

УДК 159.9.612.821+811.111

**ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ЧТЕНИИ ТЕКСТОВ С ПРИЧИННО-
СЛЕДСТВЕННЫМИ СВЯЗЯМИ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ
РУССКОЯЗЫЧНЫМИ СТУДЕНТАМИ КАК ОТОБРАЖЕНИЕ
СУБЪЕКТИВНОЙ СЛОЖНОСТИ ЗАДАЧИ
(МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА)**

С.А. Полевая

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород*

А.В. Полевая

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород*

М.С. Серова

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород*

Т.Н. Синеокова

*Нижегородский государственный лингвистический университет
им. Н.А. Добролюбова, Нижний Новгород*

В статье обсуждается модель эксперимента, целью которого является регистрация психофизиологических коррелятов субъективной сложности восприятия русскоязычными студентами текстов на иностранном языке с причинно-следственными связями. Описываются возможности методов окулографии (*Eye Tracking*) и телеметрии при решении задач, связанных с выявлением когнитивной сложности понимания текста и вегетативной регуляции когнитивных функций, а также с оценкой языковой компетенции на основе объективных параметров (особенностями движения глаз и вариабельностью сердечного ритма).

Ключевые слова: чтение, понимание, причинно-следственные связи, движения глаз, вариабельность сердечного ритма.

**Eye Movements Peculiarities and Heart Rate Variability as Indicators
of Subjective Complexity of the Task in Russian-Speaking Students
Reading Foreign Language Texts with Causal Links
(Experiment Model)**

Sofia A. Plevaya

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

Anna V. Plevaya

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

Maria S. Serova

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

Tatyana N. Sineokova

Nizhny Novgorod State Linguistics University

The article deals with an experiment model, the purpose of which is to identify psychophysiological correlates of subjective complexity of the task in Russian-speaking

students reading foreign language texts with cause-effect relations. Such issues as advantages of methods of oculography (Eye Tracking) and telemetry in solving problems related to the identification of cognitive complexity of reading comprehension, vegetative regulation of cognitive functions, assessment of linguistic competence on the basis of objective parameters (eye movements and heart rate variability) are discussed.

Key words: reading, comprehension, cause-effect relationship, eye movements, heart rate variability.

В статье обсуждается структура эксперимента, цель которого состоит в изучении психофизиологических параметров, отражающих субъективную сложность решения когнитивной задачи выявления причинно-следственных связей в текстах на иностранном языке.

Постановка задачи

Способность выявлять причинно-следственные связи (ПСС) между событиями является одной из важнейших когнитивных способностей. Формирование и развитие «причинно-следственного стиля мышления», по мнению психологов, педагогов и методистов, позволяет наиболее эффективно закреплять полученные знания и формировать на их основе новые. Именно поэтому в современной дидактике большое внимание уделяется проблемам отбора и организации учебного материала.

В практике преподавания иностранного языка возникают дополнительные трудности, связанные не только с когнитивной способностью распознавать ПСС, но и осуществлять мыслительные операции на основе текстов на неродном языке. Именно поэтому учебные тексты на иностранном языке должны быть построены так, чтобы облегчить понимание и сделать степень сложности объективной и управляемой для целей обучения.

Безусловно, существуют и применяются на практике рекомендации и правила для составления текстов. В то же время, к сожалению, нет объективных исследований, подтверждающих успешность понимания текстов при использовании данных правил. Так, например, лишь как гипотезу, требующую проверки, можно рассматривать утверждения о том, что наличие союзов и предлогов в качестве эксплицитных маркеров ПСС упрощает (или ускоряет) процедуру распознавания каузальных отношений. То же относится к порядку следования причины и следствия в тексте, количественных соотношений причины / причин и следствия / следствий, типов причины и следствия (см. подробнее о типологии ПСС в: [2]).

Представляется, что объективными параметрами, отражающими субъективную сложность решения задачи идентификации ПСС в тексте на иностранном языке, являются параметры, связанные с особенностями движения глаз и вариабельностью сердечного ритма.

Лингвистический материал

Материалом для исследования являются тексты с линейным расположением ПСС (одна причина – одно следствие). Стимульные тексты

выбраны из материалов, размещенных на учебном сайте <http://www.grammar-quizzes.com/19-2.html> в разделе “Cause and Effect”, и в ряде случаев адаптированы для решения поставленной цели:

- проверялось соответствие текстов уровню *Intermediate* и выше;
- в части текстов были убраны языковые маркеры ПСС (предлоги, союзы и др.).

Кроме того, были использованы контрольные тексты, не содержащие ПСС (<https://iq.intel.com/educate-girls-change-the-world-international-day-of-the-girl-child/>).

Таким образом, в качестве стимульных использовались три группы текстов: тексты, содержащие эксплицитные маркеры ПСС (Э); тексты, в которых ПСС выражены имплицитно, т.е. слова-маркеры отсутствуют (И); контрольные тексты без ПСС (БПС).

Стимульные тексты и порядок их предъявления расположены соответственно в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Стимульный материал

Тексты	Тип ПСС	Количественные характеристики	Вопрос и ключи
(0) (-) In some cultures, boy babies are desired over girl babies.	Тестовый	–	Who is desired more in some cultures? 1. boys 2. girls
(1) (2) Schools for girls were built in villages. Consequently girls had a chance to learn about health and life skills.	Э	Слова 19 Знаки 104 Знаки и пробелы 112	Where did girls learn health and life skills? 1. at colleges 2. at schools
(2) (5) As the girls of the village felt proud to have a uniform, they were more likely to attend school every day.	Э	Слова 21 Знаки 87 Знаки и пробелы 107	How did the girls feel about a uniform? 1. happy 2. proud
(3) (9) Due to their community status of valued business owners, young women were able to vote on improving water and sanitation.	Э	Слова 20 Знаки 102 Знаки и пробелы 121	Young women were able to vote... 1. because of their community status 2. because water and sanitation improved
(4) (12) Some women do not receive health care during their pregnancies. Therefore, they are more likely to die in childbirth.	Э	Слова 19 Знаки 99 Знаки и пробелы 117	What are some pregnant women deprived of? 1. health care 2. children
(5) (13) After school several women became nurses and doctors. As a result, they were able to provide healthcare in their villages.	Э	Слова 20 Знаки 103 Знаки и пробелы 122	What did women provide in their villages? 1. healthcare 2. wealthcare
(6) (18) In some villages, parents will only vaccinate boys because they do not have enough money to vaccinate the girls as well.	Э	Слова 21 Знаки 100 Знаки и пробелы 120	Who is vaccinated in some villages? 1. boys 2. girls

Продолжение таблицы 1

(7) (3) Girls learned a lot from their teachers about health skills at new schools, they improved the sanitation of their villages.	И	Слова 20 Знаки 124 Знаки и пробелы 123	Where did sanitation improve? 1. in villages 2. at schools
(8) (4) The girls needed to feel that they were a valued part of the community. They were given school uniforms.	И	Слова 19 Знаки 86 Знаки и пробелы 104	Who was given school uniforms? 1. the community 2. the girls
(9) (6) The family members didn't want other males in the village to taunt the girls. They walked them to school.	И	Слова 19 Знаки 87 Знаки и пробелы 105	Who walked the girls to school? 1. family members 2. other males
(10) (8) At school girls gained mathematical and accounting skills. After graduation, they were more likely to start small businesses.	И	Слова 18 Знаки 108 Знаки и пробелы 127	When were girls likely to start their business? 1. at school 2. after graduation
(11) (11) Some women in communities could not pay for their medicine and were not given medical attention by doctors.	И	Слова 18 Знаки 90 Знаки и пробелы 108	What couldn't the women do? 1. pay for medicine 2. give medical attention
(12) (15) In some families in villages, women's work is considered to be useless. Women are undervalued and rather often beaten.	И	Слова 19 Знаки 100 Знаки и пробелы 118	What is the attitude to women's work? 1. It is considered useful 2. It is considered useless
(13) (1) As a young girl, Malala Yousafzai enjoyed attending school and felt strongly that all children should have the right to education.	БПС	Слова 21 Знаки 110 Знаки и пробелы 130	What did Malala enjoy? 1. going to school 2. seeing children
(14) (7) Local Taliban leaders hold a radical point of view and use intimidation tactics, even attacking girls' schools in the area.	БПС	Слова 20 Знаки 104 Знаки и пробелы 123	What did the local Taliban leaders do? 1. attacked schools 2. attacked girls' schools
(15) (10) Health conditions improved, more babies survived in the villages with schools where both girls and boys could study.	БПС	Слова 18 Знаки 99 Знаки и пробелы 118	What is said about babies? 1. they were born 2. they survived
(16) (14) A lot of villagers refuse to remain silent and demand equal education rights and medical services for men and women.	БПС	Слова 20 Знаки 97 Знаки и пробелы 116	What do villagers demand? 1. medical services for women 2. equal education rights
(17) (16) The youngest person to win the Nobel Peace Prize is a girl from Pakistan. She was wounded on her way home from school.	БПС	Слова 23 Знаки 96 Знаки и пробелы 118	When was the girl wounded? 1. on her way from school 2. on her way from home
(18) (17) The world knows Malala Yousafzai, a girl from Pakistan, as an education activist, demanding educational rights for girls.	БПС	Слова 18 Знаки 104 Знаки и пробелы 121	Where is Malala Yousafzai from? 1. South Africa 2. Pakistan

Метод окулографии (*Eye Tracking*)

За последние более чем сорок лет в многочисленных работах исследованы различные параметры движений глаз, связанные с языковыми процессами на разных иерархических уровнях организации языковых функций [7; 8; 14; 17; 16]. Различные виды структурной (синтаксической) неоднозначности приводят к увеличению времени чтения предложений в разных языках – английском [9; 11; 13; 18], испанском [10], немецком [15] французском [12] и некоторых других.

Разрешение синтаксической неоднозначности отражается в различных параметрах движений глаз. Так, время чтения критических фрагментов тестовых предложений с локальной неоднозначностью оказалось больше, чем время чтения аналогичных фрагментов в контрольных предложениях без неоднозначности [9; 10; 11; 13; 18]. Удлинение времени анализа происходит из-за увеличения числа фиксаций и их длительности при чтении критических фрагментов. Соответственно, при этом увеличивается число саккад, а их амплитуды уменьшаются. Также увеличивается частота регрессивных саккад, совершаемых в обратном направлении для повторного чтения фрагмента предложения, вызвавшего трудность интерпретации.

Таким образом, 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).

В планируемом эксперименте предполагается выявить и проанализировать как общие параметры движений глаз (число фиксаций, их длительности, суммарное время чтения, частота регрессивных саккад), так и частные параметры (время чтения каждого слова строки с каузальными маркерами, длительность первой фиксации на этих словах, частота регрессивных саккад строки с каузальными маркерами).

Время чтения. Этот параметр включает длительность всех фиксаций и саккад при чтении строки. Интерес представляет достоверное различие времени чтения строки с каузальными маркерами контрольных и тестовых текстов, а также время чтения строк тестовых текстов с и без каузальных маркеров, что может свидетельствовать о наличии или отсутствии когнитивных трудностей при интерпретации смысла. Планируется рассмотрение усредненных по всем испытуемым и по всем предъявлениям параметров движений глаз при чтении строк в тестовых и контрольных текстах. Влияние фактора «выраженность» маркера каузальных отношений на все параметры (с уровнем значимости p) оценивается методом дисперсионного факторного анализа.

Число и длительность фиксаций. При анализе данных исключаются фиксации, длительность которых составляет менее 80 мс и более 600 мс, поскольку такие фиксации не характерны для нормального

чтения [16]. Сравняется количество, средняя длительность и тип фиксаций [3], а также число и доля регрессивных саккад при чтении строк, содержащих каузальные признаки. Неоднозначность, содержащаяся в предложении, вызывает изменение параметров движений глаз. Учитывая, что каждая регрессия при чтении строки добавляет как минимум две фиксации, представляется целесообразным сравнить число фиксаций при вычитании этих добавочных фиксаций из общего числа.

Метод телеметрии

Изучение вариабельности сердечного ритма в отношении когнитивных процессов позволяет выявить связи между характеристиками вегетативной регуляции сердечного ритма и параметрами внимания. Так, например, с возрастанием уровня сложности умственной (*mental*) нагрузки, снижается степень выраженности в динамике сердечного ритма вазомоторных компонент, за счет чего снижается общая вариабельность сердечного ритма [4].

В коллективе лаборатории ЦНИЛ в последние годы была разработана новая комплексная информационная технология событийно-связанной телеметрии, позволяющая проводить исследования динамики вегетативной регуляции кардиоритма при когнитивных, эмоциональных и физических нагрузках у человека в контексте его естественной повседневной деятельности с точностью до десятков миллисекунд (по статистическим характеристикам кардиоинтервалограммы – до 10 секунд). В основу технологии положена авторская модификация широко известного метода кардиоинтервалографии (КИГ), позволяющего по параметрам динамики вариабельности сердечного ритма (ВСР) оценивать вклад в управление ритмом сердца экстракардиальных регуляторных контуров: симпатического и парасимпатического (вагусного) звеньев автономной нервной системы и гуморального комплекса [6]. Благодаря заложенной в новой технологии возможности синхронной регистрации динамики кардиоритма и ситуативного контекста, появилась возможность непосредственно по записи RR-интервалов выявить характерные паттерны ритмограммы, повторяющиеся в самых разнообразных контекстах естественной деятельности: у водителей автотранспорта – при внезапных маневрах соседей по трассе, у докладчиков во время публичного выступления, у студентов на занятиях – при внезапном вопросе, у пожарных – во время тренировки в газодымовой камере, и т.д. На основе показателей вариабельности сердечного ритма и пороговых характеристик когнитивных функций были определены психофизиологические маркеры активности эндогенной опиоидной системы (ЭОС) при интерактивном взаимодействии с информационными образами [6]. Проводились подобные эксперименты и со студентами, изучающими иностранный язык [1].

Таким образом, видится возможным выделить динамический стереотип RR-интервалов (специфические параметры вариабельности

сердечного ритма), характеризующий уровень когнитивной нагрузки для чтения текстов с различными структурными особенностями ПСС.

Структура эксперимента

Испытуемые. Планируется участие более 20 студентов лингвистического университета, изучающих английский язык как иностранный. При этом одна часть студентов изучает английский язык как первый иностранный, а другая часть – как второй иностранный (первым иностранным языком является немецкий язык). Все испытуемые являются носителями русского языка и владеют английским языком на уровне *Intermediate* или выше. Для подтверждения уровня английского языка проводится стандартное тестирование с помощью языковых тестов. Дополнительными критериями отбора являются нормальное зрение и отсутствие неврологических заболеваний.

Аппаратура. Запись движений глаз проводится с помощью системы трекинга глаз SMI HiSpeed, частота бинокулярного опроса для которой составляет 1250 Гц, на базе ПК с программным обеспечением SMI Experiment Suite 360° и iView v. 2.0.1. Съемка производится для двух глаз (binocular).

Телеметрия сердечного ритма проводится с помощью технологии мобильной кардиоинтервалографии на базе сенсорной платформы ZephyrHxM, мобильного приложения Stress-monitor на базе Android и Интернет-сервиса cogni-nn.ru.

Условия проведения эксперимента. Перед началом процедуры добровольцев знакомят с условиями участия в исследовании. Эксперименты проводятся в светлом помещении с постоянно поддерживаемым уровнем освещения, с соблюдением правил биоэтики.

Схема проведения эксперимента.

Первый этап – проверка уровня знания английского языка по методике *Placement test* (<http://oxfordklass.com/placement-test/>). Каждому участнику предлагается выбрать правильные ответы на 20 вопросов. Список вопросов включает 20 пунктов с тремя вариантами ответа: два пункта соответствовали уровню *Elementary*, три пункта – уровню *PreIntermediate*, семь пунктов – уровню *Intermediate*, восемь пунктов – уровню *Upper-Intermediate*.

Второй этап – регистрация траектории движения глаз при чтении и зрительном поиске ответов на вопросы для текстов с параллельной регистрацией телеметрии сердечного ритма с разметкой значимых для анализа событий.

В первой части эксперимента перед испытуемыми ставится задача прочитать текст и ответить на вопрос по его содержанию (см. вопросы в таблице 1). Во второй части предлагается определить количество ПСС в тексте и определить факт наличия или отсутствия маркера каузальности. Порядок предъявления стимульных текстов приведен в таблице 2.

Порядок предъявления стимульных текстов

1	7	13
14	2	8
9	15	3
4	16	10
17	11	5
12	6	18

На рисунке 3 приведена иллюстрация стимульного материала, предъявляемого на экране.

<p>(15) Health conditions improved, more babies survived in the villages with schools where both girls and boys could study.</p> <p>What is said about babies?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. they were born 2. they survived 	<p>(15) Health conditions improved, more babies survived in the villages with schools where both girls and boys could study.</p> <p>Сколько причинно-следственных связей содержит текст?</p> <p>0 1 2 3</p>
<p>(15) Health conditions improved, more babies survived in the villages with schools where both girls and boys could study.</p> <p>Сколько причинно-следственных связей выражено эксплицитно (с помощью предлогов и союзов)?</p> <p>0 1 2 3</p>	<p>(15) Health conditions improved, more babies survived in the villages with schools where both girls and boys could study.</p> <p>Сколько причинно-следственных связей выражено имплицитно (союзы и предлоги отсутствуют)?</p> <p>0 1 2 3</p>

Рис. 3. Стимульный материал *Eye-tracking*

Испытуемые читают стимульные тексты в произвольном темпе без перерыва. В целях точного учета времени решения задачи в правом нижнем углу каждого слайда предварительно размечены триггерные области внимания AOI (*area of attention*) в форме стрелки вправо с надписью «следующий». Для перехода от текущего задания к следующему студенту необходимо посмотреть на стрелку в течение 1500 мс. Изменение порядка предъявления стимулов существенно снижает влияние фактора обучения на результаты эксперимента и позволяет получить более объективную оценку влияния типа ПСС на сложность восприятия текста.

На третьем этапе проводится сравнительный анализ в программном пакете Statistica 10 и Rhythm Service 1.2. Анализируется

влияние структурных особенностей текста с ПСС на организацию движения взора при чтении и при ответе на вопрос, а также характерные особенности ритмограммы (РГ) при работе со стимулами каждого типа.

Данные по параметрам глазодвигательной активности извлекаются в программе SMI BeGaze 3.4 (модуль Event Statistics). План исследования включает запись траектории движения точки взора на протяжении всей экспериментальной пробы, выбор информативных зон экрана (Areas of Interest – AOI), выделение показателей глазодвигательной активности (Event Statistics) в AOI на временных интервалах, соответствующих каждому слову. Глазодвигательная активность описывается следующими параметрами: 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). При анализе данных исключаются фиксации, длительность которых составляет менее 80 мс и более 600 мс, поскольку такие фиксации не характерны для нормального чтения [16].

Параметр «время чтения» включает длительность всех фиксаций и саккад при чтении строки. Интересует достоверное различие времени при чтении текстов с маркерами каузальности и без них в сравнении с текстами без ПСС.

Для оценки достоверности отличий в количестве и длительности фиксаций использовался U-Критерий Манна Уитни, а также ANOVA – одномерный дисперсионный анализ с повторными измерениями, применяемый, когда хотя бы один из факторов изменяется по внутригрупповому плану.

Для оценки данных телеметрии используются алгоритмы спектрального анализа, адаптированные для исследования ВСР: периодограммный метод (преобразование Фурье (ПФ) и периодограмма Уэлча), метод оконного преобразования Фурье, метод дискретного вейвлет-преобразования (ДВП), метод непрерывного вейвлет-преобразования (НВП).

При использовании периодограммного метода согласно принятым рекомендациям и стандартам оцениваются следующие характеристики ВСР:

- TP, мс²
- суммарная мощность спектра PГ;
- VLF, мс²
- мощность спектра PГ в области очень низких частот;
- LF, мс²
- мощность спектра PГ в области низких частот;
- HF, мс²
- мощность спектра PГ в области высоких частот;
- LF / HF – соотношение мощностей спектра PГ в области низких и высоких частот (коэффициент вегетативного баланса).

При использовании ДВП анализировали временную динамику четырех частотных компонент: 0,156-0,313 Гц; 0,078-0,156 Гц; 0,039-0,078 Гц; 0,02-0,039 Гц. При этом диапазоны 0,078-0,156 и 0,039-0,078 Гц интерпретировали совместно, так как они являются частью LF диапазона. Этот метод позволяет оценить адекватность реакции организма на нагрузку.

Метод непрерывного вейвлет-преобразования как метод оценки функционального состояния регуляторных систем организма человека используется как основной при анализе амплитудных модуляций спектральных компонент кардиоритма и как дополнительный метод для определения границ диапазонов спектральных компонент при использовании периодограммного метода. Кроме того, вейвлет-спектрограммы служат дополнительной иллюстрацией классификационных категорий, выделенных при использовании ДВП.

Границы диапазонов для расчета спектральной плотности мощности HF, LF и VLF компонент периодограммным методом определяются индивидуально для каждого испытуемого в соответствии с характером частотно-временного распределения энергии сигнала, отраженного на вейвлет-спектрах.

Статистическая оценка достоверности межгрупповых отличий проводится по критериям непараметрической статистики: критерий межгруппового сравнения Kruskal-Wallis ANOVA и критерий Манна-Уитни для двух независимых выборок.

Эмпирические исследования показывают, что решение задач, актуализирующих когнитивные функции, сопровождается ослаблением, снижением временных и частотных показателей ВСР. Это может рассматриваться как перестройка структуры системы нейрогуморальной регуляции сердечного ритма в сторону доминирования кортикальных влияний, или как напряжение регуляторных систем, связанное с актуализацией большого количества ресурсов. Наиболее чувствительными

к влиянию когнитивных нагрузок на организм являются показатели SDNN и мощность спектра в низкочастотном диапазоне (0,04-0,15 Гц), самым чувствительным оказался 0,1 Гц-компонент. Подавление LF (0,1Гц) компонента ВСР отражает усилия, которые требуются от субъекта для выполнения когнитивной задачи, а восстановление спектральной мощности во время периода расслабления после завершения когнитивной задачи отражает степень предшествующих усилий [5].

Предполагаемые результаты

С помощью объективных психофизиологических маркеров планируется показать, что задача по выявлению причинно-следственных связей между событиями в тексте значительно сложнее для испытуемых, чем ответ на вопрос по его содержанию. Предполагается максимальное когнитивное напряжение при чтении имплицитных стимульных текстов (уже зрачок, короче саккады, больше экспресс фиксации и сверхдлинных фиксации). Предполагается также, что характеристики телеметрии покажут возрастание умственной нагрузки при работе с имплицитными текстами по отношению к эксплицитным текстам и текстам без причинно-следственных связей.

Библиографический список

1. *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 // *Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2015: Труды IV Всероссийской конференции / Рос. акад. наук, ин-т приклад. физики [и др.]. Н. Новгород: ИПФ РАН, 2015. С. 30-32.*
2. *Бутенко Т.А., Синеокова Т.Н.* Аспекты разработки корреляционной классификации синтаксических конструкций, реализующих предикативное значение «каузативность» // *Теоретические и прикладные аспекты изучения речевой деятельности: Сборник научных статей. Вып. 7. Н. Новгород: НГЛУ им. Н.А. Добролюбова, 2012. С. 49-57.*
3. *Величковский Б.М.* От уровней обработки к стратификации познания // *Вопросы психологии. 1999. № 1. С. 58-75.*
4. *Доцоев Л.Я., Усынин А.М.* Вариабельность сердечного ритма у учащихся 9-х классов при выполнении корректурной пробы // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2006. № 3. С. 123-124.*
5. *Машин В.А.* Трехфакторная модель вариабельности сердечного ритма в психологических исследованиях функциональных систем человека-оператора: Дис. ... канд. психол. наук. Москва, 2010. 128 с.
6. *Парин С.Б., Ветюгов В.В., Бахчина А.В., Полевая С.А.* Роль эндогенной опиоидной системы в управлении вариабельностью

сердечного ритма в контексте когнитивных нагрузок разного уровня // Современные технологии в медицине. Том 6. 2014. № 4. С. 116-126.

7. *Clifton C., Staub Jr. A.* Parallelism and competition in syntactic ambiguity resolution // *Language and Linguistics Compass*. 2008. P. 234-250.

8. *Clifton C., Staub Jr.* Syntactic influences on eye movements during reading // *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford: Oxford University Press, 2011. P. 895-909.

9. *Clifton C. et al.* Eye Movements in Reading Words and Sentences // Электронный ресурс Интернет: <http://people.umass.edu/cec/CliftonStaubRaynerESEM.pdf> (дата обращения: 30.03.2016).

10. *Cuetos F., Mitchell Don C.* Cross-linguistic differences in parsing: restrictions on the use of the late closure strategy in Spanish // *Cognition*. 1988. 30. P. 73-105.

11. *Frazier L., Rayner K.* Making and correcting errors during sentence comprehension: eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences // *Cognitive psychology*. 1982. 14. P. 178-210.

12. *Frenck-Mestre C., Pynte J.* Syntactic ambiguity resolution while reading in second and native languages // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1997. 50A. P. 119-148.

13. *Ni W. et al.* Sidestepping garden paths: The contribution of syntax, semantics and plausibility in resolving ambiguities. *Language and Cognitive Processes*. 1996. 11. P. 283-334.

14. *Schotter E.R., Tran R., Rayner K.* Don't believe what you read (only once): Comprehension is supported by regressions during reading // *Psychological Science*. 2014. 25. P. 1218-1226.

15. *Schriefers H., Friederici A.D., Kühn K.* The processing of locally ambiguous relative clauses in German // *Journal of Memory and Language*. 1995. 34. P. 499-520.

16. *Rayner K.* Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research // *Psychological Bulletin*. 1998. Vol. 124. No. 3. P. 372-422.

17. *Staub A., Rayner K.* Eye movements and on-line comprehension processes // *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford University Press, 2007. P. 327-342.

18. *Staub A.* Eye movements and processing difficulty in object relative clauses // *Cognition*. 2010. 116 (1). P. 71-86.