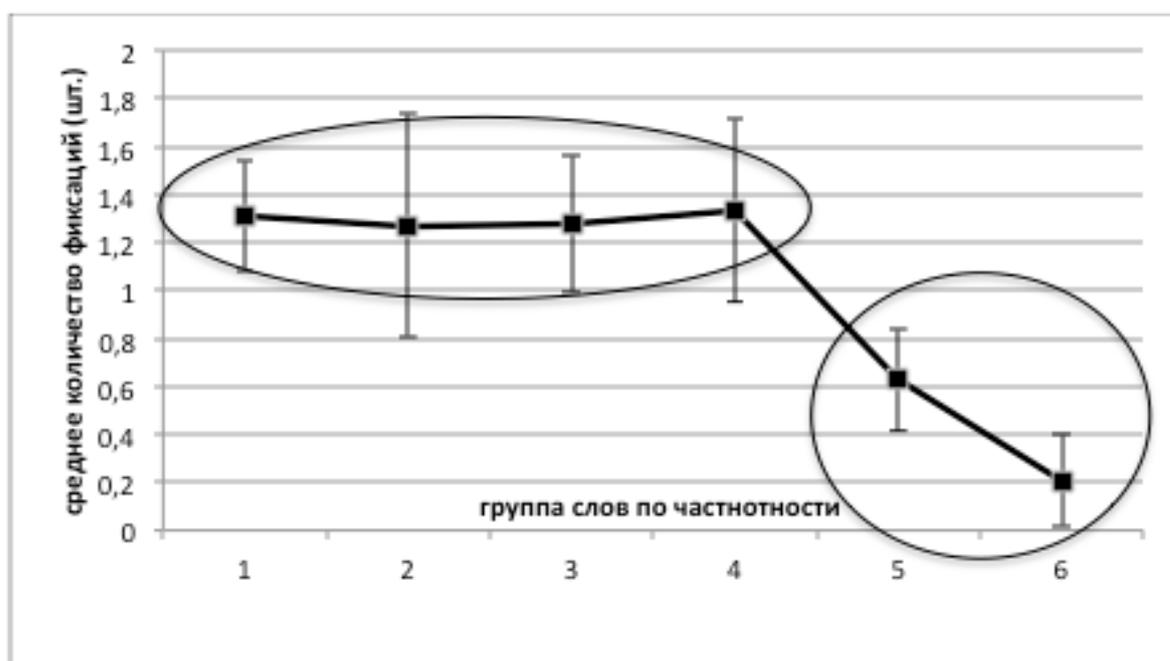


Рис. 64. Зависимость среднего количества фиксаций от групп слов по частотности при чтении русского текста (овалом выделены

«высокочастотные» и «низкочастотные» слова).

Все слова в английских текстах по интервалам частотности распределились в 7 групп. Результаты распределения слов по частотности показаны в таблице 13. В последнюю седьмую группу самых высокочастотных слов вошли только артикли, предлоги, местоимения.

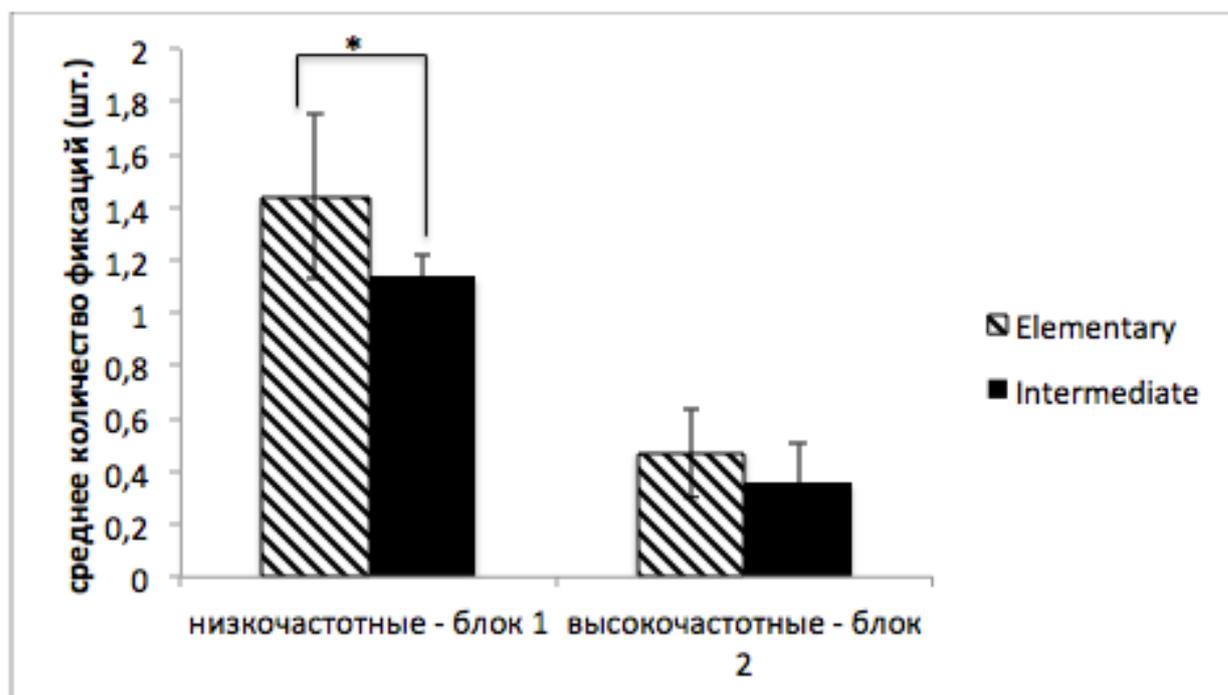


Рис. 65. Среднее количество фиксаций на высоко- и низкочастотных словах в зависимости от уровня знания английского языка при чтении русского текста (* $p < 0,05$; оценка по U-критерию Манна-Уитни)

Таблица 13 - Диапазоны частотности слов для групп 1-7 в английских текстах

Но. группы	Диапазон частотности
1	0,00000004–0,00001688
2	0,00002113–0,00005055
3	0,00007024–0,00020924
4	0,00022393–0,00044641
5	0,00056681–0,00089831
6	0,00111902–0,00516591
7	0,00661498–0,02136923

При анализе зависимости среднего количества фиксаций от групп слов разной частотности при чтении текстов на английском языке было получено, что обе группы испытуемых (и с уровнем Elementary, и Intermediate) делают большее количество фиксаций на низкочастотных словах в английских текстах. Для студентов с уровнем Elementary среднее количество фиксаций по группам слов: 1 $-2,969 \pm 2,164$, 2 $- 2,406 \pm 1,65$, 3 $- 1,768 \pm 1,267$, 4 $- 1,298 \pm 1,556$, 5 $- 1,397 \pm 1,083$, 6 $- 1,583 \pm 1,092$, 7 $- 1,070 \pm 0,796$. Для студентов с уровнем Intermediate: 1 $-1,775 \pm 1,184$, 2 $- 1,684 \pm 1,083$, 3 $- 1,253 \pm 0,970$, 4 $- 0,944 \pm 0,817$, 5 $- 1,064 \pm 0,764$, 6 $- 1,153 \pm 0,765$, 7 $- 0,758 \pm 0,647$.

При анализе достоверности отличий количества фиксаций по группам слов разной частотности у людей с уровнями Elementary и Intermediate было получено, что различия достоверны в каждой группе ($p < 0,001$) (см. рис. 66). Испытуемые с уровнем Elementary делают достоверно большее количество фиксаций на всех группах слов.

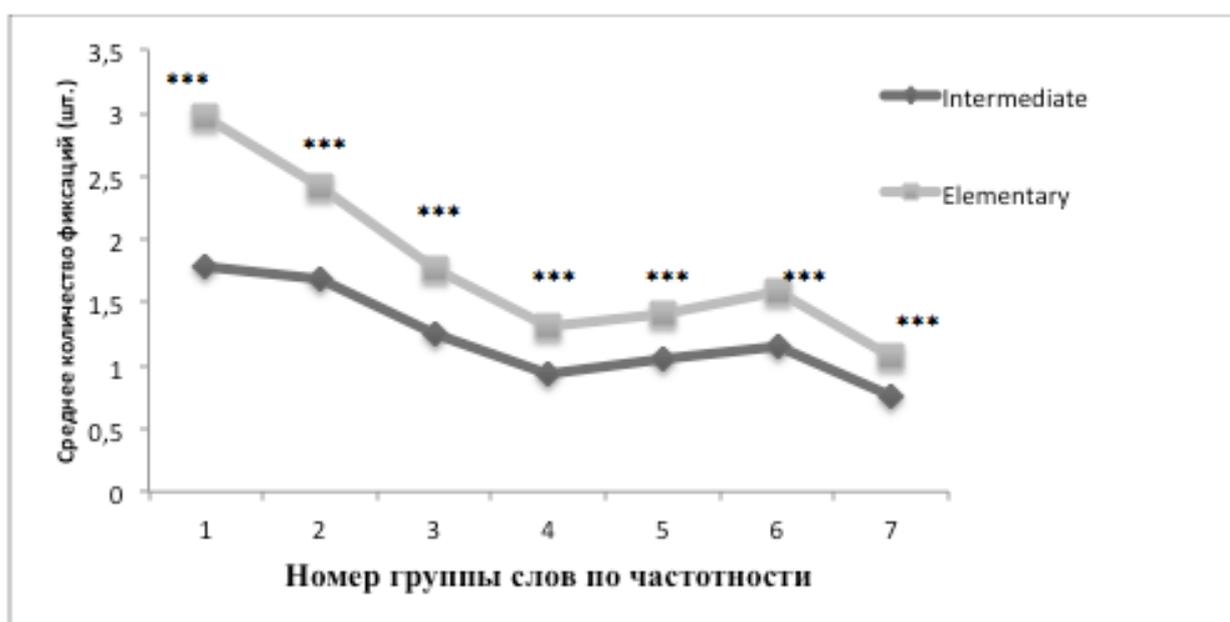


Рис. 66. Сравнение средних значений количества фиксаций по группам слов в английских текстах у испытуемых с уровнем Elementary и Intermediate (***) $p < 0,001$; оценка по U-критерию Манна-Уитни)

При анализе длительность фиксаций на словах разной частотности у испытуемых с уровнем знания английского языка (Elementary и Intermediate)

выяснилось, что все они делают более длительные фиксации на низкочастотных словах, что отражено на рисунке 67.

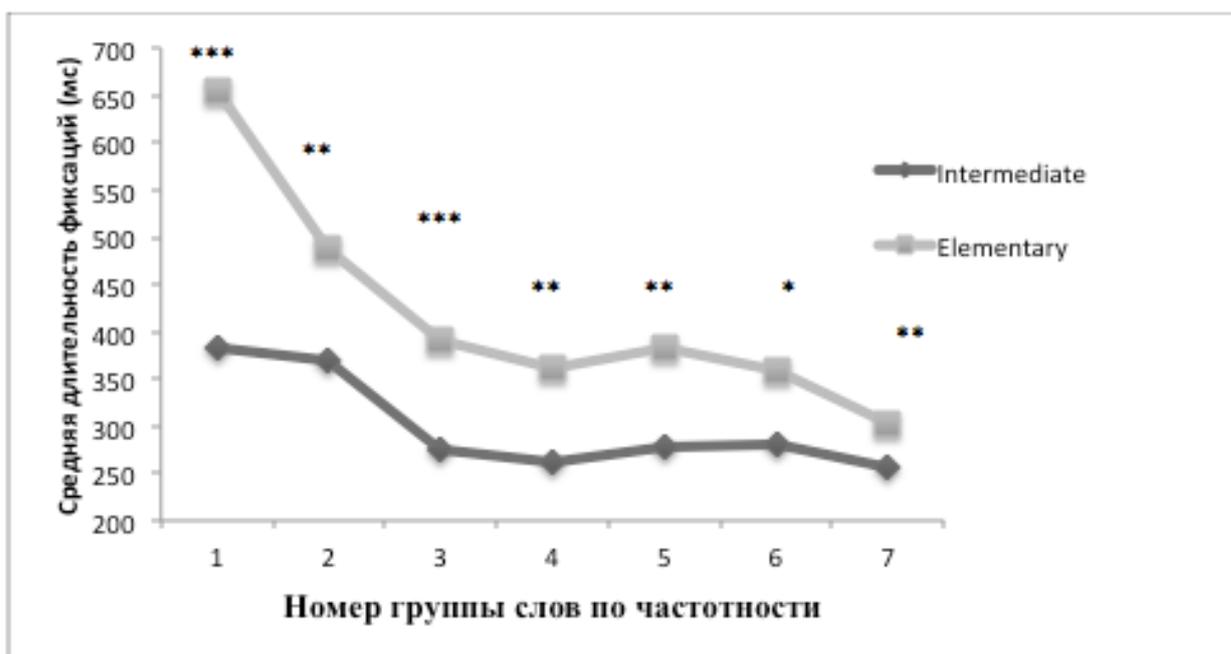


Рис. 67. Средние значения длительности фиксации по группам слов разной частотности при чтении английских текстов испытуемыми с уровнем Elementary и Intermediate (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,000$; оценка по U-критерию Манна-Уитни)

Таким образом, испытуемые с уровнем Elementary делают достоверно более долгие фиксации на всех группах слов. Самое большое различие наблюдается на самых низкочастотных словах (1 группа).

3.2.3. Вегетативное обеспечение чтения текстов на английском языке русскоязычными студентами

Дизайн исследования:

Траектории движения взора и динамика ритма сердца зарегистрированы при чтении 14 текстов (7 – на русском, 7 – на английском) и поиске ответа на вопросы по ним («интервью») у 7 студентов-психологов. Проведена оценка значимости лингвистических и индивидуальных факторов

по отношению к показателям ВРС в 6 контекстах: до айтрекинга («до ЕТ»), калибровка на ЕТ, чтение текста на русском языке, интервью по тексту на русском языке, чтение текста на английском языке, интервью по тексту на английском языке.

Результаты:

1. Связь изменения диаметра зрачка и динамики RR-интервалов

При анализе динамики показателя диаметра зрачка и динамики RR-интервалов, синхронизированных по времени, было выявлено, что увеличение диаметра зрачка согласуется с уменьшением длительности RR-интервалов (рис. 68).

Таким образом, при начале чтения нового текста наблюдается расширение диаметра зрачка и уменьшение длительности RR-интервалов, что является биомаркерами активации симпатической нервной системы.

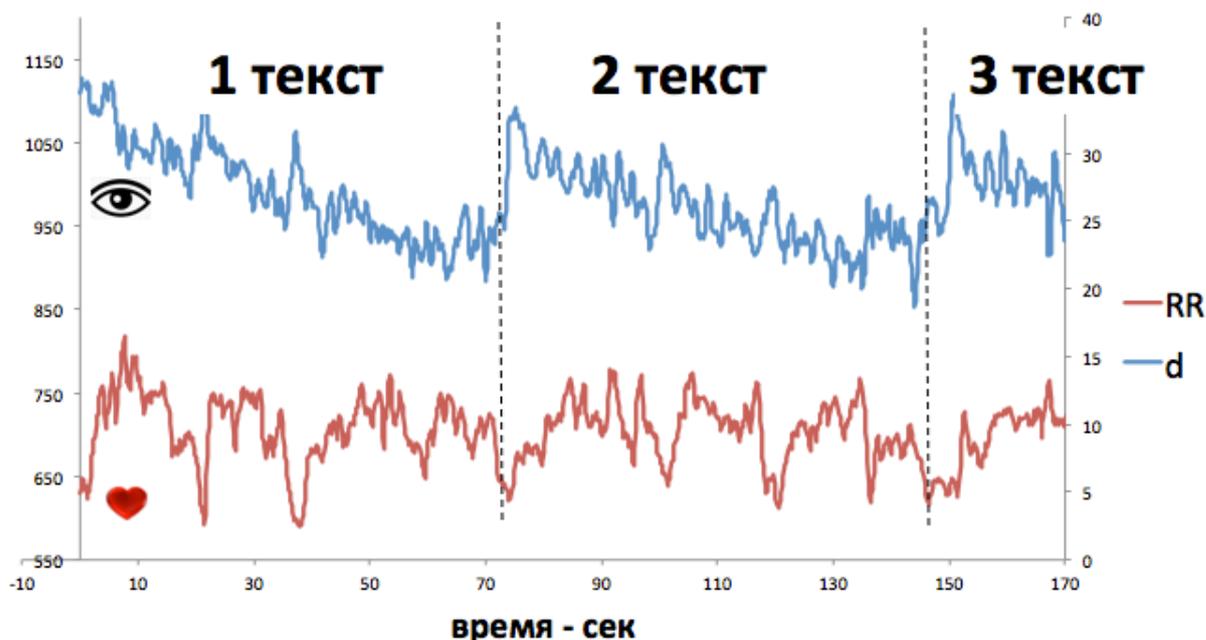


Рис. 68. Визуализация динамических результатов по диаметру зрачка и RR-интервалов, синхронизированных по времени

Далее анализировались данные по показателю LF и диаметру зрачка, синхронизированные по времени. В качестве показателя для диаметра зрачка

бралась разница между текущим значением диаметра зрачка и средним значением ($di-dcp$) – рис. 69.

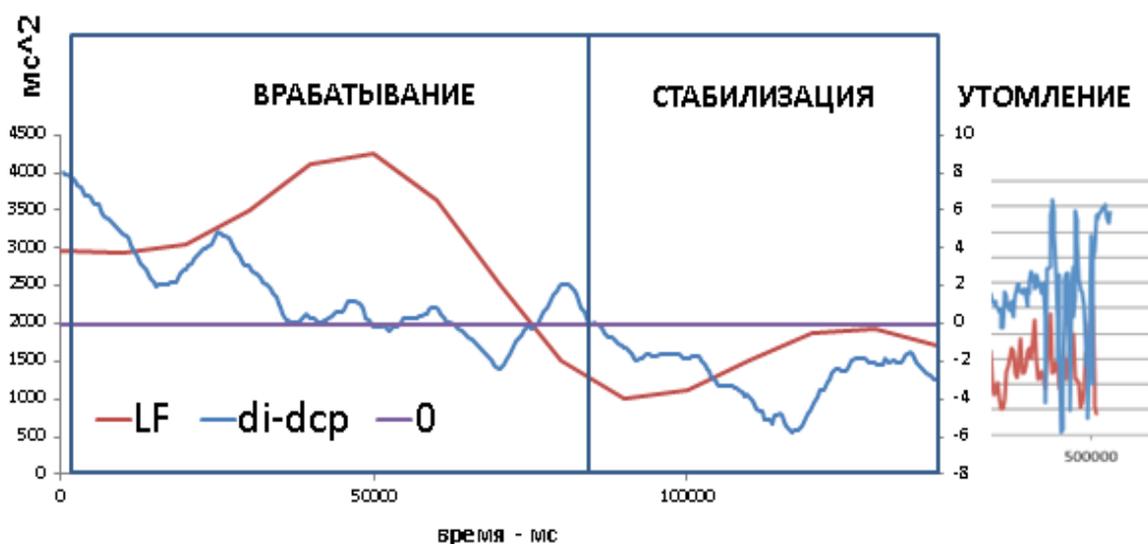


Рис. 69. Динамика диаметра зрачка и LF при чтении текста

На основании полученных результатов было выделено 3 фазы работы с текстом:

1. Фаза «вработывания» - рост, а затем падение LF и снижение диаметра зрачка до среднего значения;
2. Фаза «стабилизации» - стабильно низкие значения LF и диаметра зрачка;
3. Фаза «утомление» - срывы калибровки на айтрекинге и появление низкочастотных колебаний сердечного ритма.

2. Влияние языка текстов на показатели ВРС

Установлено, что значимые эффекты фактора «язык» проявляются как при чтении, так и во время интервью ($F(2, 108)=3,47$; $p=0,034$) – рис. 70: при выполнении задач на английском языке наблюдается рост симпатической активации ($p<0,001$), снижение активности парасимпатической нервной системы ($p<0,001$), повышение уровня напряжения регуляторных систем (ИВБ) ($p<0,001$).

Анализ данных с учетом фактора индивидуальных особенностей позволяет определить свойства вегетативного обеспечения лингвистических функций, которые не проявляются при анализе усредненных показателей (рис. 71).

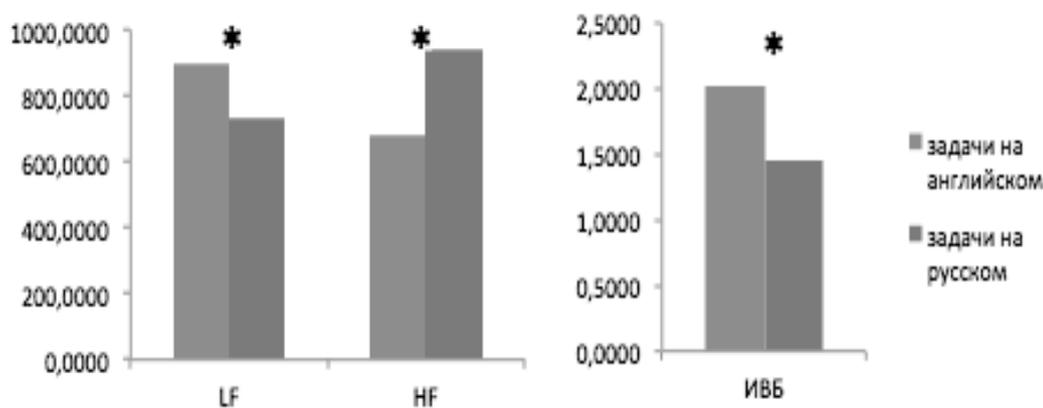


Рис. 70. Показатели вариабельности сердечного ритма при выполнении лингвистических задач на айтрекере

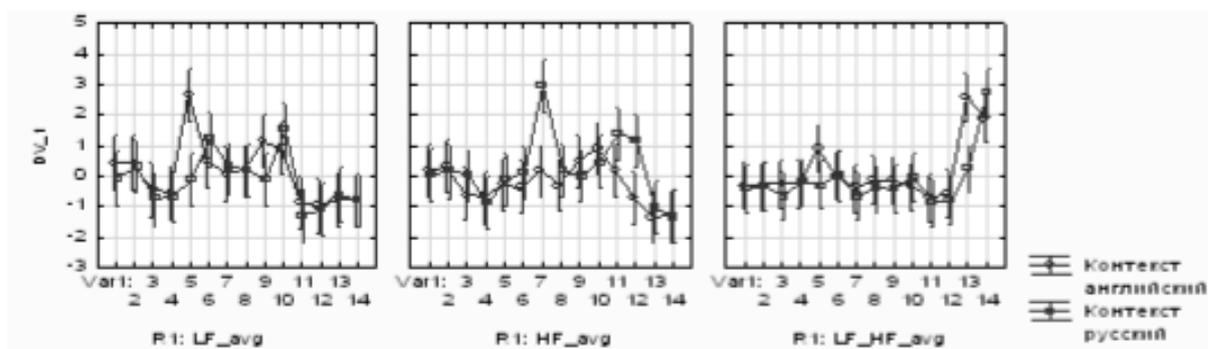


Рис. 71. Динамика LF, HF, ИВБ при решении лингвистических задач на русском и английском языках у разных студентов. По оси X – номер задачи.

3. Оценка показателей ВРС в разных контекстах

Максимальное напряжение регуляторных систем отмечается непосредственно до айтрекинга и в контексте калибровки. Это согласуется с данными о предтестовой мобилизации школьников при проверке знаний по общеобразовательным предметам (Костромина и др., 2015). Целевой

контекст (лингвистическая задача) требует меньших энергетических затрат, чем контексты «до ЕТ» и «калибровка».

Благодаря событийно-связанной телеметрии фиксировалась стрессогенность каждого из контекстов. Установлено, что в контексте «калибровка» эпизоды стресса проявлялись чаще, чем при решении лингвистических задач. Сравнительный анализ усредненных показателей стрессогенности целевых контекстов дал неожиданный результат: чаще всего стрессы возникали в интервью по содержанию текстов на русском языке.

3.3.5. Обсуждение. Особенности движения глаз при чтении текстов на английском языке как моторное отображение субъективной сложности задачи и успешности освоения английского языка

Было выявлено, что студенты психологи и лингвисты по количеству верных ответов в тесте на знание родного языка не имеют значимых отличий, а по тесту на знание английского языка лингвисты дают значимо больше верных ответов, чем психологи.

Исследование влияния структуры текста на параметры движений глаз показало, что при увеличении размера шрифта происходит увеличение диаметра зрачка, что обусловлено настройкой оптической системы глаза. При увеличении количества слов в строке происходит увеличение продолжительности фиксации и увеличивается диаметр зрачка, что может быть связано с активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы и процессом мобилизации.

Оказалось, что у студентов-психологов амплитуда саккад и диаметр зрачка значимо больше при чтении текстов на русском языке, а продолжительность фиксации, их количество, время чтения строки, количество вертикальных регрессий и доля эксплицитных фиксации – значимо больше при чтении текстов на английском языке.

Исследование влияния уровня лингвистической профессиональной подготовки на движение взора при чтении текстов на русском и английском

языке показало, что при чтении текстов на русском языке между студентами психологами и лингвистами существуют различия по двум параметрам Eye-Tracking - количество фиксаций и время чтения строки значительно больше у лингвистов, чем у психологов. Это может говорить о том, что лингвисты более тщательно читали тексты на русском языке, чем психологи. При чтении на английском – количество фиксаций, регрессий и диаметр зрачка значительно больше у психологов, а амплитуда саккад – значительно больше у лингвистов, что свидетельствует о том, что данные показатели являются показателями субъективной сложности восприятия текста.

Исследование показало, что частотная структура русскоязычного текста влияет на распределение фиксаций при его чтении, что ранее уже было продемонстрировано для английского языка (Inhoff & Rayner, 1986). При чтении русского текста русскоязычными студентами наблюдается та же зависимость: чем большая частотность у слова, тем больше и более длительные фиксации на него приходятся.

В результате исследования было выявлено, что люди с уровнем Intermediate делают меньшее количество фиксаций на низкочастотных словах в русском тексте, чем люди с уровнем Elementary. Это может свидетельствовать о факте искажения, вносимом изучением второго (английского) языка на процесс работы с текстом на родном языке. Это согласуется с описанием нейрофизиологических механизмов процесса научения в системно-эволюционном подходе, а именно с положением о том, что приобретение нового опыта всегда включает реорганизацию предыдущего (Александров, 2005).

При анализе также выяснилось, что люди с низкой успешностью результата освоения английского языка делают большее количество фиксаций и более длительные фиксации на каждой группе слов по частотности в английских текстах.

В нашей работе впервые были найдены достоверные отличия в количестве и длительности фиксаций взгляда у испытуемых с разным уровнем

знания языка на всех группах слов по частотности, а не только на низкочастотных.

Также в нашем исследовании было выявлено, что при чтении текста на иностранном (английском) языке русскоязычные студенты-лингвисты делают фиксации на 33% «закрытых» слов, а психологи – на 48%. При этом, в литературе показано, что при чтении текста на родном языке примерно 65% «закрытых» слов пропускаются (Rayner et al., 2007). Таким образом, мы выявили, что студенты, имеющие специализированную лингвистическую подготовку, используют при чтении текста на иностранном языке схожую модель чтения, что и при работе с текстом на родном языке.

Результат о меньшей длительности первой, средней и всех фиксаций на «закрытых» словах у студентов-лингвистов также согласуется с литературными данными о том, что при чтении текста на родном языке фиксации на «закрытых» словах обычно отсутствуют или являются менее длительными, чем на «открытых» (Seguí et al., 1987). Это также подтверждает, что студенты, которые профессионально осваивают английский язык, читают иноязычные тексты, используя модель работы с вербальными стимулами на родном языке.

Сказанное подтверждает выдвинутое нами ранее предположение, что по мере профессионального изучения иностранного языка, происходит перенос модели языковой деятельности в условиях родного языка на условия иностранного языка (Демарева, Полевая, 2013ав; Demareva & Polevaya, 2014).

Результаты, полученные в наших исследованиях, свидетельствуют в пользу возможности создания инструмента оперативной оценки языковой компетенции с опорой на объективные параметры движения глаз. Так, например, было показано, что для низкого уровня владения английским языком характерно сужение диаметра зрачка и более длительные фиксации при поиске ответа на вопрос.

В данном исследовании было обнаружено, что существует связь уровня владения языком с коэффициентом по длительности фиксации и

коэффициентом по соотношению диаметра зрачка. Сопоставление ранее известных и полученных в настоящем исследовании данных дает основание для подтверждения предположения об информативности разностных коэффициентов при задаче оценки субъективной сложности текста и уровня знания языка.

Основываясь на выводе о том, что профессионализация лингвиста проявляется в формировании схожести моделей работы с вербальными стимулами на родном и иностранном языках, возможно построение экспертной системы оценки иноязычной компетенции человека, которая основывается на данных айтрекинга при чтении текстов на иностранном языке (при сопоставлении их с известными стереотипными паттернами чтения на родном языке).

Суммируя результаты, полученные с помощью технологии айтрекинга, можно выделить биомаркеры (биологические индикаторы) успешности результата освоения английского языка русскоязычными студентами (табл. 14).

Таблица 14 - Биомаркеры компетенции в английском языке в пространстве параметров айтрекинга

	показатель	Высокая компетенция	Низкая компетенция
изменение показателя при работе с текстом на англ.яз. по сравнению с рус.яз.	длительность фиксации	↑ 4,8%±1,8% либо ↓ 7,1%±1,7%	↑ 13%±2,6%
	амплитуда саккад	↑ 10%±3,9% либо ↓ 10%±5,5%	↑ 28%±3%
	диаметр зрачка	↑ 1,2%±0,6%	↓ 1,2%±0,8%

Таким образом, успешность результата освоения английского языка проявляется в отсутствии увеличения длительности фиксации, снижения

амплитуды саккад и диаметра зрачка при работе с английским текстом по сравнению с русским.

Во время чтения происходит непрерывное обращение к долговременной памяти для распознавания зрительных отображений слов и установления их значения (Анисомов, 2011). В современной психолингвистике получили развитие представления об особой структуре, связывающей слова в долговременной памяти (Underwood, 2005). При восприятии речи в этой структуре происходит процесс конкурентного выбора значения слова из долговременной памяти. Нейрофизиологическим базисом лексической долговременной памяти является активность зоны «понимания» зрительно предъявляемых слов (англ. *visual word form area*, VWFA), расположенной в левой затылочно-височной борозде на границе с веретенообразной боковой извилиной (поле 37), при повреждении которой утрачивается способность понимать значение читаемых слов (Cohen et al., 2002). Процесс связывания отдельных слов, например, местоимения и предшествующего существительного (называемого антецедентом), происходит при вовлечении подсистемы внимания исполнительного контроля (Posner, 2004), которая управляет работой вербально специфической рабочей памяти для удержания текущей текстовой информации и переключения между конкурирующими альтернативами (Nagoort et al., 2004). В качестве нейрофизиологического субстрата этой памяти выступают области, которые тесно прилегают к «классической» зоне Брока (поля 44, 45) и включающие поле 47 (префронтальная часть нижней фронтальной извилины) и нижнюю часть поля 6 (Bookheimer, 2002; Nagoort et al., 2004). Динамика «лексического» компонента ВП N400 в этих областях отражает семантические нарушения (несоответствия) между словами. Эти данные свидетельствуют о роли данной области в интеграции отдельных слов в словосочетания и синтаксические конструкции (Bookheimer, 2002; Nagoort et al., 2004). Данный процесс происходит менее эффективно при чтении текста на английском языке у студентов, которые слабо владеют им.

Известно, что испытуемые быстрее опознают слова, которые им лучше известны, что проявляется в меньшей амплитуде и меньшем латентном периоде N400. Увеличение амплитуды и латентного периода этого компонента отмечается при дополнительной нагрузке на рабочую память (Caplan & Waters, 1999), что проявляется в увеличении времени чтения при возникновении трудностей при анализе языкового материала (Clifton & Staub, 2008). Именно эти механизмы могут лежать в основе полученных нами результатов.

Сложность в работе с текстовым материалом на иностранном языке у русскоязычных студентов с низким уровнем знания английского языка может также быть связана с невозможностью зон мозга интегрировано активироваться при языковой задаче. Показано, что при успешном освоении иностранного языка наблюдается интегрированная активность в теменной, затылочной, лобной и островковой областях (Yang et al., 2015).

Результаты данного блока исследований опубликованы в работах: (Демарева, Полевая, 2012абв; Демарева и др., 2012; Демарева, Шемагина, 2012; Демарева, Полевая, 2013ав; Demareva & Polevaya, 2014; Демарева, Кочаровская, 2014; Демарева, Полевая, 2014ав; Демарева и др., 2014б; Демарева и др., 2015авгд; Демарева, Полевая, 2015; Demareva et al., 2016; Demareva & Polevaya, 2016; Демарева, 2016; Демарева, Колосанова, 2016; Демарева и др., 2016аб; Демарева, Полевая, 2016а; Демарева, Токарь, 2016).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В силу необходимости оптимизации процесса обучения английскому языку с учетом физиологических факторов формирования лингвистических функций в диссертационной работе были поставлены следующие задачи:

1. Определить физиологические факторы готовности к успешному освоению английского языка русскоязычных школьников и студентов.

2. Определить физиологические факторы успешности процесса освоения английского языка.

3. Определить особенности зрительно-моторной активности, связанные с уровнем зрелости функциональной системы, обеспечивающей работу с текстами на английском языке у русскоязычных студентов.

Таким образом, было проведено физиологическое исследование, в котором рассматривается целостный процесс освоения английского языка: поиск физиологических факторов готовности к успешному освоению иностранного языка, факторов успешности процесса освоения, биомаркеров успешности результата освоения. Новизна диссертационного исследования состоит в использовании комплексного физиологического подхода, основанного на том, что в когнитивных, вегетативных, моторных и эмоциональных циклах обработки информации участвуют перекрывающиеся нейронные структуры (Кавамура и др., 2008).

Были выбраны три технологии (компьютерная латерометрия, событийно-связанная телеметрия и айтрекинг), которые позволили исследовать разные физиологические циклы (рис. 72).

Особенности когнитивных циклов исследовались с помощью технологии компьютерной латерометрии, которая обеспечивает измерение показателей функциональной межполушарной асимметрии как одной из динамических характеристик функционального состояния мозга.

Вегетативные циклы исследовались с помощью технологии событийно-связанной телеметрии посредством регистрации и анализа показателей variability ритма сердца.

Моторные циклы исследовались с помощью технологии айтрекинга посредством регистрации и анализа траектории движения взгляда при работе с текстовыми стимулами на разных языках.

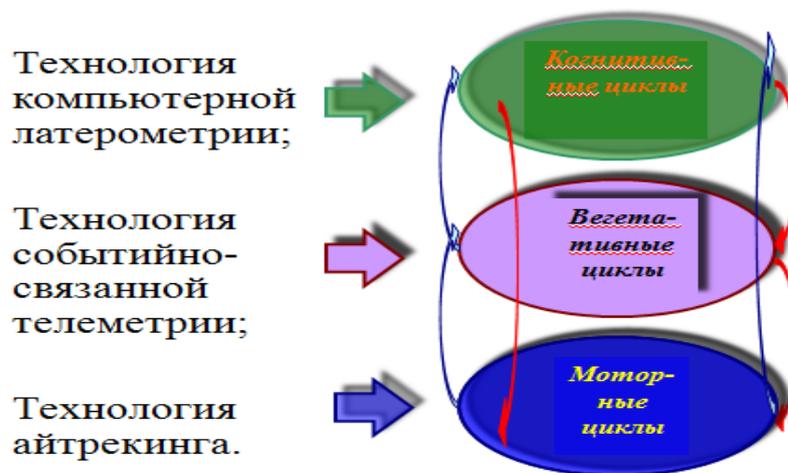


Рис. 72. Технологии исследования когнитивных, вегетативных и моторных циклов в процессе освоения английского языка

Набор отобранных технологий удовлетворяет критериям валидности, независимости, объективности, надежности и быстроты диагностики (таблица 15).

Таблица 15 – Характеристика технологий оценки процесса формирования языковой компетенции

	Компьютерная латерометрия	Событийно-связанная телеметрия	Ай-трекинг	Комплексное физиологическое исследование
Экологическая валидность	-	+	+	+
Прогностическая валидность	+	+	+	+
Неинвазивность	+	+	+	+
Объективность	+	+	+	+
Надежность	+	+	+	+
Быстрота диагностики	+	+	+	+

Проведенное исследование позволяет выделить целый ряд основных результатов, соответствующих главным задачам работы.

Прежде всего, это характеристика физиологических факторов готовности к успешному освоению английского языка.

Благодаря персонифицированному и когортному анализу показателей функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) удалось выявить особенности функционального состояния мозга, связанные с преимуществом в освоении английского языка:

- фактором успешности на школьном этапе является левополушарный профиль ФМА;

- у младших школьников в группе «успешных» быстродействие левого полушария выше, но понижены показатели устойчивости как правого, так и левого полушария;

- у учеников старшей школы в группе «успешных» ниже быстродействие правого полушария и устойчивость левого полушария;

- у студентов-лингвистов в группе «успешных» высокое быстродействие правого и левого полушария сочетается со снижением показателей устойчивости только для левого полушария.

Эти данные согласуются с выводами о ведущей роли левого полушария в процессе изучения иностранного языка (Черниговская и др., 1982; Abutalebi et al., 2000; Abutabeli et al., 2007; Tan, 2011), в том числе школьным методом (Котик, 1977). Для студентов левополушарный профиль теряет статус фактора успешности. На этапе профессионального изучения английского языка необходима согласованная активизация как левополушарных, так и правополушарных лингвистических модулей (Boles et al., 2008).

Таким образом, выявлены особенности функционального состояния мозга, связанные с успешностью работы на аудиторных занятиях по английскому языку для разных этапов освоения в разных возрастных группах. Если на школьном этапе биомаркером оптимального состояния является доминирование по лабильности и возбудимости у левого

полушария, то для профессионального освоения необходима мобилизация обоих полушарий. Снижение устойчивости левого полушария можно рассматривать как безусловный фактор успешности для разных этапов освоения: интерауральная задержка для эффекта «эхо» справа в группах «успешных» достоверно меньше. Это свидетельствует о том, что в обеспечении лингвистических функций мозга наиболее значимы тормозные процессы в ассоциативных зонах левого полушария (Полевая, 2007; Щербаков, Косюга, 1980; Щербаков и др., 2001аб; Паренко, 2009).

Перейдем к результатам исследования связи между динамикой вегетативной регуляции и успешностью процесса освоения английского языка.

У учеников начальной школы успешное освоение английского языка связано с высокой общей мощностью спектра variability ритма сердца (СВРС). Выше мощность как низкочастотного, так и высокочастотного компонентов, что свидетельствует о согласованном повышении активности симпатического и парасимпатического звеньев вегетативной регуляции. У успешных учеников средней и старшей школы достоверно выше только высокочастотный компонент СВРС, следовательно, успешное освоение английского языка в большей степени связано с высокой активацией парасимпатической нервной системы, обеспечивающей оптимальный режим энергообеспечения для селективного внимания (McCraty & Shaffer, 2015). При этом у всех успешных школьников во время урока ниже напряжение регуляторных систем (LF/HF).

У студентов успешное освоение английского языка связано с высокой мощностью спектра регуляции сердечного ритма на занятии за счет увеличения значений всех его звеньев (симпатического и парасимпатического). В отличие от школьников, у студентов индекс симпатовагусного баланса выше у успешных, что свидетельствует о большем вкладе симпатической регуляции в процесс успешного освоения английского языка на профессиональном этапе. Можно предполагать, что в контексте

профессионального освоения английского языка русскоязычными студентами большая роль принадлежит оперативной обработке информации, так как активация симпатической нервной системы приводит к улучшению рабочей памяти (Ramsey et al., 2012).

При исследовании функционального состояния в процессе освоения английского языка были выявлены вегетативные биомаркеры оптимального состояния для успешного освоения языка. Для всех возрастных этапов оптимумом является высокая активность вегетативной нервной системы. Отличие проявляется в соотношении симпатического и парасимпатического контура: вклад симпатического контура более важен для студентов, а парасимпатического – для школьников (п. 3.2.4, таблица 9).

Также при исследовании функционального состояния в процессе освоения английского языка было показано, что в начале школьного урока отмечается наибольшее количество стресс-эпизодов, при этом наименее стрессогенной фазой является середина урока (рис. 73). Такая закономерность встречается на разных этапах обучения в школе.

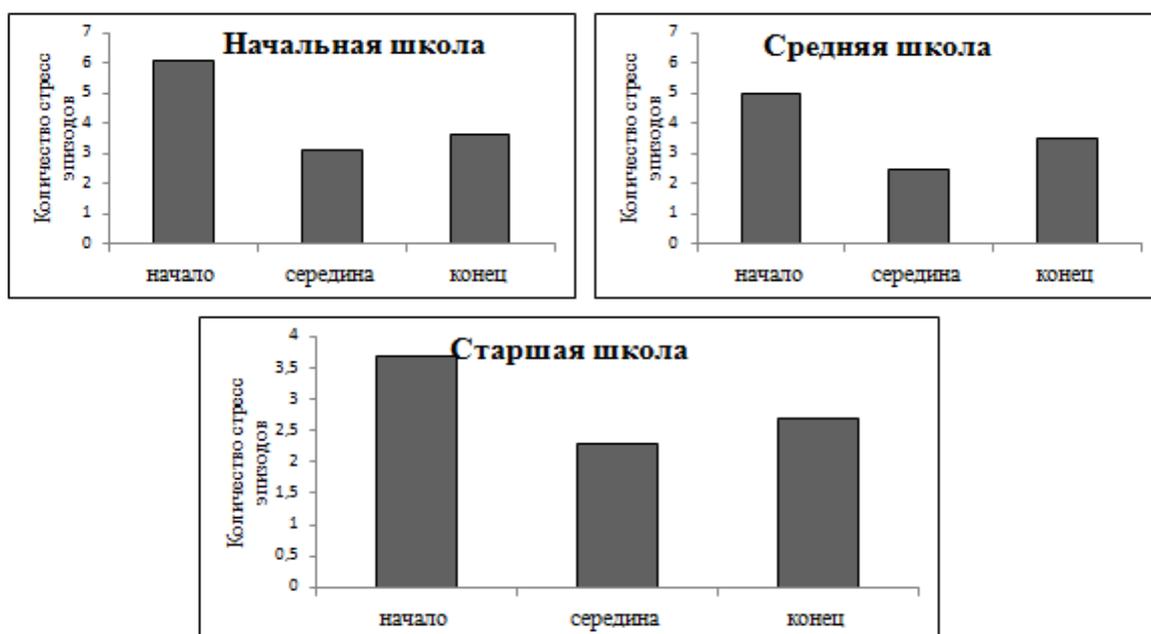


Рис. 73. Количество стресс-эпизодов на разных фазах школьного урока по английскому языку

На основании этих результатов и на основании информации о типовой структуре школьного урока английского языка по ФГОС было выявлено, что наименее стрессогенный вид работы на уроке английского языка – освоение нового материала, а наиболее стрессогенный – проверка учителем домашнего задания. Интересно отметить, что у неуспешных учеников отмечено большее количество стресс-эпизодов в течение всего урока, следовательно, для них целесообразно проведение тренингов с биологической обратной связью для оптимизации процесса освоения английского языка.

Интересно отметить, количество стресс-эпизодов связано с исходным профилем ФМПА (рис. 74).

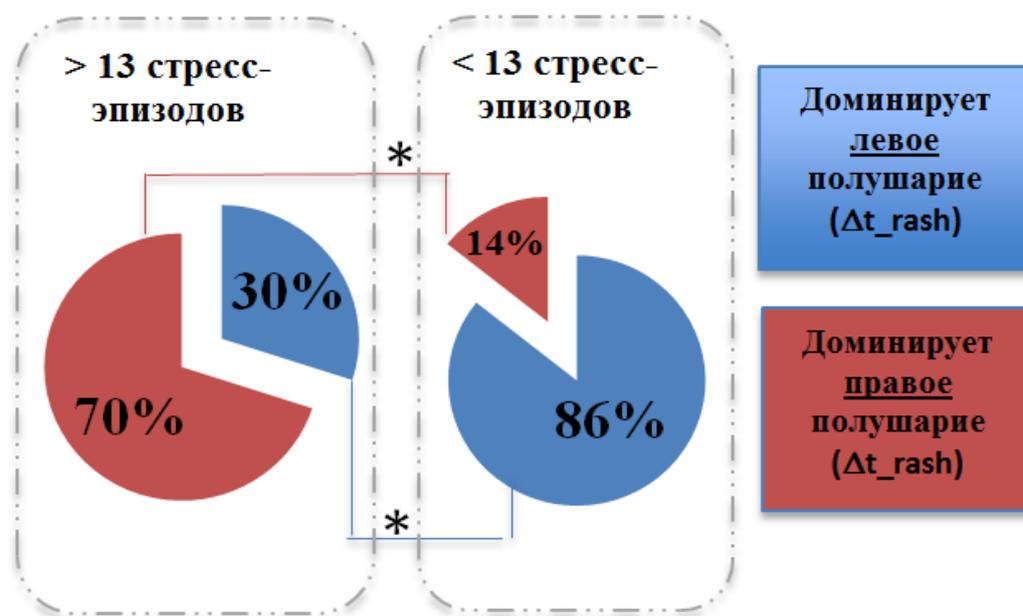


Рис. 74. Влияние исходного функционального состояния мозга на количество стресс-эпизодов на уроке по английскому языку

При левополушарной ФМПА у учеников отмечается меньшее количество стресс-эпизодов, что, в свою очередь, обуславливает успешное освоение английского языка.

На заключительном этапе исследовались биомаркеры успешности результата освоения английского языка, которые анализировались посредством технологии айтрекинга. Интерпретация результатов данного блока исследований основывалась на связи между степенью субъективной

сложности работы с текстом и показателями движения взгляда при чтении (Rayner et al., 2007).

Основываясь на ситуационной модели понимания текста (рис. 75), была сформулирована модель процесса чтения (рис. 76). На входе – текст (на русском и английском языке), далее информация обрабатывается посредством модели работы с текстом на определенном языке, затем идет понимание текста. С помощью измерения параметров движений взгляда можно оценить эффективность модели работы с текстом посредством анализа динамики саккад и фиксаций.

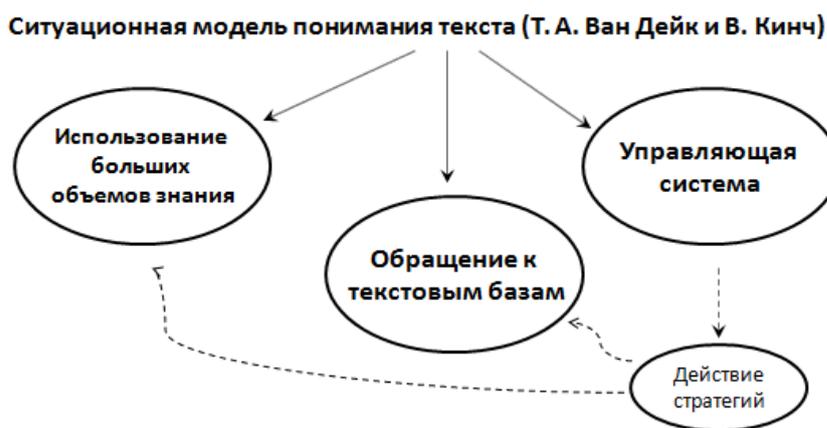


Рис. 75. Ситуационная модель понимания текста (Kintsch & vanDijk, 1989)

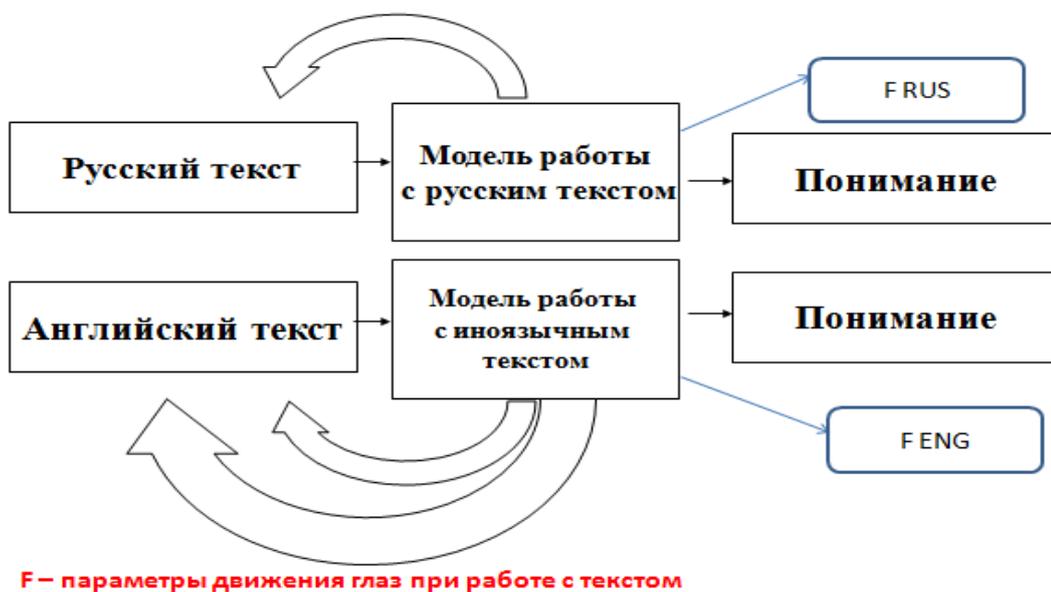


Рис. 76. Модель понимания текста при чтении

В ходе обработки результатов исследования вычислялась разница в параметрах движения взгляда при работе с текстами на русском (родном) и

английском (иностранном) языке ($\Delta F = F_{rus} - F_{eng}$). Данный коэффициент оказался информативен для классификации испытуемых по уровню успешности результата освоения английского языка.

Принципиально, что в рамках диссертационной работы впервые уровень освоения иностранного языка оценивается по степени сходства моторных отображений при работе с текстами на русском и английском языке.

Таким образом, при исследовании особенностей движения взора при работе с текстами как отображения успешности результата освоения английского языка мы выявили, что биомаркерами высокой компетенции в английском языке являются: отсутствие увеличения длительности фиксаций, снижения амплитуды саккад и диаметра зрачка при работе с английским текстом по сравнению с русским.

Суммируя все сказанное, можно выделить интегративные физиологические факторы успешного освоения английского языка (таблица 16).

Таблица 16 - Интегративные физиологические факторы успешного освоения английского языка

Цикл обработки информации	Модуль	Факторы успешности
Когнитивный	Функциональное состояние мозга	<i>левополушарный профиль асимметрии на школьном этапе и низкая устойчивость левого полушария на всех этапах освоения</i>
Вегетативный	Вариабельность ритма сердца	<i>высокая активность вегетативной нервной системы</i>
Моторный	Движения глаз при работе с текстами	<i>одинаковые характеристики саккад и фиксаций при работе с текстами на русском и английском языке</i>

Таким образом, когнитивный модуль предполагает левополушарный профиль асимметрии, низкие значения показателя Δt_{rash} («устойчивости») левого полушария. Вегетативный модуль предполагает высокую активность вегетативной нервной системы в целом. Моторный - одинаковые

характеристики саккад и фиксаций при работе с текстами на русском и английском языке.

Важно оценить связь между разными физиологическими модулями, обеспечивающими успешность освоения английского языка.

Оказалось, что важным физиологическим фактором готовности к успешному освоению английского языка на школьном этапе является одновременное доминирование левого полушария и более выраженная активация симпатического контура регуляции по сравнению с парасимпатическим ($LF/HF > 2,5$). При таком наборе признаков 83% школьников показывают высокие баллы на уроке по английскому языку (рис. 77). Следовательно, только доминирование левого полушария является недостаточным биомаркером оптимального функционального состояния школьника для освоения английского языка: важна также значительная активация симпатической нервной системы.

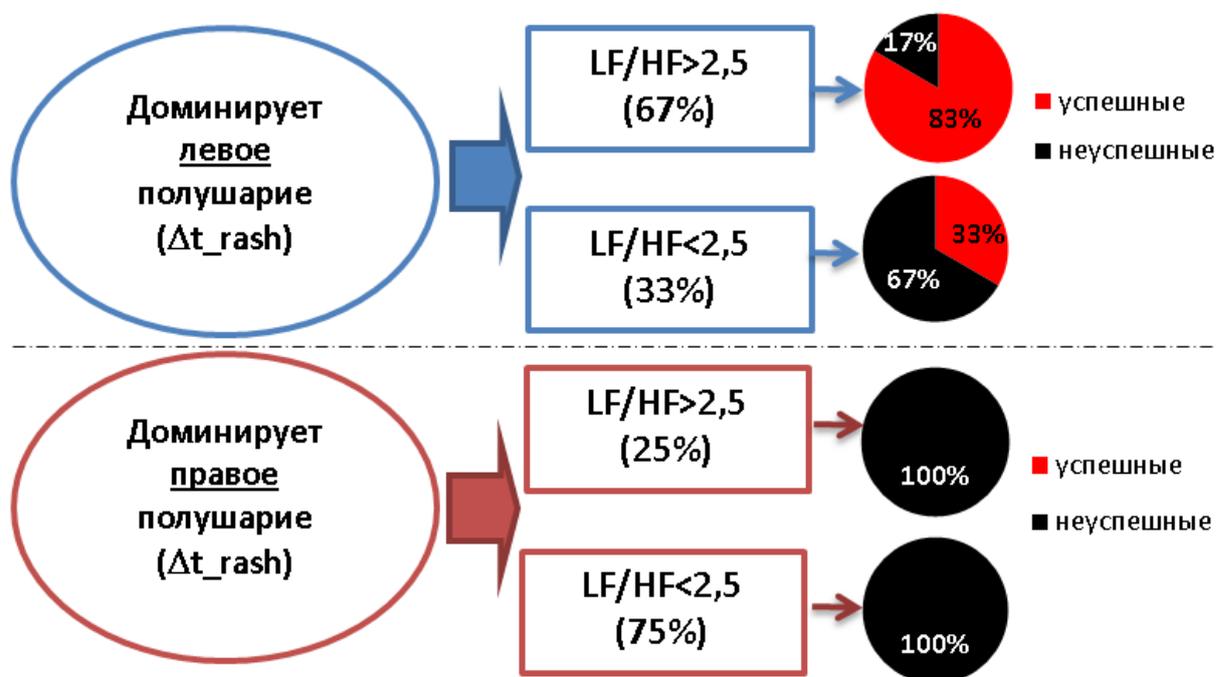


Рис. 77. Влияние когнитивного и вегетативного фактора на успешность освоения английского языка

Следует обратить внимание на динамику функциональной межполушарной асимметрии и активации симпатической нервной системы от начала к концу урока:

1) Выяснилось, что у половины школьников, которые исходно были левополушарными, но имели недостаточный уровень активации симпатической нервной системы, и, как следствие, были неуспешны на уроке, к концу урока произошло значительное увеличение индекса симпатовагусного баланса.

2) У всех школьников, которые исходно имели достаточно высокий уровень активации симпатической нервной системы, но были правополушарными, и, как следствие, были неуспешны на уроке, к концу урока произошла инверсия межполушарной асимметрии, при этом индекс симпатовагусного баланса остался высоким.

3) У половины школьников, которые исходно имели недостаточный уровень активации симпатической нервной системы, были правополушарными и неуспешными на уроке, к концу урока произошла инверсия межполушарной асимметрии, а также увеличение индекса симпатовагусного баланса.

На основании этих результатов можно предположить, что только к концу урока у всех указанных групп школьников сформировалось оптимальное функциональное состояние для освоения английского языка. В таком случае, второй урок английского языка был бы для них эффективнее первого.

Для выявления механизмов, лежащих в основе полученных нами результатов, был проведен корреляционный анализ связи показателей внутри разных методов для разных возрастных групп (рис. 78).

Сравнение корреляционных диаграмм по показателям функциональной межполушарной асимметрии на разных этапах освоения английского языка показывает редукцию внутрисистемных связей с возрастом. Подобная редукция свидетельствует об уменьшении степеней свободы в системе

межполушарных отношений и, как следствие, меньшей адаптивности к воздействиям окружающей среды (Анохин, 1973; Рыбкина, Соболев, 2001; Некрасова и др., 2011).

Сравнение корреляционных диаграмм по спектральным показателям variability ритма сердца на разных этапах освоения английского языка показывает, с одной стороны, редукцию внутрисистемных связей с возрастом, а с другой – отсутствие какой-либо связи показателей активности регуляторных систем с индексом симпатовагусного баланса в пубертатном периоде. В целом, подобные результаты свидетельствуют об уменьшении с возрастом степеней свободы в нейровисцеральной сфере.

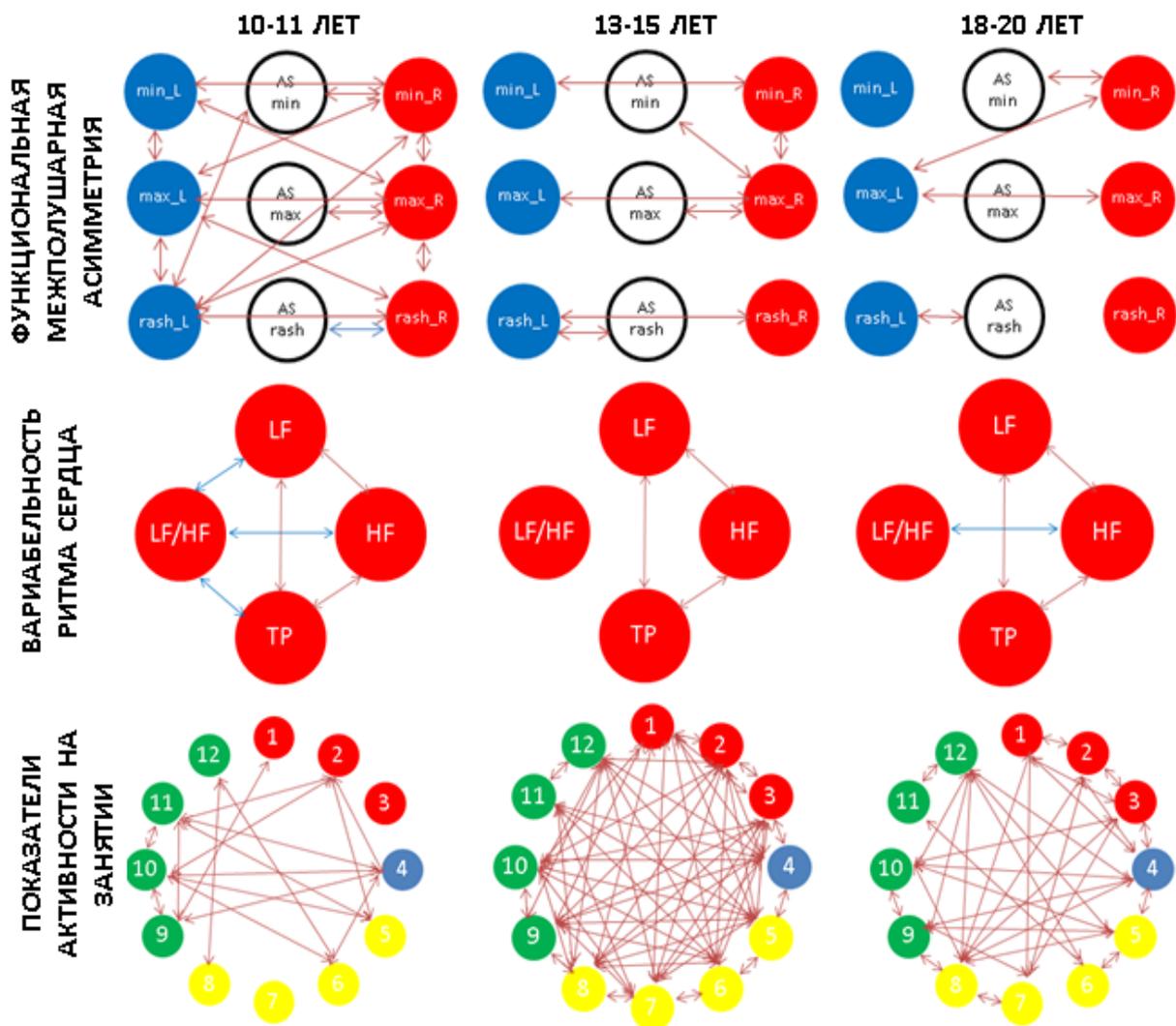


Рис. 78. Корреляционные диаграммы, отражающие связи показателей внутри разных методов исследования, отдельно для каждой возрастной группы (1-12 – показатели полезной активности на занятии - п. 2.4)

Сравнение корреляционных диаграмм по показателям активности во время занятий на разных этапах освоения английского языка показывает, в целом, увеличение количества внутрисистемных связей с возрастом, но максимальное количество связей отмечено в пубертатном периоде. Подобные результаты могут быть объяснены или неравномерным созреванием разных лингвистических функций с возрастом или же особыми физиологическими условиями формирования лингвистических функций в пубертатном периоде.

Интересно отметить, что в большинстве теорий именно пубертатный период рассматривается как переломный момент («критический период» (Lennenberg, 1967; Bley-Vroman, 1988, Cleermans et al., 1998; DeKeyser, 2000)), когда происходит смена стратегий освоения иностранного языка: до пубертата иностранный язык может осваиваться неосознаваемо (имплицитно), а после – только сознательно, намеренно (эксплицитно) (Bley-Vroman, 1988, Cleermans et al. 1998; DeKeyser, 2000). В рамках теории функциональных систем (ФС) в качестве центрального условия формирования любой ФС рассматривается гетерохронность (неравномерное созревание структур организма в онтогенезе (Анохин, 1980)). Можно предположить, что в пубертатном периоде происходит «консолидация компонентов» (Анохин, 1980) системы лингвистических функций, когда ее отдельные, раздельно созревающие компоненты достигают той степени зрелости, которая оказывается достаточной для их объединения в лингвистическую систему.

Таким образом, по мере освоения английского языка происходит редукция внутрисистемных связей в физиологических показателях и увеличение связей в лингвистических показателях.

В целом, в рамках данной диссертационной работы проведено комплексное физиологическое исследование, в котором рассмотрен целостный процесс освоения иностранного языка: начиная с поиска физиологических факторов готовности к успешному освоению иностранного

языка, и заканчивая физиологическими коррелятами успешности его освоения. При этом данный процесс исследован с использованием таких неинвазивных методов, которые позволили проводить мониторинг в контексте естественной образовательной деятельности. Полученные результаты о биомаркерах успешности результата освоения английского языка позволили создать прототип экспертной системы для поддержки принятия решения при оценке языковой компетенции человека (Патент РФ №2594102 от 10.08.2016), что подтверждает новизну и практическую значимость диссертации. Данные о биомаркерах оптимального состояния для освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами в перспективе могут использоваться в нейроинтерфейсах, тренингах биологической обратной связи для повышения эффективности образовательного процесса. Таким образом, диссертационная работа содержит результаты, перспективные для коммерциализации.

ВЫВОДЫ

1. Технология компьютерной латерометрии, технология событийно-связанной телеметрии и айтрекинг обеспечивают мониторинг функционального состояния при освоении английского языка на разных этапах обучения.

2. Оптимальное функциональное состояние для освоения английского языка на школьном этапе характеризуется доминированием симпатической нервной системы в сочетании с левополушарным профилем ФМПА; на всех этапах – низкой устойчивостью левого полушария.

3. Высокая активность вегетативной нервной системы и минимизация выраженности стресс-реакций являются фактором успешности процесса освоения английского языка.

4. Зрелость функциональной системы, обеспечивающей лингвистические функции, проявляется в схожих характеристиках саккад и фиксаций при работе текстами на родном и иностранном языках.

5. Физиологические критерии оценки оптимального функционального состояния для освоения английского языка следующие:

- Степень функционального доминирования и устойчивость левого полушария, а также выраженность активации симпатического контура регуляции по сравнению с парасимпатическим перед освоением английского языка;
- Количество стресс-эпизодов и активность вегетативной нервной системы в процессе освоения английского языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abel L. A., Troost B. T., Dell'Osso L. F. (1983). The effects of age on normal saccadic characteristics and their variability. *Vision Res.* 1983. V.23. P. 33–37.
2. Abler W.L. Asymmetry in the skulls of fossil man: Evidence of lateralized brain function?//*Brain Behavior and Evolution.* 1976. V. 13. P. 111-115.
3. Abutalebi J, Miozzo A, Cappa SF (2000). Do subcortical structures control “language selection” in polyglots? Evidence from pathological language mixing. // *Neurocase.* 2000. V. 6. P. 51–56.
4. Abutalebi J., Brambati S., Annoni J., Moro A., Cappa S., Perani D. (2007). The neural cost of the auditory perception of language switches: an event-related functional magnetic resonance imaging study in bilinguals. // *The Journal of Neuroscience.* 2007. V. 27 (50). P. 62-69.
5. Abutalebi J., Green D. (2007). Bilingual language production, The neurocognition of language representation and control. // *Journal of Neurolinguistics.* 2007. V. 20. P. 242-275.
6. Aida, Y. (1994). Examination of Horwitz, Horwitz and Cope's construct of foreign language anxiety: The case of students of Japanese. // *Modern Language Journal.* 1994. V. 78. P. 155-168.
7. Albert M.L., Obler L.K., Bentin S., Gazicl T., Silverberg R. (1979). Shift of visual field preference to English words in native hebrew speakers. // *Brain and language.* 1979. V. 8. N. 2. P. 184.
8. Auerbach S.H., Allard T., Naeser M., Alexander M.P. (1982). Pure word deafness. Analysis of a case with bilateral lesions and a defect at the prephonemic level. // *Brain.* 1982. V. 105. P. 271–300.
9. Bachman L. and Palmer A. (1982). The construct validation of some components of communicative proficiency'. // *TESOL Quarterly.* 1982. V. 16. P. 449–465.

10. Bachman L.F. (1995). *Fundamental consideration in language testing* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
11. Balota D.A., Pollatsek A., Rayner K. (2011). The interaction of contextual constraints and parafoveal visual information in reading. // *Cognitive Psychology*. 2011. V. 17. P. 364–390.
12. Baluch, F., Itti L. (2011). Mechanisms of top-down attention. // *Trends Neurosci*. 2011. V. 34. P. 210–224.
13. Baselli G, Cerutti S, Badilini F, et al. (1994). Model for the assessment of heart period variability interactions of respiration influences. // *Med Biol Eng Comput*. 1994. V. 32(2). P. 143-52.
14. Batterink L., Neville H. (2013). Implicit and explicit second language training recruit common neural mechanisms for syntactic processing. // *J Cogn Neurosci*. 2013. V. 25. P. 936–951.
15. Beatty J., Lucero-Wagoner B. (2000). The pupillary system. In J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary, G.G. Berntson (Eds.). *Handbook of psychophysiology* (2nd ed.). New York, NY: Cambridge University Press. P. 142-162.
16. Belin P., Zilbovicius M., Crozier S., Thivard L., Fontaine A., Masure M-C., Samson Y. (1998). Lateralization of speech and auditory temporal processing. // *J Cognit Neurosci*. 1998. V. 10. P. 536 –540.
17. Bertram R., Hyönä J. (2003). The length of a complex word modifies the role of morphological structure: Evidence from eye movements when reading short and long Finnish compounds. // *Journal of Memory and Language*. 2003. V. 48. P. 615 – 634.
18. Blauert J. (1997). *Spatial hearing: The psychophysics of human sound localization*. // Cambridge, MA: MIT Press. 1997. P. 267.
19. Bley-Vroman R. (1988). The fundamental character of foreign language learning. In W. Rutherford, M. Sharwood Smith (Eds.). *Grammar and Second Language Teaching: A book of Reading*. Rowley, MA: Newbury House.

20. Boemio A., Fromm S., Braun A., Poeppel D. (2005.) Hierarchical and asymmetric temporal sensitivity in human auditory cortices. // *Nat Neurosci.* V. 8. P. 389–395.
21. Boles D.B., Barth J.M., Merrill E.C. (2008). Asymmetry and performance: toward a neurodevelopmental theory. // *Brain Cogn.* 2008. V. 66(2). P. 124-39.
22. Bookheimer S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. // *Annual Review Neuroscience.* 2002. V. 25. P. 151-88.
23. Bradley D.C. (1983). Computational distinctions of vocabulary type. Indiana University Linguistics Club, Bloomington, Indiana.
24. Bradley D.C., Garrett M. F., Zurif E.B. Syntactic deficits in Broca's aphasics. In D. Caplan (Ed.). *Biological studies of mental processes.* Cambridge, Mass.: MIT Press.
25. Bradley R.T., McCraty R., Atkinson M., Arguelles L., Rees R.A., Tomasino D. (2007). Reducing test anxiety and improving test performance in America's schools: Results from the TestEdge national demonstration study. Boulder Creek, CA: HeartMath Research Center, Institute of HeartMath. Publication N. 07-04-01.
26. Bradley, R. T., McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., Daugherty, A., Arguelles, L. (2010). Emotion self-regulation, psychophysiological coherence, and test anxiety: Results from an experiment using electrophysiological measures. // *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* 2010. V. 35. P. 261–283.
27. Broca P. (1861) Remarque sur le siege de la faculte du langage articule, suivies d'une observation d'aphemie. // *Bulletin de la Societe d'anthropologie.* 1861. V. 6. P. 330-357.
28. Brodmann K. *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde.* J.A. Barth, Leipzig, 1909.
29. Buchheit M., Platat C., Oujaa M., Simon C. (2007). Habitual physical activity, physical fitness and heart rate variability in preadolescents. // *Int J Sports Med.* V. 28 (3). P. 204-210.

30. Canale M. and Swain M. (1980). Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing. // *Applied Linguistics*. 1980. V. 1. P. 1– 47.
31. Caplan D., Waters G. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. // *Behavioral and brain science*. 1999. V. 22. P. 77-126.
32. Chambers F. (1997). What do we mean by fluency? // *System*. V. 25. P. 535–544.
33. Chastain K. (1988). *Developing second language skills: Theory and practice*. Florida: Harcourt Brace Jovanovich Incorporation.
34. Chomsky N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*, MIT Press, Cambridge, MA.
35. Cleeremans A., Destrebecqz A., Boyer B. (1998). Implicit learning: News from the front. // *Trends in Cognitive sciences*. 1998. V. 2(1). P. 406-533.
36. Clifton C., Staub A. (2008). Parallelism and Competition in Syntactic Ambiguity Resolution. // *Language and Linguistics Compass*. 2008. V. 2. N 2. P. 234-250.
37. Clifton, C. E., Ferreira, F., Henderson, J. M., Inhoff, A. W., Liversedge, S., Reichle, E. D., Schotter, E. R. (2016). Eye movements in reading and information processing: Keith Rayner's 40 year legacy. // *Journal of Memory and Language*. 2016. V. 86. P. 1-19.
38. Cohen L. (2002). Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the visual word form area // *Brain*. 2002. V. 125. P. 1054 - 1069.
39. Coltheart M. (1980a). Reading, phonological recoding, and deep dyslexia. In M. Coltheart, K. Patterson, J. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
40. Coltheart M. (1980b) Deep dyslexia: A right hemisphere hypothesis. In M. Coltheart, K. Patterson, J. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
41. Corbetta M., Shulman G.L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. // *Nat. Rev. Neurosci*. 2002. V. 3. P. 201-215.

42. Coslett H.B., Gonzalez-Rothi L.J., Heilman K.M. (1984). Reading: Selective sparing of closed-class words. // *Neurology*. 1984. V. 34. P. 1038-1045.
43. Crinion, J., Turner, R., Grogan, A., Hanakawa, T., Noppeney, U., Devlin, J.T., Aso, T., Urayama, S., Fukuyama, H., Stockton, K., Usui, K., Green, D.W., Price, C.J. (2006). Language control in the bilingual brain. // *Science*. V. 312. P. 1537–1540.
44. Dawson G., Finley C., Phillips S., Lewy A. (1989). A comparison of hemispheric asymmetries in speech-related brain potentials of autistic and dysphasic children. // *Brain Lang*. 1989. V. 14. P. 26–41.
45. De Luca M., Di Pace E., Judica A., Spinelli D., Zoccolotti P. (1999). Eye movement patterns in linguistic and non-linguistic tasks in developmental surface dyslexia. // *Neuropsychologia*. 1999. V. 37 (12). P. 1407–1420.
46. DeBoer RW, Karemaker JM, Strackee J. Hemodynamic fluctuations and baroreflex sensitivity in humans: a beat-to-beat model. // *Am J Physiol*. 1987. V. 253. P. 680-689.
47. Dehaene-Lambertz, G. (1997). Electrophysiological correlates of categorical phoneme perception in adults. // *NeuroReport*. 1997. V. 8. P. 919–924.
48. DeKeyser R. (2000). The robustness of critical period effects in second language acquisition. // *Studies in second language acquisition*. 2000. V. 22(4). P. 499-533.
49. Demareva V.A., Plesovskikh K.Y., Polevaia S.A. (2016). Word frequency and language proficiency effects in reading: evidence from eye tracking. // *Journal of Teaching and Education*. 2016. V. 05(01). P. 689–698.
50. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2012a). Analysis of Sound Perception for Predicting the Level of Language Acquisition // *International Journal of Arts & Sciences*. 2012. V. 05. N. 03. Retrieved from <http://www.universitypublications.net/ijas/0503/index.html>.
51. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2012b). Applying the method of computer laterometry for searching the markers of language competence. // *Abstract book of*

4th UK Cognitive Linguistics Conference - 10-12 July 2012. London: King's College London. 2012. P.101.

52. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2012c). Searching for English proficiency markers: Evidence from eye tracking. // Proceedings XVI International Conference on Neurocybernetics. 2012. V. 1. P. 416-417.

53. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2012d). Searching for psychophysiological markers of foreign language proficiency: Evidence from eye tracking. // International Journal of Psychophysiology. 2012. V. 85(3). P.392.

54. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2014). Behavioral and cognitive correlates of foreign language proficiency. // International Journal of Psychophysiology. 2014. V. 94(2). P.208.

55. Demareva V.A., Polevaya S.A. (2016). Heart Rate Variability Monitoring during Eye Tracking in working with Russian and English texts // International Journal of Psychophysiology. 2016. V. 108. P.164.

56. Demareva V.A., Polevaya S.A., Sineokova T.N., Bakhchina A.V. (2015). Evaluation of subjective difficulty of monologue and dialogue as two kinds of tasks at the workshop of English language. // SWorld Journal. 2015. V. J11508.P.143-147.

57. Donley P.M. (1997). The foreign language anxieties and anxiety management strategies of students taking Spanish at a community college. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin. 1997. UMI Dissertation Services. 17. 9822580.

58. Dowiasch, S., Marx, S., Einhäuser, W., & Bremmer, F. (2015). Effects of aging on eye movements in the real world. // Frontiers in Human Neuroscience. 2015. V. 9. P. 46.

59. Ehrlich S.F., Rayner K. (1981). Contextual effects on word perception and eye movements during reading. // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1981. V. 20. P. 641–655.

60. Ellis N.C.. (2002). Frequency effects in language processing. // Studies in Second Language Acquisition. 2002. V. 24. P. 143-188.

61. Elmo T. (1987). Hemispheric asymmetry of auditory evoked potentials to comparisons within and across phonetic categories. // *Scand J Psychol.* 1987. V. 28. P. 251–266.
62. Engbert R., Nuthmann A., Richter E.M., Klieg R. (2005). SWIFT: A dynamical model of saccade generation during reading. // *Psychological Review.* 2005. V. 112. N. 4. P. 777–813.
63. Ethier V., Zee D. S., Shadmehr R. (2008). Changes in control of saccades during gain adaptation. // *Journal of Neuroscience.* 2008. V. 28 (51). P. 13929–13937.
64. Eysenck M. W. (1979). Anxiety, learning, and memory: A reconceptualization. // *Journal of Research in Personality.* 1979. V. 73(4). P. 363–385.
65. Farhady H., Jafarpour A. J., Birjandi P. (2001). Testing language skills: From theory to practice. (6th Ed.). Tehran: SAMT.
66. Faulkner M.S., Hathaway D., Tolley B. (2003). Cardiovascular autonomic function in healthy adolescents. // *Heart Lung.* 2003. V. 32 (1). P. 10-22.
67. Fitch R.H., Brown C.P., O'Connor K., Tallal P. (1993). Functional lateralization for auditory temporal processing in male and female rats. // *Behav Neurosci.* 1993. V. 107. P. 844–850.
68. Flesh R. (1948) A new readability yardstick. // *Journal of applied psychology.* 1948. V. 32(3). P. 221-233.
69. Frenck-Mestre, C. (2005). Eye-movement recording as a tool for studying syntactic processing in a second language. // *Second Language Research.* 2005. V. 21. P. 175-198.
70. Fukuba Y., Sato H., Sakiyama T., Yamaoka Endo M., Yamada M., Ueoka H., Miura A., Koga S. (2009). Autonomic nervous activities assessed by heart rate variability in pre- and post-adolescent Japanese. // *J Physiol Anthropol.* 2009. V. 28(6). P. 269-273

71. Galeev A.R., Igisheva L.N., Kazin E.M. (2002). Heart Rate Variability in Healthy Six- to Sixteen-Year-Old Children. // *Hum Physiol.* 2002. V. 28(4). P.428–432.
72. Gardine, M. and Walter D. (1976). Evidence of hemispheric specialization from infant EEG. In S. Harnad, R. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes, and G. Krauthamer (Eds.), *Lateralization in the Nervous System*. New York: Academic Press. pp. 481-502.
73. Garrod S., Pickering M.J. (2004). Why is conversation so easy? // *Trends Cogn Sci.* 2004. V. 8. P. 8–11.
74. Garrod S., Pickering M.J. (2009). Joint action, interactive alignment, and dialog. // *Top Cogn Sci.* 2009. V. 1. P. 292–304.
75. Gazzaniga M.S. (1970). *The bisected brain*. New York: Appleton.
76. Geschwind N., Levitsky W. (1968). Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. // *Science.* 1968. V. 161. P. 136-189.
77. Giebel C.M., Challis D., Montaldi D. (2015). Understanding the cognitive underpinnings of functional impairments in early dementia: a review. // *Aging Ment Health.* 2015. V. 19(10). P. 859-875.
78. Giles H., Coupland N. (1991). *Language: contexts and consequences*. Buckingham: Open University Press.
79. Goto M., Nagashima M., Baba R., Nagano Y., Yokota M., Nishibata K., Tsuji A. (1997). Analysis of heart rate variability demonstrates effects of development on vagal modulation of heart rate in healthy children. // *J Pediatr.* 1997. V. 130(5). P. 725-729.
80. Gottlieb J., Hayhoe M., Hikosaka O., Rangel A. (2014). Attention, reward, and information seeking. // *J. Neurosci.* 2014. V. 3. P., 15497–15504.
81. Gregory Jr S.W., Webster S. (1996). A nonverbal signal in voices of interview partners effectively predicts communication accommodation and social status perceptions. // *J Pers Soc Psychol.* 1996. V. 70. P. 1231–1240.

82. Gutin B., Howe C., Johnson M.H., Humphries M.C., Snieder H., Barbeau P. (2005). Heart rate variability in adolescents: relations to physical activity, fitness, and adiposity. // *Med Sci Sports Exerc.* 2005. V. 37(11). P. 1856-1863.
83. Hadley, A. O. (2003). *Teaching language in context.* Boston: Heinle and Heinle Publishers.
84. Hagoort P., Hald L., Bastiaansen M., Petersson K. (2004). Integration of Word Meaning and World Knowledge in language comprehension. // *Science.* 2004. V.304. P. 438.
85. Hainline L., Ihrkel J., Abramov I., Lemerise E., Harris C.M. (1984). Characteristics of saccades in human infants. // *Vision Research.* 1984. V. 24. P. 1771-1780.
86. Harris C. M., Hainline L., Abramov I., Lemerise E., Camenzuli C. (1988). The distribution of fixation durations in infants and naive adults. // *Vision Research.* 1988. V. 28. P. 419-432.
87. Hebb D. O. (1946). On the nature of fear. // *Psychol. Rev.* 1946. V. 53. P. 259.
88. Henriksson N. G., Pyykkö I., Schalen L., Wennmo C. (1980). Velocity patterns of rapid eye movements. // *Acta Otolaryngol.* 1980. V. 89. P. 504–512.
89. Henriques G., Keffer S., Abrahamson C., Horst S. J. (2011). Exploring the effectiveness of a computer-based heart rate variability biofeedback program in reducing anxiety in college students. // *Applied Psychophysiology And Biofeedback.* V. 36(2). P. 101–112.
90. Hess K., Hervey S. (2011). Tools for examining text complexity. Retrieved from http://nciea.org/publication_PDFs/Updated%20toolkit-text%20complexity_KH12.pdf
91. Hodge F. A. (1935). The emotions in a new role. // *Psychol. Rev.* 1935. V. 42. P. 555.
92. Horwitz E. K., Horwitz M. B., Cope J. (1986). Foreign language classroom anxiety. // *The Modern Language Journal.* 1986. V. 70. P. 125-132.

93. Hull R., Vaid J. (2007). Bilingual language lateralization: A meta-analytic tale of two hemispheres. // *Bilingual language lateralization: A meta-analytic tale of two hemispheres.* // *Neuropsychologia.* 2007. V. 45(9). P. 1987–2008.
94. Hutzler F., Wimmer H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. // *Brain and Language.* 2004. V. 89(1). P. 235–242.
95. Hyltenstam K., Abrahamsson N. (2003). Maturation constraints of SLA. // *The handbook of second language acquisition.* 2003. V. 12(4). P. 539-588.
96. Inhoff A.W., Rayner K. (1986). Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. // *Perception & Psychophysics.* 1986. V. 40. P. 431–439.
97. Inhoff, A.W. (1984). Two stages of word processing during eye fixations in the reading of prose. // *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior.* 1984. V. 23. P. 612–624.
98. Irving E.L., Steinbach M.J., Lillakas L., Babu R.J., Hutchings N. (2006). Horizontal saccade dynamics across the human life span. // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2006. V. 47. P. 2478–2484.
99. Jackson G.M., Swainson R., Cunnington R., Jackson S.R. (2001). ERP correlates of executive control during repeated language switching. // *Biling. Lang. Cognit.* 2001. V. 4. P. 169–178.
100. Jaspal A. (2009). Second language acquisition. // *Leading undergraduate work in English studies.* 2009-2010. V. 2. P. 235-246.
101. Jerger J, Chmiel R, Allen J, Wilson A (1994). Effects of age and gender on dichotic sentence identification. // *Ear Hear.* 1994. V. 15. P. 274 –286.
102. Jerger J, Jordan C (1992). Age increases asymmetry on a cued-listening task. // *Ear Hear.* 1992. V. 13. P. 272–277.
103. Just M.A., Carpenter P.A. (1980). A theory of reading: from eye fixations to comprehension. // *Psychological Review.* 1980. V. 87. P. 329–354.

104. Kaplan H.I., Sadock B.J. (2000). Learning theory. In synopsis of Psychiatry: Behavioral Sciences / Clinical Psychiatry (8th edit.) Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2000. P. 148-154.
105. Kaufman C.L., Kaiser D.R., Steinberger J., Kelly A.S., Dengel D.R. (2007). Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. // Obesity. 2007. V. 15 (5). P. 1164-1171.
106. Kawamura K., Norita M. (1980). Corticoamygdaloid projections in the rhesus monkey. An HRP study. // Iwate Med. Ass. 1980. V. 32. P. 461-465.
107. Kim K.H., Relkin N.R., Lee K.M., Hirsch J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. // Nature. 1997. V. 388. P. 171-174.
108. King C, Nicol T, McGee T, Kraus N. (1999). Thalamic asymmetry is related to acoustic signal complexity in guinea pigs. // Neurosci Lett. 1999. V. 267. P. 89-92.
109. Kintsch V., van Dijk T.A. (1989). Towards a model of discourse comprehension and production. // Psychological Review. 1989. V. 85. P. 363-394.
110. Klein C., Fischer B., Hartnegg K., Heiss W.H., Roth M. (2000). Optomotor and neuropsychological performance in old age. // Exp. Brain Res. 2000/ V. 135. P. 141-154.
111. Klein D., Zatorre R.J., Chen J.K., Milner B., Crane J., Belin P., Bouffard M. (2006). Bilingual brain organization: A functional magnetic resonance adaptation study. // NeuroImage. 2006. V. 31 (1). P. 366-375.
112. Kleinmann H. (1977). Avoidance behavior in adult second language acquisition. // Language learning. 1977. V. 27. P. 93-107.
113. Knudsen E.I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. // Journal of Cognitive Neuroscience. 2004. V. 16 (8). P. 1412-1425.
114. Kolk H.H.J, Blomert L. (1985). On the Bradley-hypothesis concerning agrammatism: The nonword interference effect. // Brain and Language. 1985. V. 26. P. 94-105
115. Kowler E., Martins, A.J. (1985). Eye movements of preschool children. // Science. 1985. V. 215. P. 997-999.

116. Krishnan B., Jeffery A., Metcalf B., Hosking J., Voss L., Wilkin T., Flanagan D.E. (2009). Gender differences in the relationship between heart rate control and adiposity in young children: a cross-sectional study (EarlyBird 33). // *Pediatric diabetes*. 2009. V. 10(2). P. 127-134.
117. Kuhl P. K. 1993. Early linguistic experience and phonetic perception: Implications for theories of developmental speech perception. // *Journal of Phonetics*. 1993. V. 21. P. 125–139.
118. Lacey B.C., Lacey J.I. (1974). Studies of heart rate and other bodily processes in sensorimotor behavior. In: Obrist PA, Black AH, Brener J, Dicara LV (Eds.) *Cardiovascular psychophysiology: current issues in response mechanisms, biofeedback, and methodology*. Chicago: Aldine. 1974. P. 538-564.
119. Lacey J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In: Appley MH, Trumbull R, editors. *Psychological stress: issues in research*. New York: Appleton-Century-Crofts. 1967. P. 14-42.
120. Lacey J.I., Lacey B.C. (1970). Some autonomic-central nervous system interrelationships. In: Black P, ed. *Physiological correlates of emotion*. New York: Academic Press. 1970. P. 205-227.
121. Lane R.D., Reiman E.M., Ahem G.L., Thayer J.F. (2001). Activity in medial prefrontal cortex correlates with vagal component of heart rate variability during emotion. // *Brain Cognit*. 2001. V. 47. P. 97-100.
122. Lazard S.D., Collette J-L., Perrot X. (2012). Speech processing: From peripheral to hemispheric asymmetry of the auditory system. // *The Laryngoscope*. 2012. V. 122(1). P. 167-173.
123. Lee J.W., Schallert D.L. (1997). The relative contribution of second language proficiency and first language reading ability to second language reading performance: A test of the threshold hypothesis in an EFL context. // *TESOL Quarterly*. 1997. V. 31(4). P. 713-714.
124. Lennenberg E.H. (1967). *The biological foundations of language*. New York: Wiley.

125. Lennon P. (1990). Investigating fluency in EFL: a quantitative approach. // *Lang. Learn.* 1990. V. 40. P. 387-417.
126. Li. X., Bicknell, K., Liu, P., Wei, W., Rayner, K. (2014). Reading is fundamentally similar across disparate writing systems: A systematic characterization of how words and characters influence eye movements in Chinese reading. // *Journal of Experimental Psychology: General.* 2014. V. 143. P. 895-913.
127. Lindsley D.B. (1960). Attention; consciousness, sleep and wakefulness // *Handbook of Physiology. Neurophysiology III* / Ed. J. Field, H.W. Magoun, V.E. Hall. Amer. Physiol. Soc.: Washington D.C. 1960. P. 1553.
128. Linn B.S., Zeppa R. (1984). Stress in junior medical students: relationship to personality and performance. // *Journal of Medical Education.* 1984. N. 59. P. 7-12.
129. Litovsky R.Y., Colburn H.S., Yost W.A., Guzman S.J. The precedence effect. // *The Journal of the Acoustical Society.* 1999. V. 106. N.4. P. 1633-1654.
130. Liu H., Cao F. (2016). L1 and L2 processing in the bilingual brain: A meta-analysis of neuroimaging studies. // *Brain and Language.* 2016. V. 159. P. 60–73.
131. Luque-Casado A., Perales J.C., Cárdenas D., Sanabria D. (2016). Heart rate variability and cognitive processing: the autonomic response to task demands. // *Biol Psychol.* 2016. V. 113. P. 83–90.
132. Luque-Casado A., Zabala M., Morales E., Mateo-March M., Sanabria D. (2013). Cognitive Performance and Heart Rate Variability: The Influence of Fitness Level. // *PLoS One.* 2013. V. 8(2). P. e56935.
133. MacKeben M., Trauzettel-Klosinski S., Reinhard J., Durrwachter U., Adler M., Klosinski G. (2004). Eye movement control during single-word reading in dyslexics. // *Journal of Vision.* 2004. V. 4 (5). P. 388–402.
134. MacLean P.D. (1973). A triune concept of the brain and behavior. In: *The Hincks Memorial Lectures.* Eds. by Boag T. and Cambell D., Univ. of Tronto Press, Tronto. 1973. P. 6-66.

135. Mangos P.M., Steele-Johnson D. (2001). The role of subjective task complexity in goal orientation, self-efficacy, and performance relations. // *Human Performance*. 2001. V. 14(2). P. 169-186.
136. Manto M., Bower J., Conforto A., Delgado-García J., Gerwig M., Habas C., Hagura N., Ivry R.B., Mariën P., Molinari M., Naito E., Nowak D.A., Oulad Ben Taib N., Pelisson D., Tesche C.D., Tilikete C., Timmann D. (2012). Consensus paper: roles of the cerebellum in motor control- the diversity of ideas on cerebellar involvement in movement. // *Cerebellum*. 2012. V. 11. P. 457-487.
137. Marvel J.B., Jerger J.F., Lew H.L. (1992). Asymmetries in topographic brain maps of auditory evoked potentials in the elderly. // *J Am Acad Audiol*. 1992. V. 3. P. 361–368.
138. Massaro D.W., Friedman D. (1990). Models of integration given multiple sources of information. // *Psychol Rev*. 1990. V. 97(2). P. 225-252.
139. Massin M., von Bernuth G. (1997). Normal ranges of heart rate variability during infancy and childhood. // *Pediatr Cardiol*. 1997. V. 18(4). P. 297-302.
140. May R. (1977). *The meaning of anxiety*. New York: W.W. Norton.
141. Maynard D.C., Milton D.H. (1997). Effects of Objective and Subjective Task Complexity on Performance. // *Human Performance*. 1997. V. 10(4). P. 303-330.
142. McCraty R., Atkinson M., Bradley R.T. (2004). Electrophysiological evidence of intuition: Part 2. A system-wide process? // *J Altern Complement Med*. 2004. V. 10(2). P. 325-36.
143. McCraty R., Atkinson M., Tomasino D., Bradley R.T. (2006). *The coherent heart: Heart–brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order*. Boulder Creek, CA: HeartMath Research Center, Institute of HeartMath. Publication N. 06-022. Retrieved from <http://www.heartmath.org/research/scientific-ebooks.html>.
144. McCraty R., Atkinson M., Tomasino D., Bradley R.T. (2009). *The coherent heart: heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order*. Boulder Creek, CA: Institute of Heartmath.

145. McCraty R., Barrios-Choplin B., Rozman D., Atkinson M., Watkins, A. D. (1998). The impact of a new emotional selfmanagement program on stress, emotions, heart rate variability, DHEA and cortisol. // *Integrative Physiological and Behavioral Science*. 1998. V. 33(2). P. 151–170.
146. McCraty R., Childre D. (2004). The grateful heart: The psychophysiology of appreciation. In R.A. Emmons, M. E. McCullough (Eds.). *The psychology of gratitude*. New York: Oxford University Press. P. 230–255
147. McCraty R., Shaffer F. (2015). Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of Self-regulatory Capacity, and Health risk. // *Glob Adv Health Med*. 2015. N. 4(1). P. 46-61.
148. McCusker K., Hillinger M.L., Bias R.G. (1981). Phonological recoding and reading. // *Psychol Bulletin*. 1981. V. 89. P. 217-245.
149. Menenti L., Pickering M.J., Garrod S.C. (2012). Toward a neural basis of interactive alignment in conversation. // *Front Hum Neurosci*. 2012. V. 6. P. 185.
150. Miller E.K., Buschman T.J. (2013). Cortical circuits for the control of attention. // *Curr. Opin. Neurobiol*. 2013. V. 23. P. 216–222.
151. Molfese D. (1977). The ontogeny of cerebral asymmetry in man: Auditory evoked potentials to linguistic and non-linguistic stimuli / In J. Desmedt (Ed.). *Progress in Clinical Neurophysiology*, 1977. Basel: Karger.
152. Montoya P., Schandry R., Müller A. (1993). Heartbeat evoked potentials (HEP): topography and influence of cardiac awareness and focus of attention. // *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1993. V. 88(3). P. 163-172.
153. Morgan-Short K., Steinhauer K., Sanz C., Ullman M.T. (2012). Explicit and implicit second language training differentially affect the achievement of native-like brain activation patterns. // *J Cogn Neurosci*. 2012. V. 24. P. 933–947.
154. Moschner C., Baloh R.W. (1994). Age-Related changes in visual tracking. // *J. Gerontol*. 1994. V. 49. P. 235–238.
155. Munoz C. (2006). *Age and the Rate of foreign language learning*. Toronto: Multilingual Matters Ltd.

156. Munoz D.P., Broughton J.R., Goldring J.E., Armstrong I.T. (1998). Age-related performance of human subjects on saccadic eye movement tasks. // *Exp. Brain Res.* 1998. V. 121. P. 391–400.
157. Munoz D.P., Everling S. Look away: The anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. // *Nat. Rev. Neurosci.* 2004. V. 5. P. 218–228.
158. Münte T.F., Wieringa B.M., Weyerts H., Szentkuti A., Matzke M., Johannes S. (2001). Differences in brain potentials to open and closed class words: class and frequency effects. // *Neuropsychologia.* 2001. V. 39(1). P. 91-102.
159. Murff S.H. (2005). The impact of stress on academic success in college students. // *ABNF J.* 2005. N. 16(5). P. 102-104.
160. Musso M., Moro A., Glauche V., Rijntjes M., Reichenbach J., Buchel C., Weiller C. (2003). Broca's area and the language instinct. // *Nat Neurosci.* 2003. V. 6. P. 774–781.
161. Näätänen R., Tiitinen H. 1997. Auditory information processing as MMN to learned vowel contrasts indexed by the mismatch negativity. In M. Sabourin, F.I.M. Craik, M. Robert (Eds.), *Advances in psychological science: Biological and cognitive aspects..* Hove, U.K.: Psychology Press. P. 145–170
162. Nagai N., Moritani T. (2004). Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. // *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004. V. 28(1). P. 27-33.
163. Natale M. (1975). Convergence of mean vocal intensity in dyadic communication as a function of social desirability. // *J Pers Soc Psychol.* 1975. V. 32. P. 790–804.
164. Norita M., Kawamura K. (1980). Subcortical afferents to the monkey amygdala: An HRP study. // *Brain Res.* 1980. V. 190. P. 225–230.
165. Obrzut J.E., Hynd G.W., Zellner R.D. (1983). Attentional deficit in learning-disabled children: evidence from visual half-field asymmetries. // *Brain Cogn.* 1983. V. 2. P. 89-101.
166. Oller J. (1976). Evidence for a general language proficiency factor: An expectancy grammar. // *Die Neueren Sprachen.* 1976. V. 75. P. 165–174.

167. Oppenheimer S., Hopkins D. (1994). Suprabulbar neuronal regulation of the heart. In: Armour JA, Ardell JL, editors. Neurocardiology. New York: Oxford University Press. 1994. P. 309-341.
168. O'Regan J.K. (1990). Eye movements and reading. In Eye movements and their role in visual and cognitive processes. Amsterdam: Elsevier. P. 395-453
169. Ottaviani C., Watson D.R., Meeten F., Makovac E., Garfinkel S.N., Critchley H.D. (2016). Neurobiological substrates of cognitive rigidity and autonomic inflexibility in generalized anxiety disorder. // Biol Psychol. 2016. V. 119. P. 31-41.
170. Paradis M. (1993). Multilingualism and Aphasia//Linguistic Disorders and Pathologies: An International Handbook / eds by G. Blanken, J. Dittmann, H. Grimm, J.C. Marshall, C.-W. Wallesch. Berlin, N.Y.: Walter de Gruyter. 1993. P. 278-288.
171. Park H., Badzakova-Trajkov G., Waldie K. (2012). Language lateralisation in late proficient bilinguals: A lexical decision fMRI study. // Neuropsychologia. (2012). V. 50(5) P. 688–695.
172. Pavlidis G.T. (1981). Do eye movements hold the key to dyslexia? // Neuropsychologia. 1981. V. 19(1). P. 57–64.
173. Pekkonen E., Huotilainen M., Virtanen J., Sinkkonen J., Rinne T., Ilmoniemi R.J., Naatanen R. (1995). Age-related functional differences between auditory cortices: a whole-head MEG study. // NeuroReport. 1995. V. 6. P. 1803–1806.
174. Penfield M., Roberts L. (1959). Speech and Brain mechanisms. Princeton, NJ: Princeton University Press.
175. Pennebaker J.W., Chung C.K., Frazee J., Lavergne G.M., Beaver D.I. (2014). When Small Words Foretell Academic Success: The Case of College Admissions Essays. // PLoS ONE. 2014. V. 9(12). P. e115844.
176. Phillips D.P., Farmer M.E. (1990). Acquired word deafness and the temporal grain of sound representation in the primary auditory cortex. // Behav Brain Res. 1990. V. 40. P. 85–94.

177. Phillips E.M. (1992). The effects of language anxiety on students' oral test performance and attitudes. // *Modern Language Journal*. 1992. V. 76. P. 14-26.
178. Pickering M.J., Garrod S. (2004). Toward a mechanistic psychology of dialogue. // *Behav Brain Sci*. 2004. V. 27. P. 169–190.
179. Pimsleur P. (1967). A memory schedule. 1967. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivebiry/servlet/ERICServlet?accno=ED012150>.
180. Pitres A. (1895). Etude sur l'aphasie. // *Revue de Medicine*. 1895. V. 15. P. 873-899.
181. Poeppel D. (2003) The analysis of speech in different temporal integration windows: cerebral lateralization as “asymmetric sampling in time.” // *Speech Commun*. 2003. V. 41. P. 245–255.
182. Posner M.I. (2004). *Cognitive Neuroscience of Attention*. N.Y., London, The Guilford Press.
183. Potzl O. (1925). Uber die parietal bedingte Aphasie und ih-ren EinfluB auf das Sprechen mehrerer Sprachen. // *Zeitschrift fur gesamte Neurologie und Psychiatrie*. 1925. N. 96. P. 100-124.
184. Pribram K. (1967). *New biology and neurology of emotions. A structural approach*. // *Amer. Psychol*. 1967. V. 22(10). P. 830-838.
185. Price M.L. (1991). The subjective experience of foreign language anxiety: Interviews with highly anxious students. In E.K. Horwitz, D.J. Young (Eds.). *Language anxiety: From theory and research to classroom implications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. P. 101-108
186. Quaresima V., Ferrari M., van der Sluijs M.C.P., Menssen J., Colier W.N.J.M. (2002). Lateral frontal cortex oxygenation changes during translation and language switching revealed by non-invasive near-infrared multi-point measurements. // *Brain Res. Bull*. 2002. V. 59. P. 235–243.
187. Rabbia F., Silke B., Conterno A., Grosso T., De Vito B., Rabbone I., Chiandussi L., Veglio F. (2003). Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. // *Obes Res*. 2003. V. 11(4). P. 541-548.

188. Radach R. (1996). *Blickbewegungen beim Lesen* [Eye movements during reading]. Muenster, Germany: Waxmann.
189. Ramsey A., Rolnick K., Smith R., Weng Ch., Li Y., Lokuta A. (2012). Activation of the Human Sympathetic Nervous System: Effects on Memory Performance. Retrieved from jass.neuro.wisc.edu/2012/01/Lab%20603%20Group%2010%20Final%20Submission%20Ramsey,%20Rolnick,%20Smith.pdf
190. Rayner K. (1977). Visual attention in reading: Eye movements reflect cognitive processes. // *Memory & Cognition*. 1977. V. 4. P. 443-448.
191. Rayner K., Duffy S. (1986). A. Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. // *Memory & Cognition*. 1986. V. 14. P. 191–201.
192. Rayner K., Li X., Pollatsek A. (2007). Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to Chinese Readers. // *Cognitive Science*. 2007. V. 31(6). P. 1021–1033.
193. Rayner K., Pollatsek A. (1989). *The psychology of reading*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
194. Rayner K., Pollatsek A., Drieghe D., Slattery T.J., Reichle E.D. (2006). Tracking the mind during reading via eye movements: Comments on Kliegl, Nuthmann, and Engbert. // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2007. V. 136. P. 520–529.
195. Rayner K., Pollatsek A., Drieghe D., Slattery T.J., Reichle E.D. (2006). Tracking the mind during reading via eye movements: Comments on Kliegl, Nuthmann, and Engbert. // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2007. V. 136. P. 520-529.
196. Rayner K., Sereno S.C., Raney G.E. (1996). Eye movement control in reading: a comparison of two types of models. // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1996. V. 22. P. 1188–1200.

197. Rayner K., Smith T.J., Malcolm G.L., Henderson J.M. (2009). Eye movements and visual encoding during scene perception. // Psychological science. 2009. V. 20(1). P. 6-10.
198. Reddy A., Reddy S. (2016). Impact of gender, intelligence and stress on academic achievement of primary school students. // International Journal of Humanities and Social Science Research. 2016. V. 2(7). P. 01-04.
199. Roussel S., Rohr A., Raufaste E., Nespoulous J-L. (2013). Eye-movement analysis in reading content words and function words. Retrieved from [sophie.raufaste.free.fr/Eye-movements%20in%20Reading%20\(Roussel%20et%20al.\).pdf](http://sophie.raufaste.free.fr/Eye-movements%20in%20Reading%20(Roussel%20et%20al.).pdf)
200. Royall D.R., Lauterbach E.C., Kaufer D., Malloy P., Coburn K.L., Black K.J. (2007). Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. The cognitive correlates of functional status: a review from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. // J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 2007. V. 19(3). P. 249-265.
201. Sanders L.D., Amy S.J., Keen R.E., Freyman R.L. (2008). One sound or two? Object-related negativity indexes echo perception. // Attention, Perception & Psychophysics. 2008. V. 70. N. 8. P. 1558-1570.
202. Savage S.W., Tatler B.W., Potter D.D. The effect of secondary cognitive task demand on fixation event related potentials (fERPs) during a hazard perception task. 18th ECEM 2015. Vienna. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281370860_The_effect_of_secondary_cognitive_task_demand_on_fixation_event_related_potentials_fERPs_during_a_video_based_hazard_perception_task
203. Schandry R., Montoya P. (1996). Event-related brain potentials and the processing of cardiac activity. // Biol Psychol. 1996. V. 42(1-2). P. 75-85.
204. Schank R.C. (1982). Reading and Understanding. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
205. Schmidt R. (1992). Psychological mechanisms underlying second language fluency. // SSLA. 1992. V. 14. P. 357-385.

206. Schober M.F. (1993). Spatial perspective-taking in conversation. // *Cognition*. 1993. V. 47. P. 1–24.
207. Segui J., Frauenfelder U.H., Laine C., Mehler J. (1987). The word frequency effect for open- and closed-class items. // *Cognitive Neuropsychology*. 1987. V. 4. P. 33-44.
208. Selye H. (1986). History and present status of the stress concept. In L. Goldberger, S. Breznitz (Eds.). *Handbook of stress. Theoretical and clinical aspects*. New York: The Free Press. P. 7–17.
209. Selye H. (1950). *The Physiology and pathology of exposure to stress*. Montreal: Acta Inc.
210. Seliger H.W. (1978). Implications of a multiple critical periods hypothesis for second language learning. In W. Ritchie (Ed.). *Second language acquisition research*. New York: Academic Press. 1978. P. 11-19.
211. Sellers V. (2000). Anxiety and reading comprehension in Spanish as a foreign language. // *Foreign Language Annals*. 2000. V. 33. P. 512-521.
212. Shaffer F., McCraty R., Zerr C.L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. // *Front Psychol*. 2014. V. 5. P. 10-40.
213. Sharma A., Kraus N., Carrell T., Thompson C. (1994). Physiologic bases of pitch and place of articulation perception: a case study. // *J Acoust Soc Am*. 1994. V. 95. P. 3011–3019.
214. Sharpe J.A., Zackon D.H. (1987). Senescent saccades: effects of aging on their accuracy, latency and velocity. // *Acta Otolaryngol*. 1987. V. 104. P. 422–428.
215. Shimada K., Hirota M., Yokokawa H., Yoshida H., Makita K., Yamazaki-Murase M., Tanabe H.C., Sadato N. (2015). Fluency-dependent cortical activation associated with speech production and comprehension in second language learners. // *Neuroscience*. 2015. V. 300. P. 474–492.

216. Silver H.K., Glicklen, A.D. (1990). Medical student abuse: Incidence, severity and significance. // The Journal of the American Medical Association. 1990. N. 263. P. 527-532.
217. Somers K., Jamieson S. (2014). Stress and anxiety in (second language) learning: Using HRV biofeedback and stress management education to facilitate learning success. // TESL Ontario CONTACT Magazine. 2014. V. 40(1). P. 29-35.
218. Sparks R., Ganschow L. (1993). Searching for the cognitive locus of foreign language learning difficulties: Linking first and second language learning. // The Modern Language Journal. 1993. V. 77. P. 289-302.
219. Spielberger C.D. (1983). Manual for the state-trait anxiety inventory (Form Y). Palo Alto: Consulting Psychological Press.
220. Staub A. (2010). Eye movements and processing difficulty in object relative clauses. // Cognition. 2010. V. 116. P. 71-86.
221. Svensson T.H., Thorén P. (1979). Brain noradrenergic neurons in the locus coeruleus: inhibition by blood volume load through vagal afferents. // Brain Res. 1979. V. 172(1). P. 174-178.
222. Taeschner T., Volterra V. (1986). Strumenti di analisi per una prima valutazione del linguaggio infantile. Roma: Bulzoni.
223. Tan L.H., Chen L., Yip V., Chan A.H.D., Yang J., Gao J-H., Sioka W.T. (2011). Activity levels in the left hemisphere caudate-fusiform circuit predict how well a second language will be learned. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. V. 108. P. 2540-2544.
224. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. //Circulation. 1996. V. 93. P. 1043-1065.
225. Telkemeyer S., Rossi S., Koch S.P., Nierhaus T., Steinbrink J., Poeppel D., Obrig H., Wartenburger I. (2009). Sensitivity of newborn auditory cortex to the temporal structure of sounds. // J Neurosci. 2009. V. 29. P. 14726-14733.

226. Telkemeyer S., Rossi S., Nierhaus T., Steinbrink J., Obrig H., Wartenburger I. (2011). Acoustic processing of temporally modulated sounds in infants: evidence from a combined near-infrared spectroscopy and EEG study. // *Front Psychol.* 2011. V. 1. P. 62.
227. Tettamanti M., Alkadhi H., Moro A., Perani D., Kollias S., Weniger D. (2002). Neural correlates for the acquisition of natural language syntax. // *NeuroImage.* 2002. V. 17. P. 700–709.
228. Thayer J.F., Hansen A.L., Saus-Rose E., Johnsen B.H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. // *Ann Behav Med.* 2009. V. 37(2) .P. 141-53.
229. Tiffin-Richards S.P., Schroeder S. (2015). Word length and frequency effects on children’s eye movements during silent reading. // *Vision Research.* 2015. V. 113(A). P. 33-43.
230. Tiller W.A., McCraty R., Atkinson M. (1996). Cardiac coherence: A new, noninvasive measure of autonomic nervous system order. // *Alternative Therapies in Health and Medicine.* 1996. V. 2(1). P. 52-65.
231. Tollin D.J., Yin T.C. (2003). Psychophysical investigation of an auditory spatial illusion in cats: the precedence effect. // *Journal of Neurophysiology.* 2003. V. 90. N. 4. P. 2149-2162.
232. Umetani K., Singer D.H., McCraty R., Atkinson M. (1998). Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: Relations to age and gender over nine decades. // *J Am Coll Cardiol.* 1998. V. 31(3). P. 593-601.
233. Umetani K., Singer D.H., McCraty R., Atkinson M. (1998). Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. // *J Am Coll Cardiol.* 1998. V. 31(3). P. 593-601.
234. Underwood G. (2005). *Cognitive Processes in Eye Guidance.* Oxford University Press.

235. van Steenbergen H., Band G. P. (2013). Pupil dilation in the Simon task as a marker of conflict processing. // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013. V. 7. P. 215.
236. Vassena E., Silvetti M., Boehler C.N., Achten E., Fias W., Verguts T. (2014). Overlapping neural systems represent cognitive effort and reward anticipation. // *PLoS One*. 2014. V. 9. P. e91008.
237. Von Wörde R. (1998). An investigation of students' perspectives on foreign language anxiety. (Doctoral Dissertation, George Mason University, 1998). UMI Dissertation Services.
238. Wada J.A., Clarke R., Hamm A. (1975). Cerebral hemispheric asymmetry in humans. // *Arch Neurol*. 1975. V. 32. P. 239-246.
239. Wallach H., Newman E.B., Rosenzweig M.R. (1949). The precedence effect in sound localization. // *American Journal of Psychology*. 1949. V. 62. P. 315-336.
240. Wang S., Jiang M., Duchesne X.M., Laugeson E.A., Kennedy D.P., Adolphs R., Zhao Q. (2015). // *Neuron*. 2015. V. 88. P. 604-616.
241. Wanga Y., Xueb G., Chenc Ch., Xuea F., Donga Qi. (2007). Neural bases of asymmetric language switching in second-language learners: An ER-fMRI study. // *NeuroImage*. 2007. V.35(2). P. 862–870.
242. Warabi T., Kase M., Kato T. (1984). Effect of aging on the accuracy of visually guided saccadic eye movement. // *Ann. Neurol*. 1984. V. 16. P. 449–454.
243. Wei M., Joshi A., Zhang M., Mei L., Manisa F., Hea Q., Beattie R., Xuec G., Shattuc D., Leahyb R., Xuea F., Houstona S., Cheng Ch., Dongc Qi, Lue Z.-L. (2015). How age of acquisition influences brain architecture in bilinguals // *Journal of Neurolinguistics*. 2015. V. 36, P. 35-55.
244. Wernicke C. (1874). *Der Aphasische Symptomencomplex: Eine Psychologische Studie auf Anaomischer Basis*. Breslau: Cohn und Welgert.
245. Witelson S. F., PaUie W. (1973). Left hemisphere specialization for language in the newborn: Neuroanatomiral evidence of asymmetry. // *Brain*. 1973. V. 96. P. 641-646.

246. Wölk C., Velden M. (1987). Detection variability within the cardiac cycle: toward a revision of the "baroreceptor hypothesis." // *J Psychophysiol.* 1987. V. 1. P. 61-65.
247. Wölk C., Velden M. (1989). Revision of the baroreceptor hypothesis on the basis of the new cardiac cycle effect. In: Bond NW, Siddle DAT, (Eds.). *Psychobiology: issues and applications.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. P. 371-379.
248. Yakovlev P.I. (1948). Motility, behavior and the brain. Stereodynamic organization and neural co-ordinates of behavior. // *J. Nerv. Ment. Disease.* 1948. V. 107. P. 313-335.
249. Yang J., Gates K.M., Molenaar P., Li P. (2015). Neural changes underlying successful second language word learning: An fMRI study. // *Journal of Neurolinguistics.* 2015. V. 33. P. 29-49.
250. Zatorre R.J., Evans A.C., Meyer E., Gjedde A. (1992). Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing. // *Science.* 1992. V. 256. P. 846-849.
251. Zavodna E. Hruskova J., Budinskaya K., Novakova Z., Hrstkova H., Brazdova L., Honzikova N. (2015). The development of LF/HF ratio and its dependence on the mean heart rate in children and adolescents. // *2015 Computing in Cardiology Conference (CinC), Nice.* 2015. P. 1045-1048.
252. Zelazo P.D., Muller U., Frye D., Marcovitch S. (2003). The development of executive function in early childhood. // *Monographs of the Society for Research in Child Development.* 2003. V. 68. N. 274. P. 1-137.
253. Zhang J.X., Harper R.M., Frysinger R.C. (1986). Respiratory modulation of neuronal discharge in the central nucleus of the amygdala during sleep and waking states. // *Exp Neurol.* 1986. V. 91(1). P. 193-207.
254. Zoccolotti P., De Luca M., Di Pace E., Judica A., Orlandi M., Spinelli D. (1999). Markers of developmental surface dyslexia in a language (Italian) with high grapheme-phoneme correspondence. // *Applied Psycholinguistics.* 1999. V.20. P. 191-216.

255. Александров Ю.И. (2005). Научение и память: традиционный и системный подходы. // Журнал высшей нервной деятельности. 2005. N. 55(6). С. 842–860.
256. Анисимов В.Н. (2013). Движения глаз при чтении предложений с синтаксической неоднозначностью в русском языке: дисс. ... канд. биол. наук. М.
257. Анохин П.К. (1964). Эмоции. М.: БМЭ. Т. 35.
258. Анохин П.К. (1973). Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / Принципы системной организации функций. М.: Наука. С.5-61.
259. Анохин П.К. (1980). Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука.
260. Аршинская Е.Л. (2014). Влияние учебной нагрузки на эмоциональное состояние школьников. // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2014. N 5(146). С. 58-64.
261. Аршинская Е.Л. (2016). Восприятие учебной нагрузки школьниками различных типов образовательных учреждений. // Казанский педагогический журнал. 2016. N 4(117). С. 176-182.
262. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов А.В., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. (2001). Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1). // Вестник аритмологии. 2001. N. 24. С. 65-87.
263. Байгужин П.А. (2016). Адаптивная тестирующая модель как способ оптимизации психической напряженности. // Рит сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI всерос.симп. / Отв. ред. Н.И. Шлык, Р.М. Баевский. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет». 2016. С. 49-53.

264. Балина Т.Н. (2002). Психофизиологические характеристики детей 6-7 лет, обучающихся иностранному языку в период адаптации к усложненной школьной программе : Дис. ... канд. пс. наук : Ростов н/Д.
265. Батуев А.С. (2008). Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем. Учебник для вузов. СПб.: Питер.
266. Бахчина А.В. (2014). Динамика вегетативной регуляции кардиоритма при когнитивных, эмоциональных и физических нагрузках : дис. . кандидата пс. наук. Москва: РАН.
267. Бахчина А.В., Демарева В.А., Синеокова Т.Н. (2015а). Поиск вегетативных коррелятов лингвистических характеристик устной речи на материале диалогов на иностранном языке студентов языкового ВУЗа. // Материалы международной конференции: Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях - 2015. С. 30-32.
268. Бахчина А.В., Демарева В.А., Синеокова Т.Н. (2015б). Особенности вегетативных реакций студентов в подготовленной монологической и неподготовленной диалогической речи на иностранном языке (постановка задачи). // Теоретические и прикладные аспекты изучения речевой деятельности. 2015. Т. 10. N. 3. С. 143-156.
269. Божович Е.Д. (1997). Развитие языковой компетенции школьников: проблемы и подходы. // Вопросы психологии. 1997. N 1. С. 33–44
270. Бондаренко Г.И. (2013). Психологические факторы, определяющие успешность изучения курса русского языка младшими школьниками. // Начальная школа плюс До и После. 2013. N. 5. С. 83-86.
271. Вальдман А.В., Козловская М.М., Медведев О.С. (1979). Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. М.: Медицина.
272. Величковский Б.М. (2006). Когнитивная наука: Основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл; Издат. центр «Академия».
273. Винникова О.В., Бубновская О.В. (2015). Психологическая готовность к школе как фактор успешности обучения младшего школьника. // Международный студенческий научный вестник. 2015. N. 5-2. С. 209-212.

274. Гальперин И.Р. (2005). Текст как объект лингвистического исследования. Изд. 3-е стереотипное. М.: Едиториал УССР.
275. Григорьева В.Н., Сагильдина А.О., Григорьева К.А., Демарева В.А. (2011). Раш-анализ метрических свойств опросника удовлетворенности здоровьем. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. N 6-1. С. 391-398.
276. Григорьева В.Н., Сорокина Т.А., Демарева В.А. (2014). Методика оценки нарушений осознания двигательных и когнитивных возможностей у больных с поражением головного мозга. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. N 3-1. С. 371-381.
277. Демарева В.А, Серова М.С (2015а). Успешность деятельности на уроке английского языка у учеников 3-го класса с разными профилями латеральной организации. // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2015. N 4. С. 109-121.
278. Демарева В.А, Серова М.С. (2015б). Динамика ФМПА при решении тестовых заданий на английском языке учениками 3 класса. // Современные наукоемкие технологии. 2015. N 5. С. 58-60.
279. Демарева В.А. (2011а). Анализ восприятия звука для поиска маркеров лингвистических способностей. // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях. Материалы международной молодежной конференции. Н.Новгород: «Издательство ИПФ РАН». 2011. С. 41-42.
280. Демарева В.А. (2011б). Анализ особенностей восприятия звука для поиска маркеров компетентности в освоении английского языка младшими школьниками. // Новые горизонты: Сборник статей стипендиатов Оксфордского российского фонда. Тюмень: ВекторБук, 2011. Вып. 2. С. 132-138.
281. Демарева В.А. (2011в). Связь режимов работы мозга и языковой компетенции. // Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и науке о мозге. Тезисы трудов Второй Всероссийской научной школы. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ. 2011. С.45-46.

282. Демарева В.А. (2012). Пороги звуколокализационной функции как маркеры оптимального состояния для решения лингвистических задач. // Психологические исследования. 2012. Вып. 6. С.26-38.
283. Демарева В.А. (2016). Особенности вегетативного обеспечения ландшафтов внимания при чтении текстов на немецком языке // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2016. N. 30. С. 107-112.
284. Демарева В.А., Полевая С.А. (2012а). Саккадические движения глаз при чтении и выполнении задачи поиска по тексту как маркеры языковой компетенции. // 8-й Международный междисциплинарный конгресс «Нейронаука для медицины и психологии». М.: МАКС Пресс. 2012. С. 150.
285. Демарева В.А., Бахчина А.В., Серова М.С. (2015а). Динамика ВСР при чтении текстов в парадигме CHREST. // Новая наука: Проблемы и перспективы. 2015. N. 3(3). С. 59-61.
286. Демарева В.А., Каминская Н.В., Полевая С.А. (2015б). Динамика функциональной межполушарной асимметрии у студентов при посещении практикума по английскому языку // От истоков к современности: 130 лет организации психологического общества при Московском университете: Сборник материалов юбилейной конференции: В 5 томах: Том 1. Отв. ред. Богоявленская Д.Б. М.: Когито-Центр. 2015. С. 199-201.
287. Демарева В.А., Колосанова Д.А. (2016). Особенности движений глаз и variability сердечного ритма при чтении текстов с искажениями. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 45-46.
288. Демарева В.А., Колосанова Д.А., Серова М.С. (2015в). Глазодвигательная активность при чтении обычных и перемешанных текстов студентами с разным уровнем знания английского языка . // Сборник трудов V съезда биофизиков России. 2015. С. 309.

289. Демарева В.А., Колосанова Д.А., Серова М.С. (2015г). Особенности движений глаз при чтении обычных и перемешанных текстов. // Международный журнал экспериментального образования. 2015. N. 11(2). С. 199-202.
290. Демарева В.А., Королева М.Е., Гурылева А.О. (2014). Функциональная межполушарная асимметрия и успешность решения лингвистических задач учениками 3-го класса школы с углубленным изучением английского языка. // Язык и культура (Новосибирск). 2014. N. 15. С. 101-105.
291. Демарева В.А., Костенкова А.Н. (2015). Влияние функциональной межполушарной асимметрии на успешность деятельности на уроке английского языка. // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. N. 3. С. 49-51.
292. Демарева В.А., Кочаровская М.В. (2014). Влияние сложности текста на параметры движения глаз при работе с тестом. // Шестая конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград. 2014. С. 356-357.
293. Демарева В.А., Кушина Н.В., Серова М.С., Полевая С.А. (2016а). Распределение фиксаций при чтении текстов на английском языке как отображение уровня лингвистических компетенций.// Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований. Отв. ред. В.А. Барабанщиков. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2016. С. 880-886.
294. Демарева В.А., М.С. Серова, М.Е. Королева, Бахчина А.В. (2016б). Айттрекинг при чтении обычных и перемешанных текстов студентами с разным уровнем владения английским языком. // Айттрекинг в психологической науке и практике (коллективная монография). Отв. ред. В.А. Барабанщиков. ИП РАН. МГППУ. 2016. С. 176-180.
295. Демарева В.А., Полевая С.А. (2012б). Параметры движения глаз при работе с текстами как маркеры языковой компетенции. // IV съезд биофизиков России. Симпозиум II «Физические основы физиологических процессов». Материалы докладов. Нижний Новгород. 2012. С.43.

296. Демарева В.А., Полевая С.А. (2012в). Параметры движения глаз при чтении текстов как маркеры языковой компетенции // XIV всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2012»: Сборник научных трудов. В 3-х частях. Ч. 2. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. С. 28-32.
297. Демарева В.А., Полевая С.А. (2013а). Амплитуда саккад при чтении и диаметр зрачка при поиске ответа на вопрос в тексте как маркеры языковой компетенции. // Материалы международной научно-практической конференции: Современные тенденции в образовании и науке. Тамбов. 2013. С. 38-39.
298. Демарева В.А., Полевая С.А. (2013а). Возможная модель для предсказания уровня знания языка на основе данных EYE TRACKINGa. // XV всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2013»: Сборник научных трудов. В 3-х частях. Ч. 1. М.: НИЯУ МИФИ. 2013. С. 37-43.
299. Демарева В.А., Полевая С.А. (2013б). Анализ связи между уровнем владения английским языком и параметрами звуколокализационной функции у учеников 3-го и 10-го класса. // Материалы Всероссийской конференции: Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях-2013. Н.Новгород: ИПФРАН. 2013. С. 42-43.
300. Демарева В.А., Полевая С.А. (2014а). Влияние уровня владения английским языком на параметры движения глаз при работе с текстами. // Шестая конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград. 2014. С. 263-264.
301. Демарева В.А., Полевая С.А. (2014б). Динамика роли функциональной межполушарной асимметрии при освоении английского языка как иностранного. // XVI Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика — 2014» с международным участием: Сборник научных трудов. М.: НИЯУ МИФИ. 2014. Ч. 2. С. 148-158.
302. Демарева В.А., Полевая С.А. (2014в). Поиск возможных психофизиологических маркеров лингвистической компетенции в

пространстве параметров движений глаз применительно к языкам азиатской семьи на примере японского языка. // Естественно-научный подход в современной психологии. Отв. ред. В. А. Барабанщиков. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2014. С. 501-507.

303. Демарева В.А., Полевая С.А. (2014г). Связь между функциональной межполушарной асимметрией и успешностью решения лингвистических задач у учеников 3-го класса школы с углубленным изучением английского языка. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Социология. Психология. Философия. 2014. N. 1-2. С. 421-428.

304. Демарева В.А., Полевая С.А. (2016а). Динамика вариабельности сердечного ритма (ВСР) при регистрации движений взора: калибровка, лингвистические задачи. // Седьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. 2016. С. 688-689.

305. Демарева В.А., Полевая С.А. (2016б). Мониторинг вариабельности ритма сердца для персонифицированной оценки влияния стрессовых нагрузок на успешность освоения английского языка школьниками младших классов. // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы VI Международной научно-практической конференции. Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуманитар.-педаг. ун-та. 2016. С. 169-175.

306. Демарева В.А., Полевая С.А. (2017). Вариабельность ритма сердца как физиологический критерий для оценки влияния стрессовых нагрузок на успешность освоения английского языка школьниками младших классов. // Вестник психофизиологии. 2017. N.1. С. 24-31.

307. Демарева В.А., Полевая С.А., Синеокова Т.Н., Бахчина А.В. (2014а). Оценка субъективной сложности монолога и диалога как двух видов задач на практикуме по английскому языку. // Научные труды SWorld. 2014. Т. 16. С. 3-7.

308. Демарева В.А., Полевая С.А., Парин С.Б. (2012). Поиск информативных параметров данных EyeTracking для оценки уровня знания

английского языка // Экспериментальный метод в структуре психологического знания. Отв. ред. В.А. Барабанщиков. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2012. С. 448-451.

309. Демарева В.А., Полевая С.А., Синеокова Т.Н. (2014б). Особенности движения глаз студентов при поиске причинно-следственных связей в тексте (постановка задачи). // Теоретические и прикладные аспекты изучения речевой деятельности. Вып. 2 (9). Н. Новгород: ФГБОУ ВПО «НГЛУ». 2014. С. 134-140.

310. Демарева В.А., Серова М.С., Гурылева А.О. (2014в). Связь уровня знания иностранного языка и параметров звуколокализационной функции у школьников разных классов. // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. N. 16. С. 78-82.

311. Демарева В.А., Синеокова Т.Н., Бахчина А.В. (2014г). Вегетативные корреляты субъективной сложности двух типов задач по иностранному языку. // Вестник психофизиологии. 2014. N. 4. С. 47-52.

312. Демарева В.А., Созинова Е.А., Королева М.Е., Бахчина А.В., Полевая С.А. (2015д). Влияние частотности слов на распределение фиксаций при чтении текстов на русском и английском языке у студентов с разным уровнем владения английским языком. // Психологические исследования. 2015. Т. 8. N 43. С. 8. URL:<http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n43/1188-demareva43.html>

313. Демарева В.А., Токарь А.И. (2016). Вегетативное обеспечение процесса чтения текстов разного шрифта на русском и английском языках. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 41-42.

314. Демарева В.А., Шемагина О.В. (2012). Алгоритм идентификации изображений в биологической и искусственной распознающих системах. //

Пятая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов: В 2 т. Калининград, 2012. Т. 2. С.722-724.

315. Демина Е.В. (2014). Влияние личности педагога на успешность школьника. // Начальная школа. 2014. N. 12. С. 6-8.

316. Денисова А.А. (2011). Проблема психологической готовности выпускников начальной школы к обучению в основной школе. // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2011. N. 142. С. 83-91.

317. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. (1977). Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений головного мозга. М.: Медицина.

318. Еремин Е.В., Кожевников В.В., Полевая С.А., Бахчина А.В. (2014). Вебсервис для визуализации и хранения результатов измерения сердечного ритма – Свидетельство о государственной регистрации базы данных N 2014621202 от 26.08.2014.

319. Ермаченко Н.С., Ермаченко А.А., Латанов А.В. (2011). Десинхронизация ЭЭГ на частоте альфа-ритма как отражение процессов зрительного селективного внимания. // Физиология человека. 2011. Т. 37. N. 6. С. 18-27.

320. Захаров В.П. (2005). Корпусная лингвистика: Учебн.-метод. пособие. СПб: СПбГУ.

321. Зденек М. (1997). Развитие правого полушария/пер. с англ. Минск: ООО «Попурри».

322. Зимняя И.А. (2001). Лингвопсихология речевой деятельности. М.: НПО МОДЕК.

323. Золотова М.В., Делягина Л.К., Каминская Н.В., Мартыанова Т.В. (2014). Компьютерные адаптивные тесты и достоверность результатов тестирования по английскому языку. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Инновации в образовании. 2014. N. 3(4). С. 63-66.

324. Иванов В.В., Демидов А.А., Безруких М.М. (2010). Особенности движений глаз у детей младшего школьного возраста в процессе чтения

текстов разной сложности. / Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы.

325. Кавамура К., Парин С.Б., Полевая С.А., Яхно В.Г. (2008). Возможность построения симуляторов осознания сенсорных сигналов: иерархия «распознающих ячеек», нейроархитектура, психофизические данные. // Научная сессия МИФИ–2008. X Всероссийская научно-техническая конференция «НЕЙРОИНФОРМАТИКА–2008»: Лекции по нейроинформатике. Часть 1. М.: МИФИ. С. 23-57.

326. Кожевников В.В., Полевая С.А., Шишалов И.С., Бахчина А.В. Мобильный HR-измеритель (HR-измеритель) – Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ N 2014618634 от 26.08.2014.

327. Кондратов Н.А. (2009). История лингвистических учений. М.: URSS.

328. Кондухов В.И. (1979). Введение в языкознание. М.: Русь.

329. Косилова М.Ф. (2009). ИмPLICITная и эксплицитная память -их роль в изучении иностранного языка. // Вестник Московского университета. Сер. 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2009. N. 1. С. 9-14.

330. Костина Н.В. (2014). Профилактика стрессов в современной школе как психолого-педагогический аспект воспитательной работы с учащимися старших классов. // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты. Сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А.А. С. 116-119.

331. Костромина С.Н., Прокофьева В.В., Гнедых Д.С., Королева М.Е. 2015. Психофизиологический мониторинг экзаменационного стресса у школьников. // Психологические исследования. 2015. N. 43.

332. Котик Б.С. (1977). Латерализация речи у полиглотов. // Нейропсихология-77, София. 1977.

333. Леонтьев А.А. (1976). Признаки связности и цельности текста. / Смысловое восприятие речевого сообщения (в условиях массовой коммуникации). М.: Наука. С. 46-47.
334. Леонтьев А.А. (1999). Основы психолингвистики. М.: Смысл.
335. Леонтьева Н.Н. (1982). О компонентах системы понимания текста. / Уровни текста и методы его лингвистического анализа. М. С. 124-140.
336. Леутин В.П., Николаева Е.И. (2008). Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. СПб: Речь.
337. Лозанов Г.К. (1973). Суггестопедия при обучении иностранным языкам. // Методы интенсивного обучения иностранным языкам. 1973. Вып. 1. С. 9-17.
338. Лурия А.Р. (2009). Основные проблемы нейролингвистики. 3-е изд. М.: URSS.
339. Мартыянова Я.Е. (2010). Личностные и ситуативные особенности поведенческой. Асимметрии. // Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга: экспериментальные и теоретические аспекты нейропластичности. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. М.: Научный мир. 2010. С. 195-198.
340. Марютина Т.М., Ермолаев О.Ю. (1997). Введение в психофизиологию: учеб.пособие. М.: Инфра-М.
341. Махнева С.Г. (2011). Возрастная физиология и психофизиология: практикум. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та.
342. Меерсон Ф.З. (1981) Адаптация, стресс, профилактика. М.: Наука.
343. Мельник С.И. (1970). Методика работы над лексикой иностранного языка в интенсивном курсе устной речи: автореф. дис.. канд. пед. наук. М.
344. Менчинская Н.А. (1966). Обучение и умственное развитие (обучение и развитие). М.: Просвещение.

345. Михальченко В.Ю. (2006). Словарь социолингвистических терминов. М.: Рос.академия наук: Институт языкознания: Российская академия лингвистических наук.
346. Москвина Н.В. (2000). Латеральные профили и некоторые особенности мнестических и речевых функций человека : Дис. ... канд. пс. наук : 19.00.02 : Уфа.
347. Некрасова М.М., Каратушина Д.И., Парин С.Б., Полевая С.А. (2011). Применение информационных технологий для оценки профессиональных рисков у монтажников-высотников при периодическом медосмотре. // Медицинский альманах. 2011. N. 3(16). С. 26-31.
348. Николс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. (2003). От нейрона к мозгу. М. URSS.
349. Новиков А.И. (1977). Смысл текста как результат его понимания. М.: Наука.
350. Павлов И.П. (1973). Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. Условные рефлексы. М.: Наука.
351. Паренко М.К. (2009). Психофизиологические механизмы формирования пространственного образа звука и субъективного звукового поля: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Н.Новгород: ННГУ.
352. Парин В.В., Баевский Р.М. (1966). Введение в медицинскую кибернетику. М.: Медицина.
353. Парин С.Б. (2001). Нейрохимические и психофизиологические механизмы стресса и шока. // Вестн. ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2001. N. 1. С. 20-28.
354. Парин С.Б. (2008). Люди и животные в экстремальных ситуациях: нейрохимические механизмы, эволюционный аспект. // Вестник Новосибирского государственного университета. 2008. Т. 2. Вып. 2. С. 118-135.

355. Парин С.Б., Некрасова М.М., Полевая С.А., Шишалов И.С., Бахчина А.В. (2014). Способ определения стресса. Патент России N 2531443.2014
356. Петрикова А.А. (2011). Нейрофизиологические особенности процесса чтения младших школьников и их учет при овладении техникой чтения на иностранном языке. // Молодой ученый. 2011. N. 3. Т.2. С. 144-151.
357. Подладчикова Л.Н., Колтунова Т.И., Самарин А.И., Петрушан М.В., Шапошников Д.Г., Ломакина О.В. (2017). Современные представления о механизмах зрительного внимания. Ростов н/Д: Издательско-полиграфический комплекс КИБИ МЕДИА ЦЕНТР ЮФУ.
358. Полевая С.А. (2007). Динамика межполушарных отношений при латерализации дихотического стимула. // Структурно-функциональные, нейрохимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга: матер. Все-рос. конф. с международным участием. М.: ИКАР 2007. С. 501-505.
359. Полевая С.А. (2007). Динамика межполушарных отношений при латерализации дихотического стимула. // Структурно-функциональные, нейрохимические и иммунохимические закономерности асимметрии и пластичности мозга: Мат. Всероссийск. конф. с международн. участием. М.: Изд-во ИКАР. 2007. С. 501-505.
360. Полевая С.А. (2009). Интеграция эндогенных факторов в систему обработки экстероцептивных сигналов : дис. . доктора биол. наук. Н. Новгород: Изд-во РАН.
361. Полевая С.А., Демарева В.А. Способ определения языковой и профессиональной компетенций. Патент на изобретение №2594102. Опубликовано: 10.08.2016. Бюл. № 22.
362. Полевая С.А., Парин С.Б., Бахчина А.В., Некрасова М.М., Шишалов И.С., Рунова Е.В., Кожевников В.В. (2013а) Система определения функционального состояния группы людей. Патент РФ на полезную модель N 129680 от 27.06.2013.

363. Полевая С.А., Парин С.Б., Бахчина А.В., Некрасова М.М., Шишалов И.С., Рунова Е.В., Кожевников В.В. (2013б) Система определения функционального состояния группы людей с обратной связью. Патент РФ на полезную модель N 129681 от 27.06.2013.
364. Полевая С.А., Парин С.Б., Еремин Е.В., Буланов Н.А., Чернова М.А. (2016). Разработка технологии событийно-связанной телеметрии для исследования когнитивных функций. // XVIII Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика - 2016»: Сборник научных трудов. М.: НИЯУ МИФИ. 2016. Ч. 1. С. 34-44.
365. Реброва Н.П. (2006). Взаимосвязь биологических и психологических характеристик личности: гендерный аспект. / Гендерная психология. СПб.: Питер. 2006. С. 48-74.
366. Рослякова С.В. (2015). Учебно-познавательная состоятельность школьника как фактор его успешности в настоящем и будущем. // Научный альманах. 2015. N. 8 (10). С. 632-635.
367. Ротенберг В. (2009). Межполушарная асимметрия, ее функция и онтогенез. / Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир. 2009. С. 164-185.
368. Рыбкина Г.В., Соболев А.В. (2001). Вариабельность ритма сердца. М.: «Оверлей».
369. Рянская Э.М. (2008). К вопросу о соотношении лексики и грамматики в языке. // Вестник НВГУ. 2008. N. 4. С. 42-47.
370. Сахарный Л.В. (1986). Деривация и семантика: слово – предложение – текст. Пермь: Луч.
371. Сибирякова В.Ф. (1978). Умственная активность школьников и обучаемость иностранному языку: автореф. дис.. канд. пед. наук. М..
372. Симонов П.В. (1981). Эмоциональный мозг. М.:Наука. -216 с.
373. Соколова Л.В. (2005). Психофизиологические основы формирования навыка чтения: дис. д-ра биол. наук. Архангельск.
374. Соссюр Ф. (1977). Труды по языкознанию. М.: Прогресс.

375. Суркова А.В. (2008). Комплексное лечение подростков с психовегетативным синдромом пубертатного периода: дисс. ... канд. мед. наук. Саратов.
376. Сухобская Г.С. (1959). Об автоматизации умственных действий. // Вопросы психологии. 1959. N. 3. С. 74-86.
377. Токарева Т.И. (2002). Участие полушарий мозга в восприятии человеком речевых сигналов разной сложности : дисс. ... канд. биол. наук : СПб.
378. Турбина Л.Г., Богданов Р.Р., Ратманова П.О., М Брынских А., Евина Е.И., Напалков Д.А., Латанов А.В., Шульговский В.В. (2005). Саккадические движения глаз пациентов с начальными проявлениями болезни паркинсона и динамика их параметров в процессе лечения пирибедилом. // Альманах клинической медицины. 2005. N. 8-3. С. 119-124.
379. Ушакова Т.Н. (1979). Функциональные структуры второй сигнальной системы. Психофизиологические механизмы речи. М.: Наука.
380. Фокин В.Ф, Пономарева Н.В. (2004). Динамические характеристики функциональной межполушарной асимметрии. / Функциональная межполушарная асимметрия: хрестоматия / под ред. Н.Н. Боголепова, В.Ф. Фокина М.: Научный мир. 2004. С. 349-368.
381. Фокин В.Ф. (1982). Центрально-периферическая организация функциональной моторной асимметрии: дис.. д-ра биол. наук. М.
382. Фокин В.Ф. (2007). Динамическая функциональная Асимметрия как отражение функциональных состояний. // Асимметрия. 2007. N. 2. С. 4-9.
383. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Городенский Н.Г., Иващенко Е.И., Разыграев И.И. (2004). Функциональная межполушарная асимметрия и асимметрия межполушарных отношений. // Системный подход в физиологии. 2004. N. 12. С. 111-127.
384. Фрумкина Р.М. (2003). Психолингвистика: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия.

385. Черниговская Т.В., Деглин В.Л., Меншуткин В.В. (1982). Функциональная специализация полушарий мозга человека и нейрофизиологические механизмы языковой компетенции. // Доклады АН СССР. 1982. Т. 267. N. 2. С. 499-502.
386. Шахнарович А.М., Юрьева Н.М. (1990). Психолингвистический анализ семантики и грамматики на материале онтогенеза речи. М.: Наука.
387. Шеромова Н.Н., Маясова Т.В. (2015). К проблеме понимания нейрофизиологической природы звукового образа при дихотической стимуляции. // Современные проблемы науки и образования. 2015. N. 1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18826>.
388. Щербаков В.И., Косюга Ю.И. (1980). Физиологические механизмы пространственного слуха. // Ж. высш. нервн. деят. им. И.П. Павлова. 1980. Т. 30. N. 2. С. 288-295.
389. Щербаков В.И., Паренко М.К., Полевая С.А., Шеромова Н.Н. (2001а). Возрастные особенности структуры субъективного звукового поля человека. // Сенс. сист. 2001. Т. 15. N. 4. С. 309-315.
390. Щербаков В.И., Полевая С.А., Паренко М.К., Шеромова Н.Н. (2001б). Возрастные особенности звукового восприятия при дихотической стимуляции. // Сенс. сист. 2001. Т. 15. N. 4. С. 316-323.
391. Щербаков В.И., Шеромова Н.Н., Паренко М.К., Полевая С.А. (2003). Способ исследования межполушарной сенсорной асимметрии. Патент РФ N 2198589.
392. Щербо А.П. (2014а). Здоровье и нагрузка школьника: гигиенический императив. // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2014. Т. 9. N. 1. С. 317-320.
393. Щербо А.П. (2014б). Нагрузки школьника - избыточны: взгляд гигиениста // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. N. 5. С. 61-63.
394. Ярбус А.Л. (1965). Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука.