

На правах рукописи

Демарева Валерия Алексеевна

**Психофизиологические факторы успешности освоения английского
языка русскоязычными студентами и школьниками**

Специальность 19.00.02 - «психофизиология»
(психологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата психологических наук

Москва – 2018

Работа выполнена на базе кафедры психофизиологии факультета социальных наук
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

**Научный
руководитель:**

доктор биологических наук
Полевая Софья Александровна

**Официальные
оппоненты:**

Дерягина Лариса Евгеньевна,
доктор медицинских наук, профессор, профессор
кафедры психологии ФГКОУ ВО «Московский
университет Министерства внутренних дел РФ им.
В.Я. Кикотя»

Демидов Александр Александрович,
кандидат психологических наук, доцент, доцент
кафедры общей психологии НОЧУ ВО «Московский
институт психоанализа»

Ведущая организация:

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Защита состоится: «28» июня 2018 года в 13.00 часов на заседании диссертационного
совета Д 002.016.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института психологии Российской академии наук (ИП РАН) по адресу: 129366, Москва, ул.
Ярославская, д. 13, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской
академии наук (ИП РАН): www.ipras.ru.

Автореферат разослан «___» апреля 2018 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат психологических наук



Никитина Елена Альфредовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Исследование психофизиологических 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 межполушарной функциональной асимметрии с успешностью обучения по разным школьным предметам у детей 6-7 лет (Балина, 2002), и связь латеральных профилей, мнестических и речевых функций у студентов (Москвина, 2000). Опубликованы работы, демонстрирующие особенности участия полушарий мозга в восприятии речевых сигналов (Токарева, 2002). С помощью электрофизиологических и томографических методов изучаются структурно-функциональные 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.). Показано, что стрессогенность учебного процесса негативно влияет на успешность обучения (Murff, 2005; Reddy A. &Reddy S., 2016; Linn&Zeppa, 1984; Silver&Glicker, 1990). Для предупреждения учебных перегрузок и повышения эффективности при изучении иностранного языка разрабатываются профилактические программы с БОС-тренингами на основе вариабельности сердечного ритма (Аршинская, 2014, 2016; Henricues et al., 2011; Breadyly et al., 2007, 2010).

Основной недостаток указанных исследований заключается, на наш взгляд, в том, что в качестве основания для обеспечения лингвистических функций рассматривается не целостный организм человека, а лишь его часть. Основываясь на положениях дифференциальной психофизиологии (Русалов, 2012), мы можем полагать, что в основании индивидуальной успешности освоения английского языка лежит совокупность всех «физических, физиологических, а более широко – биологических свойств индивида». Следовательно, для поиска психофизиологических признаков, выполняющих функцию индикаторов (маркеров) успешности освоения иностранного языка необходимы

комплексные исследования с учетом онтогенетического аспекта: начиная с поиска оптимальных функциональных состояний для успешного освоения иностранного языка, и заканчивая психофизиологическими маркерами языковой компетенции.

Взяв за основу определение когнитивного опыта в рамках модели психологической структуры интеллекта (Холодная, 2002), мы можем обозначить психофизиологические факторы (преддиспозиции) успешности освоения английского языка как определенные физиологические состояния, которые обеспечивают оптимальное хранение, упорядочение и преобразование наличной и поступающей информации на иностранном языке, способствуя тем самым воспроизведению в психике познающего субъекта устойчивых, закономерных аспектов его окружения.

Объект исследования: функциональное доминирование полушарий, динамика показателей сердечного ритма и амплитудно-временные характеристики движения взора при решении лингвистических задач.

Предмет исследования: психофизиологические факторы успешности освоения английского языка.

Цель исследования состояла в выявлении общих и специфических факторов успешного освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками; а также в изучении амплитудно-временных характеристик движения взора при работе с текстами на русском и английском языках при разной степени знания английского.

Основные задачи исследования:

1. Определить психофизиологические факторы готовности к успешному освоению английского языка русскоязычных школьников и студентов;
2. Определить психофизиологические факторы успешности процесса освоения английского языка;
3. Определить особенности зрительно-моторной активности, связанные с высоким уровнем знания английского языка у русскоязычных студентов;
4. Выделить интегративные психофизиологические факторы успешного освоения английского языка.

Теоретическая гипотеза исследования. Психофизиологические характеристики активности индивида, наблюдаемой в процессе решения задач на иностранном языке, отражают эффективность обучения иностранному языку и уровень знания иностранного языка по-разному в зависимости от этапа онтогенеза.

Эмпирическая гипотеза исследования. При работе с заданиями на иностранном языке группы людей школьного и взрослого возраста с высокой и низкой эффективностью обучения иностранному языку, а также группы взрослых людей с высоким и низким

уровнем компетенции в иностранном языке отличаются по характеристикам психофизиологических процессов: динамика функциональной межполушарной асимметрии, вегетативная регуляция сердечного ритма, зрительно-моторная активность.

Научная новизна исследования. 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 выраженность функциональной активности левого полушария, а на студенческом этапе необходима схожесть функциональной активности обоих полушарий. Показано, что высокая активность вегетативной нервной системы и умеренное количество 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 психофизиологических 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 работы. Результаты проведенных исследований вносят вклад в понимание психофизиологических 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.

Достоверность результатов эмпирического исследования обеспечивалась детальным планированием дизайна экспериментальных серий, обоснованным выбором методик и методов анализа данных, а также соотносением полученных результатов с имеющимися в отечественной и зарубежной науке.

Соответствие паспорту научной специальности. Работа соответствует тематике и методам исследования в психофизиологии и направлена на изучение психофизиологии речевого развития (см. п. 8 «психофизиология развития и обучения» в паспорте специальности 19.00.02).

Положения, выносимые на защиту:

1. Степень функционального доминирования полушарий является фактором готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными студентами и школьниками.

2. Степень выраженности симпатического контура регуляции ритма сердца является фактором успешности процесса освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками.

3. Уровень знания иностранного языка проявляется в соотношении показателей зрительно-моторной активности при работе с текстами на родном и иностранном языках.

4. Формирование лингвистической компетенции, имея возрастную специфику, происходит посредством оптимизации психофизиологических процессов, которые обеспечивают эффективное хранение, упорядочение и преобразование наличной и поступающей информации.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были доложены и обсуждались на Междисциплинарном семинаре «Системная психофизиология» (ИП РАН, г. Москва, 2018), в рамках следующих научных конференций: на 16, 17 и 18 IOP World Congress (Пиза, Италия, 2012, Хиросима, Япония, 2014, Гавана, Куба, 2016); 22,23 Международной конференции «AMLAP Conference» (Испания, Бильбао, 2016; Ланкастер, Соединенное Королевство, 2017); Международной конференции «The Scandinavian Workshop on Applied EyeTracking» (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).

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы. Объем основного текста составляет 200 страниц и включает 78 рисунков и 16 таблиц. Библиографический список включает 411 источников, из них 264 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **Введении** обосновывается актуальность, новизна работы, определяются предмет, объект, цель и задачи исследования, указываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В **ПЕРВОЙ ГЛАВЕ «Когнитивные, вегетативные и моторные факторы освоения иностранного языка»** рассматривается комплексный психофизиологический подход к исследованию процесса освоения языка, анализируются когнитивные и вегетативные факторы освоения иностранного языка, изучаются характеристики движения взора при чтении как моторное отображение успешности результата освоения иностранного языка.

Во **ВТОРОЙ ГЛАВЕ «Материалы и методы исследования»** рассматриваются характеристики выборки, методов и дизайна исследования.

Выборка. Общее количество добровольцев, участвовавших в исследовании, составило 267 (таблица 1).

Таблица 1

Возрастной состав выборки

Этап освоения английского языка	Возраст(лет)	N
Начальная школа	10-11	61
Средняя, старшая школа	13-17	63
Студенты	19-25	143

Методы комплексного психофизиологического исследования. В диссертации использовался набор методов, удовлетворяющий критериям экологической валидности, неинвазивности, объективности, надежности, быстроты диагностики.

Технология компьютерной латерометрии. Для оценки функционального состояния мозга применялась технология компьютерной латерометрии (Щербаков и др., 2003). Виртуальное акустическое пространство формировалось с помощью серии дихотических импульсов частотой 3 Гц с нарастающей с шагом 23 мкс интерауральной задержкой (Полевая, 2009), за счет которой формируется иллюзия движения звукового образа (от центра междушной дуги (Δt_{\min}) к стороне опережающего сигнала (Δt_{\max}), затем

появляется звук на стороне отстающего сигнала (Δt_{rash}) – табл. 2. При сопоставлении пороговых характеристик для одних и тех же показателей латерометрии при движении звука вправо (Right) и влево (Left) оценивается функциональная межполушарная асимметрия (ФМПА).

Таблица 2

Характеристика показателей латерометрии

показатель латерометрии	локализация звуковых образов	интерпретация показателя	отделы слуховой системы
Δt_{min}	центр межшумной дуги	лабильность	стволовые отделы
Δt_{max}	крайняя латерализация со стороны опережающего сигнала	возбудимость	слуховая кора
		быстродействие	
Δt_{rash}	латерализация справа и слева	устойчивость	лобная, теменная, затылочная кора

На данный момент доказано многочисленными исследованиями, что функции организма и реализация поведения не могут быть локализованы в отдельных структурах мозга (в том числе в полушариях), а всегда обеспечиваются активностью распределенных групп нейронов (Черниговская, 2013; Швырков, 1995; Александров, 2009). Тем не менее при реализации поведения всегда присутствует в той или иной степени некоторая функциональная асимметрия в активности полушарий головного мозга, которая в свою очередь так же не постоянна, а динамически изменяется, в зависимости от характеристик реализуемого поведения (Полевая, 2009).

Технология событийно-связанной телеметрии. Для оценки динамики вегетативной регуляции применялась технология событийно-связанной телеметрии (Еремин и др., 2014; Кожевников и др., 2014; Полевая и др., 2013а; 2013б, Полевая и др., 2016), которая обеспечивает непрерывный мониторинг и анализ динамики variability ритма сердца (VРС) с учетом событийного контекста. Персонализированный анализ динамики вегетативной регуляции проведен на основе динамики спектральных показателей VРС: суммарной мощности спектра variability сердечного ритма – TP (m^2), мощности спектра в области частот от 0,04 до 0,15 Гц – LF (m^2), характеризующей активность симпатической нервной системы по модуляции сердечного ритма; мощности спектра в области частот от 0,15 до 0,4 Гц – HF (m^2), характеризующей активность парасимпатической нервной системы; отношения LF к HF - индекса вегетативного баланса, характеризующего напряжение регуляторных систем (McCarty&Shaffer, 2015). Спектральные показатели определялись с помощью динамического спектрального анализа

на основе дискретного Фурье-преобразования временных последовательностей RR-интервалов с окном 100 сек. и шагом 10 сек. Эпизоды острого стресса - вегетативное проявление взаимодействия нейрохимических систем на первой фазе стресса - детектировались на основе анализа динамики TP (мс^2) и LF/HF (Парин и др., 2014).

Технология айтрекинга. Зрительно-моторная активность при работе с текстами регистрировалась с использованием технологии айтрекинга по методу видеокулографии (Ярбус, 1965; Rayner, 1977; Подладчикова и др., 2017). В работе использован ПАК SMI iView X Hi-Speed 1250, обеспечивающий детектирование положения взора при чтении с разрешением по времени 500 Гц, по пространству 1680x1050 пикс. Обработка данных производилась в программной среде BeGaze, позволяющей определить следующие параметры зрительно-моторной активности: амплитуда саккад [$^\circ$], продолжительность фиксации [мс], средний размер зрачка [пикс].

Методы классификации выборки по успешности освоения английского языка. 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. Для тестирования уровня освоения английского языка у школьников использовались тесты на основе базового учебника, тест «PreIntermediate или Intermediate». Для оценки уровня знания английского языка у студентов использовался «Test General English» и «Placement Test». Для определения уровня знания русского языка использовалась тестовая часть ЕГЭ по русскому языку, содержащая 24 вопроса.

Методы статистического анализа. Статистический анализ выполнялся в программах BeGaze, Statistica 10, MS Office Excel. Для анализа результатов использовались: непараметрические критерии U Манна-Уитни; кластеризация методом K-средних; однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ, апостериорный анализ по критерию Фишера; критерий ранговой корреляции Спирмена.

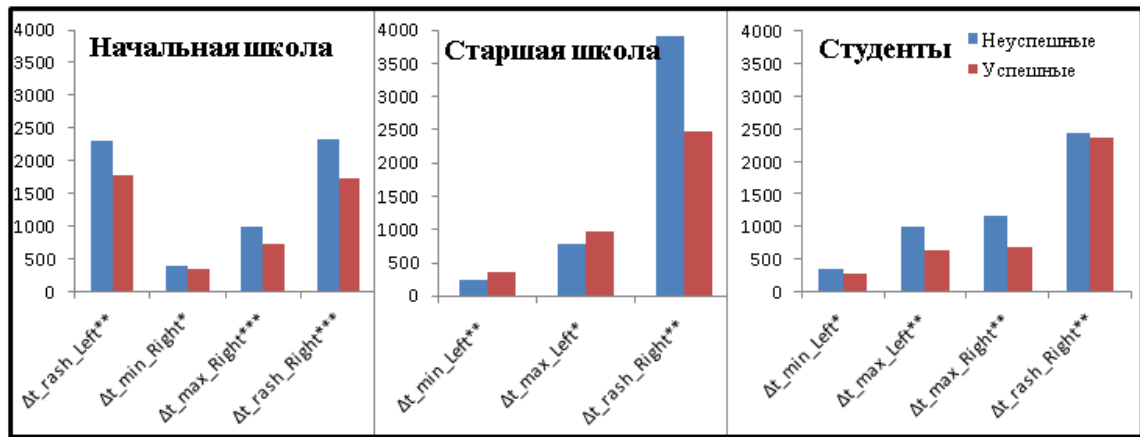
Дизайны исследования. Запись ритмограмм велась непрерывно до, в процессе и после занятия по английскому языку (45 мин. у школьников и 1 ч. 30 мин. для студентов), функциональное состояние мозга оценивалось дискретно до и после занятия. Общий дизайн исследования маркеров успешности результата освоения английского языка включал в себя тестирование актуального уровня знания английского языка, измерение траектории движения взора при работе с текстами на русском и английском языках.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ «Исследование физиологических факторов индивидуальной успешности школьников и студентов на разных этапах изучения

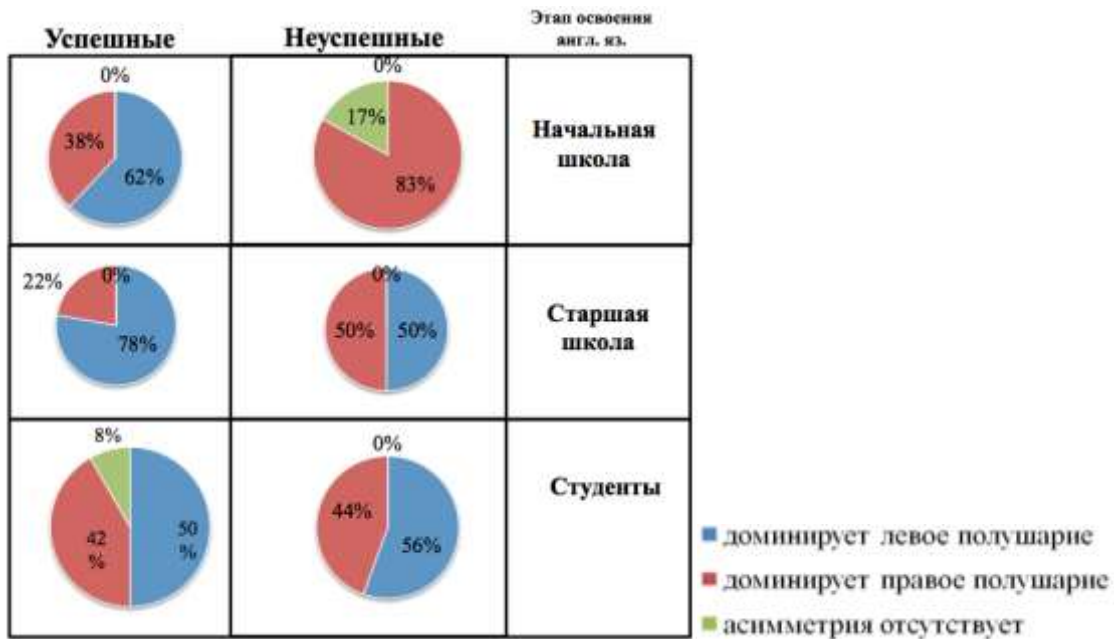
английского языка» приводятся результаты эмпирического исследования и сопоставляются с результатами, полученными другими авторами.

1) Особенности функционального состояния как фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными школьниками и студентами. В данном блоке исследований участвовали 45 учеников начальной и 26 учеников старшей школы, а также 21 студент. Для персонифицированной оценки влияния исходной ФМПА на успешность освоения английского языка сначала выборки кластеризовались методом К-средних по показателям успешности на занятии и тестировании. Далее в рамках когортного анализа сопоставлялись значения базовых показателей латерометрии у разных кластеров успешности (рис. 1А). Затем оценивалось распределение успешных и неуспешных учеников и студентов по функциональной межполушарной асимметрии (рис. 1Б).

Итак, благодаря персонифицированному и когортному анализу показателей ФМПА удалось выявить особенности функционального состояния мозга, связанные с преимуществом в освоении английского языка: фактором успешности на школьном этапе является выраженная функциональная активность левого полушария; у младших школьников в группе «успешных» выше быстроедействие левого полушария (Δt_{\min_Right} (U-критерий; $p < 0,05$), Δt_{\max_Right} (U-критерий; $p < 0,001$)), но понижены показатели устойчивости как правого ($p < 0,01$), так и левого полушария (U-критерий; $p < 0,001$); у учеников старшей школы в группе «успешных» ниже быстроедействие правого полушария (Δt_{\min_Left} (U-критерий; $p < 0,01$), Δt_{\max_Left} (U-критерий; $p < 0,05$)) и устойчивость левого полушария (U-критерий; $p < 0,01$); у студентов-лингвистов в группе «успешных» высокое быстроедействие правого и левого полушария (Δt_{\min_Left} (U-критерий; $p < 0,05$), Δt_{\max_Left} (U-критерий; $p < 0,01$); Δt_{\max_Right} (U-критерий; $p < 0,01$)) сочетается со снижением показателей устойчивости только для левого полушария (U-критерий; $p < 0,01$). Эти данные согласуются с выводами о соотношении функциональной активности полушарий в процессе изучения иностранного языка (Abutalebi et al., 2000; Abutabeli et al., 2007; Tan, 2011), в том числе школьным методом (Котик, 1977). На этапе профессионального изучения английского языка (у студентов) необходима схожая функциональная активизация обоих полушарий для эффективной реализации лингвистических функций (Boles et al., 2008).



А



Б

Рисунок 1. А - Значения базовых показателей латерометрии, достоверно отличающиеся у успешных и неуспешных учеников и студентов. **Б** - Распределение учеников и студентов, входящих в разные кластеры успешности освоения английского языка, по функциональной межполушарной асимметрии до занятия

При оценке связи между разными психофизиологическими процессами, обеспечивающими успешность освоения английского языка, оказалось, что важным фактором готовности к успешному освоению английского языка является одновременная выраженность функциональной активности левого полушария и активация симпатического контура регуляции по сравнению с парасимпатическим ($LH/HF > 2,5$). При таком наборе признаков 83% школьников показывают высокие баллы на уроке по английскому языку (рис. 2).

Таким образом, только выраженность функциональной активности левого полушария является недостаточным маркером оптимального функционального состояния школьника для освоения английского языка: важна также активация симпатической нервной системы.

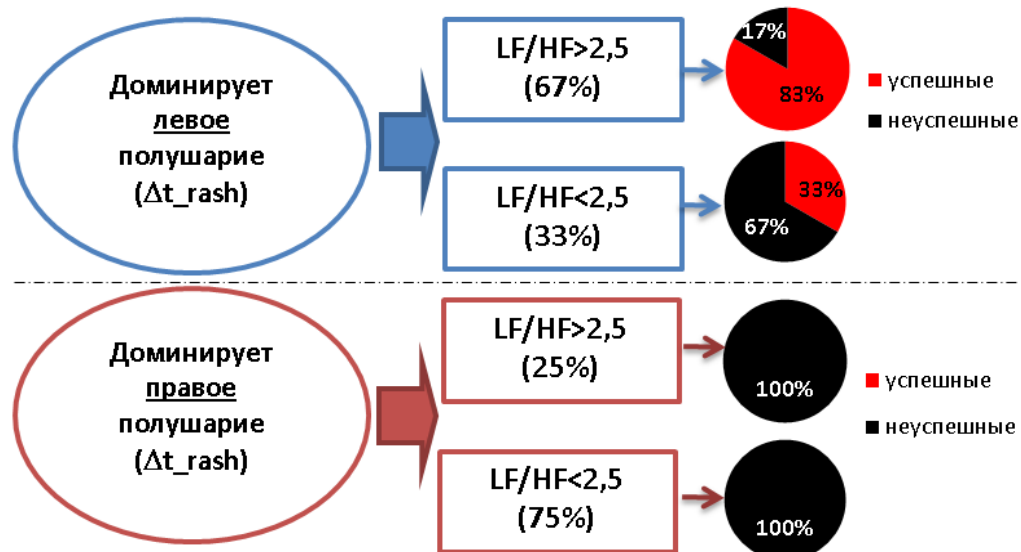


Рисунок 2. Влияние когнитивного и вегетативного фактора на успешность освоения английского языка

2) Особенности функционального состояния в процессе освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками. Для исследования динамики функционального состояния в процессе освоения английского языка русскоязычными студентами и школьниками был проанализирован тонус вегетативной нервной системы с учетом возраста до и после занятия. Оказалось, что независимо от возраста у всех групп добровольцев увеличивается активация симпатической системы после занятия. Только на этапе начального освоения английского языка отмечены усиление центрального контура регуляции кардиоритма (Fisher LSD; $p < 0,001$), активация парасимпатической нервной системы (Fisher LSD; $p < 0,001$) и снижение индекса симпатовагусного баланса (Fisher LSD; $p < 0,001$) после урока английского языка. Студенты отличаются значительным повышением индекса симпатовагусного баланса после занятия по английскому языку (Fisher LSD; $p < 0,001$). Таким образом, на начальном этапе освоения английского языка процесс обучения приводит к увеличению мощности спектра variability ритма сердца (CBPC) и к снижению напряжения регуляторных систем, а на профессиональном этапе – к повышению.

Для оценки связи вегетативной регуляции с успешностью деятельности на занятии по английскому языку сначала проводился кластерный анализ с целью классификации выборок на «успешных» и «неуспешных» учеников и студентов. Затем сравнивались спектральные показатели ВРС у успешных и неуспешных учеников и студентов (рис. 3).

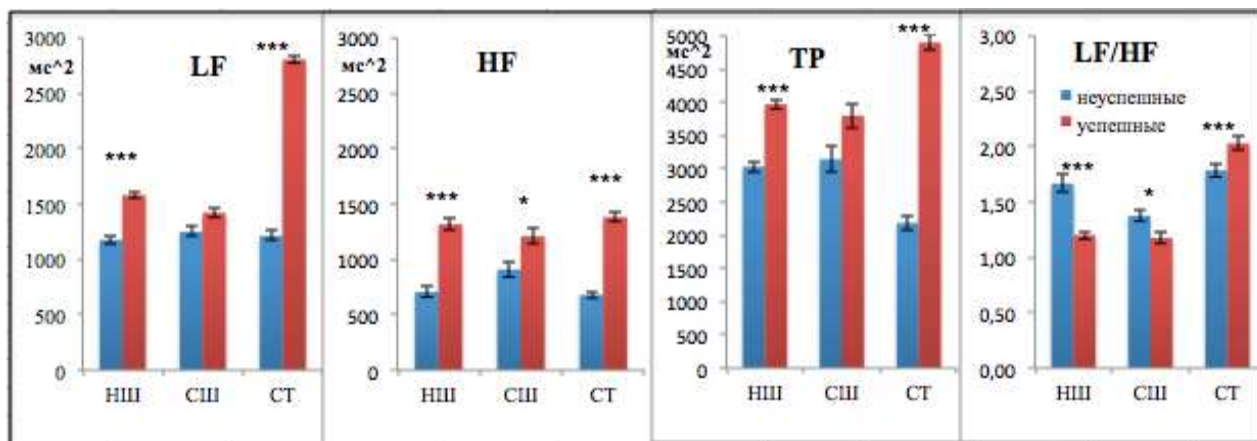


Рисунок 3. Значения спектральных показателей ВРС у учеников начальной (НШ), средней и старшей (СШ) школы и студентов (СТ), успешных и неуспешных на занятии по английскому языку

Было выявлено, что у учеников начальной школы успешное освоение английского языка связано с высокой общей мощностью спектра ВРС ($F(1, 5716)=195.50, p<0,001$). Выше мощность как низкочастотного ($F(1, 5716)=25.907, p<0,001$), так и высокочастотного компонентов ($F(1, 5716)=233.99, p<0,001$), 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 ($F(1, 4967)=108.84, p<0,001$) и парасимпатического ($F(1, 4967)=171.03, p<0,001$)). В отличие от школьников, у студентов индекс симпатовагусного баланса выше у успешных ($F(1, 4967)=27.431, p<0,001$), 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 связана с улучшением рабочей памяти (Ramsey et al., 2012).

В рамках диссертационной работы была апробирована технология персонифицированного картирования стрессогенных событий (Парин и др., 2014) на уроке

по английскому языку. Оказалось, что ученики, у которых было меньше стресс-эпизодов на занятии, более успешны в освоении английского языка. Интересно отметить, количество стресс-эпизодов было связано с исходным профилем ФМПА (рис. 4).

При выраженности функциональной активности левого полушария у школьников отмечается меньшее количество эпизодов острого стресса. Это можно рассматривать как снижение субъективной сложности процесса освоения английского языка для этой группы школьников. Таким образом, минимизация выраженности острого стресса (в совокупности с выраженной функциональной активностью левого полушария) является фактором успешности процесса освоения английского языка на школьном этапе, а на всех этапах фактором успешности выступает активность вегетативной нервной системы.

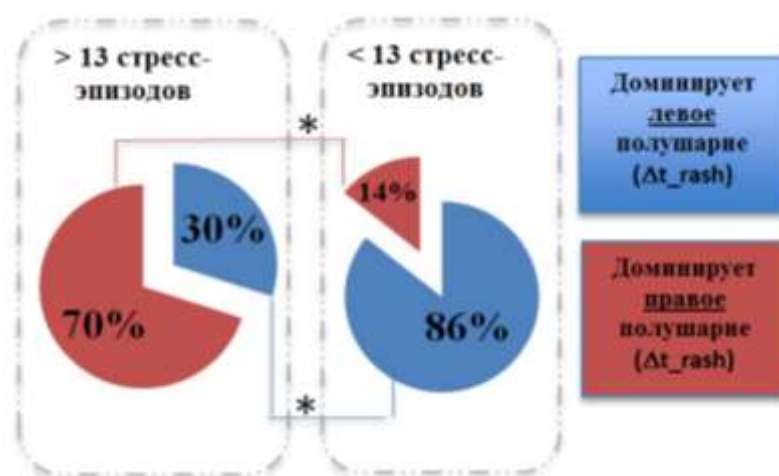


Рисунок 4. Влияние исходного функционального состояния мозга на количество стресс-эпизодов на уроке по английскому языку

3) Особенности зрительно-моторной координации при работе с текстами как моторного фактора успешности результата освоения английского языка. 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. Первый этап: проверка уровня знания английского языка с помощью стандартных лингвистических тестов. По результатам Placement Test выборка делилась на следующие группы в зависимости от уровня знания английского языка (языковой компетенции): Elementary («плохое» знание), PreIntermediate (владение «ниже среднего»), Intermediate («среднее» владение). Второй этап: регистрация траектории движения глаз при чтении и зрительном поиске ответов на вопросы для текстов на русском (L1) и английском (L2) языках. Третий этап: сравнительный анализ влияния уровня языковой компетенции и языка на организацию движения взора при чтении и при поиске

ответа на вопрос в тексте. Для анализа показателей айтрекинга использовались разностные коэффициенты, которые рассчитывались как разница между значениями при работе с английским и русским текстом, деленная на их сумму. Интерпретация результатов данного блока исследований основывалась на связи между степенью субъективной сложности работы с текстом и показателями движения взора при чтении (Rayner et al., 2007).

В таблице 3 приведены средние значения показателей айтрекинга для людей с разным уровнем языковой компетенции. Было обнаружено, что разница в амплитуде саккад при чтении L1 и L2 текстов наименее отличается у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с уровнем PreIntermediate ($U=5$; $p<0,05$) и с уровнем Elementary ($U=3$; $p<0,01$). Разница в длительности фиксаций при поиске ответа на вопрос в L1 и L2 текстах значительно ниже у студентов с уровнем Intermediate, чем у студентов с уровнем PreIntermediate ($U=5$; $p<0,05$) и с уровнем Elementary ($U=6$; $p<0,01$). 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.

Таблица 3

Значения длительности фиксаций, диаметра зрачка и амплитуды саккад в разных контекстах, при разном уровне языковой компетенции

Уровень языковой компетенции	Показатели					
	Длительность фиксаций [мс]		Диаметр зрачка [px]		Амплитуда саккад [°]	
	русский	английский	русский	английский	русский	английский
Elementary	178,7±6,3	201,5±7,3	25±0,7	24,7±0,7	4±0,2	2,8±0,2
PreIntermediate	177,9±7,7	188,3±6,9	22,6±1,3	22,5±1,3	3,8±0,5	2,7±0,2
Intermediate	181±3,2	177,3±6	25,9±2,2	26,2±2,4	3,6±0,2	3,6±0,3

Интересно отметить следующее. 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 (U -критерий; $p<0,01$). Это может свидетельствовать о наличии изменений, вносимых изучением второго языка в процесс работы с текстом на родном. 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).

Суммируя результаты, полученные с помощью технологии айтрекинга, можно выделить маркеры успешности результата освоения английского языка русскоязычными студентами (табл. 4).

Таблица 4

Маркеры компетенции в английском языке в пространстве параметров айтрекинга

	показатель	Высокая компетенция (Intermediate)	Низкая компетенция (Elementary)
изменение показателя при работе с текстом на англ.яз. по сравнению с русским яз.	длительность фиксаций	↑ 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, при исследовании особенностей движения взора при работе с текстами как отображения успешности результата освоения английского языка мы выявили, что маркерами высокой компетенции в английском языке являются схожие значения длительности фиксаций и амплитуды саккад при работе с английским и русским текстами, а также отсутствие сужения диаметра зрачка при работе с английским текстом по сравнению с русским. Все это свидетельствует в пользу вывода о том, что сходство параметров движений глаз при работе с текстами на русском и английском языке является маркером успешности результата освоения английского языка. Это согласуется с положениями о схожести активации кортикальных и субкортикальных структур при речевой деятельности на родном и иностранном языке при хорошем знании иностранного (Abutalebi&Green, 2007; Abutalebi et al., 2007).

В ЗАКЛЮЧЕНИИ обобщены полученные результаты.

В диссертационной работе проведено комплексное психофизиологическое исследование, на основании которого выделены интегративные психофизиологические факторы успешного освоения английского языка (табл. 5).

Успешность освоения английского языка русскоязычными школьниками и студентами связана с: а) функциональной активностью полушарий: выраженность активности левого полушария наблюдается при более успешном освоении на школьном этапе; б) динамикой вегетативной регуляции: высокая активность ВНС обеспечивает преимущество на всех этапах, минимизация выраженности стресс-реакций – на школьном этапе; в) зрительно-моторной координацией: схожие характеристики саккад и фиксаций при работе с текстами на русском и английском языке являются маркером успешности результата освоения английского языка.

Таблица 5

Интегративные психофизиологические факторы успешного освоения английского языка

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

Для выявления механизмов, лежащих в основе полученных нами результатов, был проведен анализ связи физиологических показателей и показателей успешности освоения английского языка для разных возрастных групп (рис. 5). 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, повышении специализации и снижении адаптивности физиологической системы (Анохин, 1973; Рыбкина, Соболев, 2001; Некрасова и др., 2011). Сравнение корреляционных диаграмм по спектральным показателям вариабельности 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. 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 психофизиологическими условиями формирования лингвистических функций в пубертатном периоде.

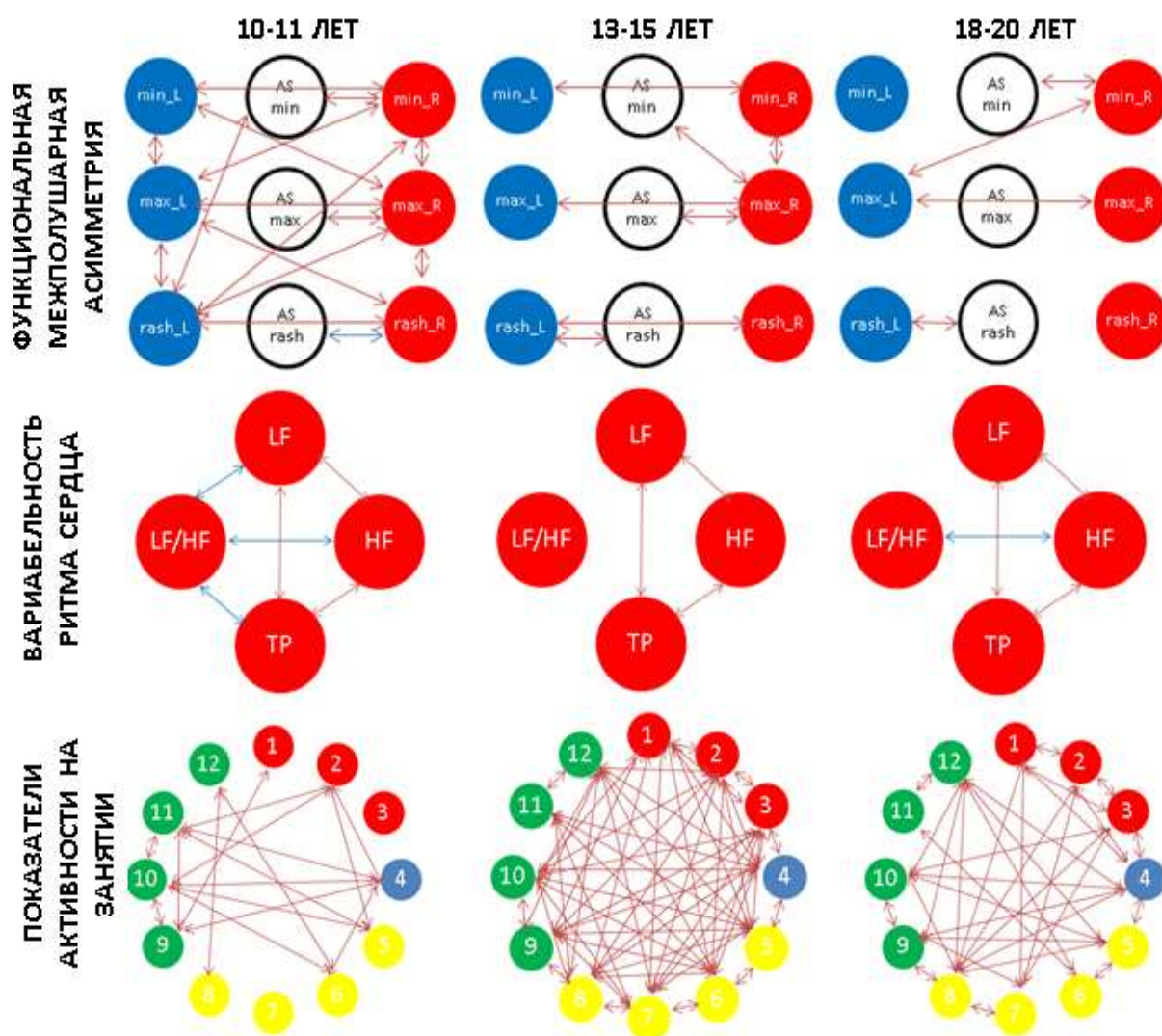


Рисунок 5. Корреляционные диаграммы, отражающие связи показателей внутри разных методов исследования, отдельно для каждой возрастной группы (1-12 – показатели полезной активности на занятии)

Важно 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 психофизиологических показателях и увеличение связей в лингвистических показателях.

ВЫВОДЫ:

1. Оптимальное функциональное состояние для освоения английского языка характеризуется доминированием симпатической нервной системы в сочетании: а) на школьном этапе с выраженной функциональной активностью левого полушария; б) на студенческом этапе со схожестью функциональной активности обоих полушарий.

2. Высокая активность вегетативной нервной системы является фактором успешности процесса освоения английского языка на школьном и студенческом этапе.

3. Высокий уровень знания английского языка проявляется в схожих характеристиках саккад и фиксации при работе текстами на родном и иностранном языках.

4. Интегративные психофизиологические факторы успешного освоения английского языка включают в себя: степень функционального доминирования полушарий, степень активации симпатической нервной системы, степень сходства амплитудно-временных характеристик движения взора при работе с текстами на русском и английском языках.

5. Психофизиологические факторы, связанные с изучением иностранного языка, по-разному проявляются у людей разного возраста в зависимости от успешности освоения.

Содержание диссертации отражено в 34 научных публикациях общим объемом 11,6 п.л. (авторский вклад – 5,1 п.л.).

Публикации в отечественных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки РФ:

1. Григорьева В.Н., Сагильдина А.О., Григорьева К.А., Демарева В.А. Раш-анализ метрических свойств опросника удовлетворенности здоровьем. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. N 6-1. С. 391-398.
2. Демарева В.А., Полевая С.А. 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.

3. Григорьева В.Н., Сорокина Т.А., **Демарева В.А.** 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.
4. **Демарева В.А.**, Созинова Е.А., Королева М.Е., Бахчина А.В., Полевая С.А. 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>
5. **Демарева В.А.**, Серова М.С. 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.
6. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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.
7. **Демарева В.А.**, Полевая А.В., Полевая С.А. Особенности функциональной межполушарной асимметрии как фактора готовности к успешному освоению английского языка русскоязычными студентами. // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2017. N4. С. 3-15.

Патенты на изобретение:

8. Полевая С.А., **Демарева В.А.** Способ определения языковой и профессиональной компетенций. Патент на изобретение №2594102. Опубликовано: 10.08.2016. Бюл. № 22.

Научные статьи в журналах и сборниках, тезисы докладов:

9. **Демарева В.А.**, Полевая С.А., Парин С.Б. 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.
10. **Демарева В.А.** Пороги звуколокализационной функции как маркеры оптимального состояния для решения лингвистических задач. // Психологические исследования. 2012. Вып. 6. С.26-38.
11. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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.
12. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. Поиск возможных психофизиологических маркеров лингвистической компетенции в пространстве параметров движений глаз

- применительно к языкам азиатской семьи на примере японского языка. // Естественнаучный подход в современной психологии. / Отв. ред. В. А. Барабанщиков. М.: Изд-во «Институт психологии РАН». 2014. С. 501-507.
13. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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.
 14. **Демарева В.А.**, Синеокова Т.Н., Бахчина А.В. Вегетативные корреляты субъективной сложности двух типов задач по иностранному языку. // Вестник психофизиологии. 2014. N. 4. С. 47-52.
 15. **Демарева В.А.**, Полевая С.А., Синеокова Т.Н. 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: ФГБОУВПО «НГЛУ». 2014. С. 134-140.
 16. Бахчина А.В., **Демарева В.А.**, Синеокова Т.Н. 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.
 17. **Демарева В.А.**, Серова М.С. Динамика ФМПА при решении тестовых заданий на английском языке учениками 3 класса. // Современные наукоемкие технологии. 2015. N 5. С. 58-60.
 18. **Демарева В.А.**, М.С. Серова, М.Е. Королева, Бахчина А.В. Айтрекинг при чтении обычных и перемешанных текстов студентами с разным уровнем владения английским языком. // Айтрекинг в психологической науке и практике (коллективная монография). / Отв. ред. В.А. Барабанщиков. ИП РАН, МГППУ. 2016. С. 176-180.
 19. **Демарева В.А.**, Кушина Н.В., Серова М.С., Полевая С.А. Распределение фиксации 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.
 20. **Демарева В.А.** 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.
 21. **Демарева В.А.** 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.
22. **Demareva V.A.**, Polevaya S.A. Searching for psychophysiological markers of foreign language proficiency: Evidence from eye tracking. // *International Journal of Psychophysiology*. 2012. V. 85(3). P.392.
 23. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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.
 24. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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». Судак, Крым, Украина: Труды конгресса / Под ред. Лосевой Е.В., Крючковой А.В., Логиновой Н.А. М.: МАКСПресс. 2012. С. 150.
 25. **Demareva V.A.**, Polevaya S.A. Searching for English proficiency markers: Evidence from eye tracking. // *Proceedings XVI International Conference on Neurocybernetics*. 2012. V. 1. P. 416-417.
 26. **Демарева В.А.**, Шемагина О.В. 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.
 27. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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: ИПФ РАН. 2013. С. 42-43.
 28. **Demareva V.A.**, Polevaya S.A. Behavioral and cognitive correlates of foreign language proficiency. // *International Journal of Psychophysiology*. 2014. V. 94(2). P.208.
 29. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. 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.
 30. **Демарева В.А.**, Кочаровская М.В. Влияние сложности текста на параметры движения глаз при работе с тестом. // Шестая конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград. 2014. С. 356-357.
 31. Бахчина А.В., **Демарева В.А.**, Синеокова Т.Н. 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. Н.Новгород, ИПФ РАН. 2015. С. 30-32.
32. **Демарева В.А.**, Каминская Н.В., Полевая С.А. 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.
33. **Демарева В.А.**, Полевая С.А. Динамика variability сердечного ритма (BCP) при регистрации движений взора: калибровка, лингвистические задачи. // Седьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. 2016. С. 688-689.
34. **Demareva V.A.**, Plevaya S.A. Heart Rate Variability Monitoring during Eye Tracking in working with Russian and English texts // International Journal of Psychophysiology. 2016. V. 108. P.164.