

УДК 81`23

DOI: 10.17223/19986645/69/8

**М.Г. Шкуропацкая, М.С. Власов, Т.В. Жукова, И.П. Исаева**

**СЕМАНТИЧЕСКИЕ И АССОЦИАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ  
ЛЕКСИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗНАЧЕНИЙ МНОГОЗНАЧНЫХ  
БИОНИМОВ РУССКОГО ЯЗЫКА: РЕЗУЛЬТАТЫ  
АЙТРЕКИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ПАРАДИГМЕ  
«ВИЗУАЛЬНЫЙ МИР»<sup>1</sup>**

*Представлены результаты экспериментального исследования когнитивной обработки многозначных бионимов русского языка с использованием метода айтрекинга и парадигмы «Визуальный мир». Установлено, что изначально при восприятии разных референтов многозначных слов наиболее активированными становятся денотаты, отражающие прямое значение, а затем данная активация «угасает». Ассоциативные связи играют в этом процессе значимую роль, вступая во взаимодействие с другими процессами извлечения значений слов из памяти.*

*Ключевые слова: многозначное слово, полисемия, ассоциация, движения глаз, методика «Визуальный мир», эксперимент.*

**Введение**

Данное экспериментальное исследование является частью проекта РФФИ № 18-012-00437 «Многозначное слово в сознании носителей русского языка» и представляет «онлайнный» подход к экспериментальному моделированию семантики и ассоциативного поля многозначных бионимов (наименований живых организмов и растений). Выбор данного класса слов обусловлен тем, что он представляет собой ядро лексической системы практически любого языка мира, что дает возможность для дальнейшего сопоставительного анализа экспериментальных результатов на материале языков разной структуры. Важным аспектом такого моделирования является не только учет семантических, но и ассоциативных факторов скорости доступа к значениям многозначных единиц. Значение, представленное какой-либо лексической единицей, в его ментальной репрезентации есть совокупность взаимосвязанных ассоциаций. Компоненты ассоциативного поля, их количественная и качественная характеристика образуются вследствие пересечения многих факторов, определяющих функционирование естественного языкового знака.

Структура ассоциативного поля слова как результат взаимодействия целого ряда факторов отражает особенности семантического содержания лексем, каждая из которых стремится к бесконечной смысловой валентно-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ, проект 18-012-00437 «Многозначное слово в сознании носителей русского языка».

сти (термин А.Ф. Лосева). В результате происходит постоянное перераспределение их семантических потенциалов, обуславливающее дифференциацию лексем по семантическому и стилистическому признаку. Таким образом, ассоциативное поле слова – это целостное словесно-образное психическое образование, функционально интегрирующее всю совокупность связей данного слова у субъекта-интерпретатора. Способы измерения ассоциативного поля в большинстве случаев представлены исследованиями в режиме офлайн, когда экспериментатор имеет дело только с результатом когнитивной деятельности носителя языка (например, простого ассоциативного опроса). Исследования же языковых единиц в режиме онлайн предполагает использование методов регистрации времени реакции, движений глаз, ЭЭГ и т.д. для измерения быстропротекающих процессов когнитивной обработки лексической информации. Исследования с использованием метода регистрации движений глаз для изучения семантической обработки информации подразумевают изучение автоматического, имплицитного механизма доступа к значениям многозначных слов как в условиях чтения [1, 2], так и в условиях парадигмы «Визуальный мир» [3–6].

#### **Методика (парадигма) «Визуальный мир» в айтрекингových исследованиях скорости доступа к значениям многозначных слов**

Экспериментальные психолингвистические исследования когнитивной обработки полисемии и омонимии в основном проводились на материале английского языка (см. обзор в работе Эддингтон и Токович [7]). В данном обзоре отмечается, что большинство последних исследований в данной области сосредоточено на вопросах семантической близости между отдельными значениями многозначных слов в процессе их когнитивной обработки, а также на проблеме репрезентации этих значений в ментальном лексиконе носителей языка [8–11].

На материале английского языка проведено айтрекинговое исследование с применением методики «Визуальный мир» [5], в котором исследователи проверяли гипотезу о влиянии семантической и ассоциативной связи целевого стимула (слова на английском языке вне контекста) и возможных денотатов. Исследование показало, что у испытуемых наблюдалось большее время фиксации на семантически связанных денотатах, которые наряду с этим связаны с целевым словом и ассоциативной связью. Вместе с тем авторы отмечают, что наличие исключительно ассоциативной связи целевого стимула и денотата незначительно сказывается на когнитивной обработке многозначного слова. В нашем исследовании ставилась задача не только проверить полученные результаты авторов на новом материале, но и ввести в качестве предикторов разные параметры движений глаз испытуемых более мощные (не дихотомические) переменные, а именно частотность звучащего слова, вероятность семантической и ассоциативной (как обратной, так и прямой) связи данного слова с каждым из возможных денотатов.

*Методика.* Парадигма «Визуальный мир» подразумевает использование метода регистрации движений глаз. Согласно методике<sup>1</sup>, предложенной Р. Купером [12] и развитой в работах М. Таненхауса [3, 4], испытуемый прослушивает слово (либо предложение, текст), в котором, как правило, объективно обнаруживается один из видов языковой неоднозначности – лексическая или синтаксическая. В случае с изолированным словом (вне контекста) испытуемый имеет дело с многозначным словом, для которого одновременно на экране демонстрируются разные денотаты (картинки, изображающие значения данного слова). Денотаты располагаются на дисплее в виде панели из четырех квадратов, в которых, как правило, выделяется целевой стимул (Target), один или два стимула-конкурента (Competitors) и дистрактор (Distractor) – «нерелевантный» стимул, изображающий абсолютно не связанный с целевым словом денотат. Деактивация или подавление внимания к дистракторам рассматривается в данном случае как внимательность испытуемых, их сосредоточенность на экспериментальной задаче. Стимулы-конкуренты, как правило, контролируются на уровне разных количественных характеристик связи с целевым стимулом (это могут быть значения многозначного слова, с разной степенью встречаемости в узусе). Фундаментальная теория, лежащая в основе данной методики, обозначена как гипотеза «eye-mind hypothesis». Данная гипотеза подразумевает, что в айтрекингových исследованиях направленность взгляда человека на конкретный визуальный объект возникает при восприятии его наименования на слух. Данный эффект воспроизводится во многих когнитивных и моторных процессах: при чтении, восприятии сюжетных изображений (*scene perception*), вождении автомобиля, письме и т.д. [13]. В психолингвистике на данную гипотезу опираются при построении айтрекингových экспериментальных дизайнов с использованием звуковых стимулов (слов, высказываний, текстов) и изображением денотатов (например, референтов и отношений между ними). Чаще всего в экспериментах используются многозначные вербальные звуковые стимулы, а окулomotorные реакции на однозначные визуальные референты позволяют оценивать процесс разрешения неоднозначности вербальных стимулов в режиме реального времени [3, 4].

*Оборудование и испытуемые.* В исследовании использовалась система бинокулярного дистанционного трекинга глаз SMI RED-500. Запись осуществлялась в монокулярном режиме без применения стойки для фиксации головы, чтобы смоделировать максимально естественные условия эксперимента для испытуемого. Для предъявления стимулов использовался ЖК-монитор Dell, SMI, 22” с разрешением 1680×1050 пикселей с интегрированным креплением для устройства регистрации движений глаз. При проведении эксперимента применялось программное обеспечение *Experiment Center*, при обработки полученных данных – программное

---

<sup>1</sup> Современный обзор методики см. в [6].

обеспечение *BeGaze*, которые поставлялись вместе с системой регистрации движений глаз.

Эксперимент проводился с каждым испытуемым индивидуально в отдельной комнате. После успешной процедуры калибровки и валидации системы (при ошибке, полученной на основе предсказаний регистратора движений глаз не более  $1^\circ$  визуального угла) пятидесяти испытуемым предлагались для опознавания визуальные панели с изображением разных значений многозначного слова вместе со звучащим словом. Денотаты представляли собой черно-белые картинки, которые извлекались из опубликованных и открытых валидизированных баз данных, в том числе из библиотеки стимулов «Существительное и объект» [14]. Каждая картинка имела только одно наименование, т.е. являлась однозначной с точки зрения интерпретации.

В каждой экспериментальной сессии после шести тренировочных проб начинался основной эксперимент с 60 стимулами. Перед каждым стимулом на экране предьявлялся фиксационный крест на 500 мс. Длительность предьявления стимула (визуальной панели) была установлена на 1 200 мс<sup>1</sup>, начиная с прослушивания целевого слова. Инструкция для испытуемых была следующая:

*Уважаемый участник эксперимента!*

*Займите удобное положение перед монитором.*

*Перед Вами будут на очень короткое время предьявляться визуальные панели с 4 изображениями. Это будут разные предметы, лица, животные и растения. В момент их появления вслух будет произноситься одно слово.*

*Ваша задача за короткое время найти взглядом все изображения, которые называются данным словом.*

*После каждого стимула Вам будет предложено точно ответить, сколько изображений совпадают со значением услышанного Вами слова.*

*Нажмите пробел для продолжения! Приготовьтесь.*

Пример визуальной панели представлен на рис. 1.

Зоны интереса представляли собой квадраты размером  $8,5 \times 9,5$  см. Размер картинок изменялся пропорционально в соответствии с размером зоны интереса, другие параметры сохранялись в оригинальном виде. Изображения денотатов в левой и правой части визуальной панели были расположены в равной удаленности от центра монитора, между верхними и нижними изображениями расстояние также было равным для всех стимулов. Расположение денотатов изменялось в каждой пробе либо по схеме 1, либо по схеме 2 в следующих вариантах: 1) верхний левый квадрат vs нижний правый квадрат (целевой стимул vs дистрактор); 2) нижний левый

---

<sup>1</sup> Существуют исследования, что для лексического доступа изолированного многозначного слова в начальной форме, длиной не более 8–10 букв достаточно от 1 000 до 1 200 миллисекунд [5, 15].

квадрат vs верхний правый квадрат (стимул-конкурент с метафорическим или метонимическим значением vs стимул-конкурент с ассоциативной связью). Изменение расположения денотатов позволяло снизить эффект имплицитного научения. Таким образом, при прослушивании целевого слова перед участниками исследования на 1200 мс в каждой пробе предъявлялись четыре изображения в разных углах визуальной панели, обладающие разным потенциалом активации значений и ассоциаций звучащего слова. За время звучания слова участники могли просмотреть от одного до четырех денотатов данного слова.

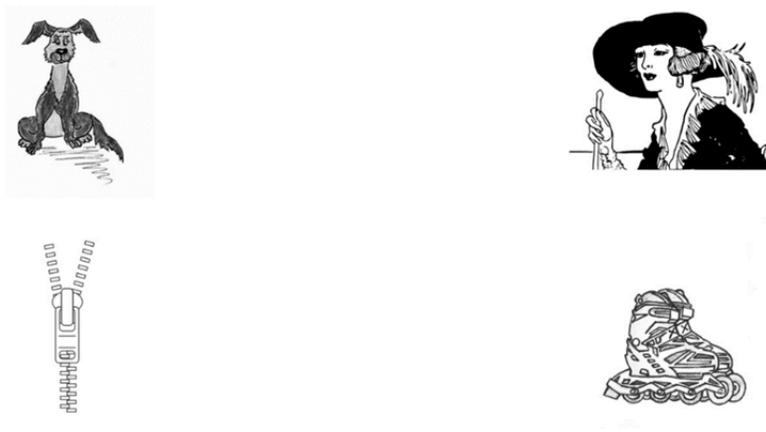


Рис. 1. Визуальная панель для целевого слова «собачка».

Верхний левый денотат – целевой, нижний левый – метафорический денотат («собачка от молнии»), верхний правый денотат – обратная ассоциация «дама», нижний правый денотат – дистрактор

После предъявления каждого стимула испытуемые отвечали на два контрольных вопроса, что должно было нацелить их на конкретную поисковую задачу (первый вопрос был связан с указанием количества значений целевого слова, а второй – с количеством ассоциаций, которые данное слово вызывает). В условиях ограниченного времени предъявления визуальной панели с начала звучания слова (1 200 мс) необходимо было охватить максимальное количество релевантных (связанных по смыслу или по ассоциации) изображений денотатов. В таких условиях участникам обеспечивался индивидуальный порядок просмотра зон интереса: например, они могли сначала обратить внимание на денотат с прямым значением, а затем просмотреть денотаты с метонимическим или метафорическим значением и т.п.

Схема экспериментального дизайна представлена на рис. 2.

В качестве аудиостимулов использовались 60 имен существительных с разной степенью частотности, длины и количеством значений. Важно отметить, что практически все целевые слова являлись общеупотребительными и входили в активный словарь современных носителей русского языка.

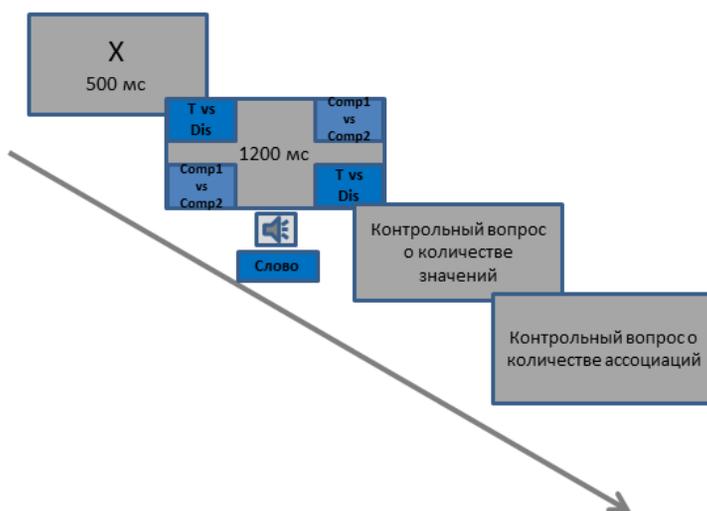


Рис. 2. Общая схема экспериментального дизайна:  
 T – целевой стимул, Dis – дистрактор, Comp1 – стимул-конкурент 1,  
 Comp2 – стимул-конкурент 2<sup>1</sup>

Для контроля количественных характеристик стимулов использовались следующие сервисы: *AdaGram* (<http://adagram.ll-cl.org/>) – для контроля частотности слов (*ipm*) и вероятности семантической (контекстуальной) связи целевого слова и наименования денотата (от 0 до 1) [16], данные электронного Русского ассоциативного словаря (РАС) (<http://www.tesaurus.ru/dict/>) с оценкой вероятности прямой и обратной ассоциативной связи целевого слова с наименованием денотата (от 0 до 1), а также результаты ассоциативного моделирования коллектива авторов данной статьи, проведенного ранее (где также фиксировалась прямая или обратная ассоциативная связь от 0 до 1) для слов, не вошедших в РАС. Например, в нашем исследовании, в котором приняли участие 150 носителей русского языка (монолингвов), у слова-стимула *собачка* была обнаружена прямая ассоциация со словом *крючок* у 6% респондентов (сила связи 0,06). Прямые ассоциации на слово *собачка* отсутствуют в РАС, в то время как обратная связь была обнаружена со словом *дама* у 1,87% респондентов РАС (сила связи 0,0187). Таким

<sup>1</sup> Типы стимулов: 1) **целевые стимулы**: *T* (*Target* – целевой денотат); *TD* (*Target Diminutive* – целевой денотат-димиутив); 2) **стимулы-конкуренты типа 1**: *Hyponym* (*Hyponym* – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое слово является гиперонимом); *Hypon* (*Hyponym* – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое слово также является гипонимом); *Meta* (*Metaphor* – денотат-конкурент, репрезентирующий метафорическое значение целевого слова); *Metonym* (*Metonymy* – денотат-конкурент, репрезентирующий метонимическое значение целевого слова); 3) **стимулы-конкуренты типа 2**: *A* (*Association* – денотат-конкурент, репрезентирующий ассоциативную связь с целевым словом); 4) **дистракторы**: *D* (*Distractor* – денотат-дистрактор, стимул, не связанный с целевым словом).

образом, были получены нормативные характеристики силы прямой и обратной связи целевых слов с ассоциатами на приблизительно равных выборках носителей русского языка. Вместе с тем сбор и анализ нормативных характеристик силы ассоциативной связи требует дальнейших исследований, поскольку данные РАС и проведенного нами исследования не совпадают по времени проведения. При этом мы допустили, что ассоциации на слова-бионимы должны отражать устойчивые ассоциации на длительном промежутке развития разговорного русского языка, поскольку данный класс лексических единиц представляет собой базовую, активную лексику русского языка.

Полученная база стимулов содержит, таким образом, 60 лексических единиц с квантитативными характеристиками частотности слова (число вхождений на 1 млн словоформ по сервису *AdaGram*); наличием / отсутствием сематической связи слова с каждым денотатом (по два дополнительных денотата на каждое слово), с указанием вероятности такой связи; наличием / отсутствием ассоциативной связи (в том числе прямой или обратной) слова с каждым денотатом, также с указанием вероятности такой связи, указанием одного из типов отношений слова с наименованием денотата (гиперо-гипонимические, гипо-гипонимические, метонимические, метафорические, ассоциативные). Фрагмент базы данных представлен в прил. 4.

### Результаты эксперимента с использованием парадигмы «Визуальный мир»

Анализу подвергались 1 304 трайла, включая только те пробы, в которых наблюдались паттерны движений глаз в зонах интереса (фиксации или саккады). Данные испытуемых, чьи зафиксированные паттерны движений глаз не превышали 70% от всех стимулов, исключались из дальнейшего анализа (данные 19 испытуемых были исключены из дальнейшего анализа как нерелевантные)<sup>1</sup>. Всего, таким образом, анализировались данные движений глаз 31 испытуемого (90% – женщины). Средний возраст испытуемых составил 21 год. Все испытуемые имели педагогическое образование либо обучались на данном направлении подготовки.

Статистическому анализу подвергались параметры движений глаз (длительность фиксаций и саккад  $\min = 50 \text{ ms}$ ,  $\max = 1233 \text{ ms}$ ,  $\text{sd} = 156 \text{ ms}$ ), зафиксированные в пределах зон интереса, т.е. одного из четырех квадратов, репрезентирующих один из вероятных *типов денотатов*: *T* (*Target* – целевой денотат); *TD* (*Target Diminutive* – целевой денотат-димиинутив); *Hype* (*Hyperonym* – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое

---

<sup>1</sup> Высокий процент нерелевантных проб у данных участников исследования был зафиксирован в связи с использованием варианта проведения исследования со свободным положением головы (т.е. в ходе записи движений глаз не использовалась подставка с целью повысить экологическую валидность исследования, снизить дискомфорт от процедуры исследования). Таким образом, общий процент захвата взора у 19 участников был достаточно низкий, поэтому их данные были исключены из анализа.

слово является гиперонимом); *Нуро* (*Hyponym* – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое слово также является гипонимом); *Мета* (*Metaphor* – денотат-конкурент, репрезентирующий метафорическое значение целевого слова); *Мето* (*Metonymy* – денотат-конкурент, репрезентирующий метонимическое значение целевого слова); *А* (*Association* – денотат-конкурент, репрезентирующий ассоциативную связь с целевым словом); *Д* (*Distractor* – денотат-дистрактор, стимул, не связанный с целевым словом).

Анализ соотношения последовательности «просмотра» денотатов в ходе эксперимента и типа денотатов показал неслучайность распределения данных частот по критерию хи-квадрат ( $\chi^2$ -Tests value = 348, df = 21,  $p < 0,001$ ).

Т а б л и ц а 1

**Таблица сопряженности признаков**  
**«Тип денотата / количество проб в порядке просмотра зон интереса»**

Тип денотата (зона интереса)	Количество проб с зафиксированными данными движений глаз в порядке просмотра четырех зон интереса				Общее количество проб
	1	2	3	4	
Т	223	16	3	1	243
Д	204	18	64	58	344
А	112	95	52	14	273
Мета	67	49	45	9	170
Мето	56	35	22	4	117
Нуро	42	37	8	2	89
ТД	30	1	2	0	33
Нуре	10	10	11	4	35
Общее кол-во проб	744	261	207	92	1 304

Анализ показал, что в большинстве случаев при слуховом распознавании слова-стимула испытуемые сначала направляли свой взгляд к целевому денотату (Т), отражающему его доминантное значение (в 223 пробах), а также к дистрактору (Д), т.е. нерелевантному денотату (в 204 пробах) и денотату-ассоциату (А), отражающему ассоциативную и экспрессивно-эмоциональную реакцию на звучащее слово (в 112 пробах). Интересно, что при переходе ко второй зоне интереса испытуемые также чаще переводили взгляд на денотат-ассоциат (в 95 пробах).

В целом стратегия «перебора» вероятных значений многозначного слова вне контекста строится на феномене «недоспецификации» значения [2], причем стимул-дистрактор также является «отправной» точкой для сравнения, своего рода индикатором «отклонения» нерелевантных значений (денотатов). Феномен «недоспецификации значения» многозначного слова исследовался в работе А.В. Каприеловой, А.К. Лауринавичюте, А.А. Лопухиной [2]. Авторы понимают под ним условие когнитивной обработки слова в неограничивающем контексте в процессе чтения (в нашем случае это

изолированное слово). Любая интерпретация многозначного слова с «недоспецифицированным значением», выбранная испытуемым, будет правильной: любое активированное значение окажется подходящим, а конкурирующие значения не придется подавлять. При этом для нас интерес представлял порядок активации значений многозначного слова и связанных с ним ассоциаций в таких условиях. Под *активацией* в этом случае понимаются как фиксации, так и саккады в пределах зон интереса, которые связаны с разными значениями и ассоциациями многозначного слова.

Ассоциативные связи с целевым словом вызывали наибольший интерес у испытуемых при активизации внимания на ассоциативном денотате не только при первом, но и втором, и третьем рассмотрении данной зоны интереса (данный эффект проявлялся в большем количестве проб, в которых обнаружены фиксации и саккады в пределах данной зоны интереса). Метафорические значения чаще активировались в визуальном поле испытуемых при первом, втором и третьем просмотре зон интереса по сравнению с метонимическими значениями. Гипо-гипонимические отношения активировались чаще при первом и втором просмотре (42 и 37 случаев соответственно). Интересно, что гиперо-гипонимические отношения не вызывали интерес у испытуемых, поскольку эти отношения, по-видимому, не требуют точной «когнитивной спецификации». Например, при восприятии «широкозначного» слова *зверь* активация конкретного вида (*льва, тигра* и т.п.), скорее всего, не требуется, поскольку для такой лексемы, как *зверь*, носителям языка сложно быстро подобрать подходящий прототип.

Денотаты-диминутивы активировались лишь при первом просмотре данной зоны интереса, однако крайне редко при втором, третьем и четвертом возвращении к данной зоне интереса. Поскольку данные стимулы были введены в качестве контрастного материала (маркированных целевых слов), то данное отличие в скорости обработки их значений является предсказуемым. Вместе с тем вопросы когнитивной обработки значений диминутивов заслуживают внимания для отдельных исследований [17].

Поскольку представленные в табл. 1 результаты говорят только о частотном распределении последовательности просмотра зон интереса и типов денотатов, которые они репрезентируют, то для дальнейшего более точного выявления окулomotorных паттернов скорости доступа к значениям многозначных слов будут представлены описательные статистики для различных параметров движений глаз.

Традиционно выделяют две группы параметров движений глаз, которые характеризуют разные этапы когнитивной обработки визуальных стимулов: *ранние* (например, латентное время саккад при первом входе траектории взора в зону интереса, латентное время первой фиксации в зоне интереса, до того как взгляд впервые ее покидает) и *поздние* (например, общее время задержки взгляда в зоне интереса, включая рефиксации и возвратные саккады). Ранние этапы когнитивной обработки традиционно связываются с низкоуровневыми процессами когнитивной обработки, в которых задействуется

имплицитная память, в то время как поздние этапы показывают связь обработки стимула с эксплицитной и семантической памятью [5–8].

Если обратить внимание на распределение окуломоторных реакций испытуемых по разным типам денотатов, то можно отметить, что большинство значений на уровне поздних этапов когнитивной обработки различаются незначительно (например, при измерении параметра *общее латентное время фиксации и саккад в зоне интереса* – *Glance Duration*, в миллисекундах (рис. 3)). Однако одни зоны интереса демонстрируют более плотное у медианы распределение данных движений глаз (например, дистракторы и денотаты, репрезентирующие слова-димиутивы), тогда как другие зоны интереса показывают больший разброс в данных, что говорит об их «недоспецификации» на поздних этапах их когнитивной обработки. Иными словами, испытуемые больше сомневаются в однозначности услышанного ими слова-стимула, отвергая при этом нерелевантные, более однозначные, по их мнению, денотаты.

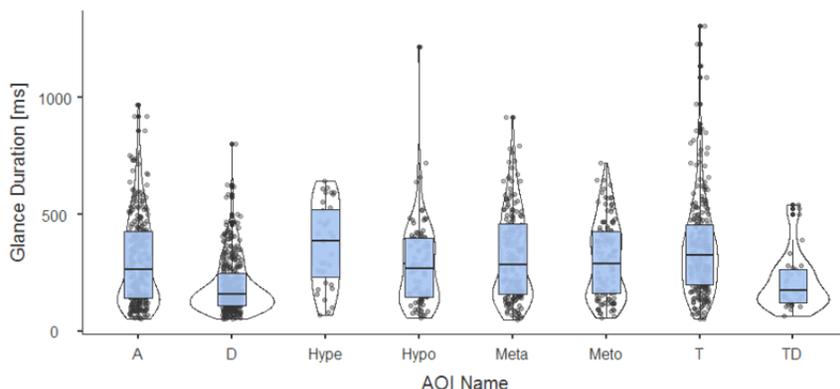


Рис. 3. Вариативность общего латентного времени фиксации и саккад в зонах интереса. Горизонтальные линии обозначают медианные значения в зонах интереса, границы голубых прямоугольников – нижний (25-й перцентиль), верхний (75-й перцентиль), форма каждого графика демонстрирует плотность распределения параметра движений глаз в каждой зоне интереса

Вариативность общего латентного времени фиксации в зонах интереса (рис. 4) также значительно не отличается от описанных выше паттернов, хотя общая картина распределения уже немного уплотняется к медиане, особенно на стимулах-дистракторах и денотатах димиутивов.

Последний график (рис. 5) показывает, что формы распределения латентного времени первой фиксации в зонах интереса практически идентичны, за исключением слишком «узкой» формы для гиперо-гипонимических отношений (*Hype*) и для денотатов димиутивов (*TD*).

Исходя из данных таблицы сопряженности признаков (см. табл. 1), можно сделать предварительный вывод, что гиперо-гипонимические отношения и денотаты димиутивов уже на ранних этапах когнитивной обработки оказы-

ваются на «точках экстремума» при поиске потенциальных денотатов многозначных слов. Вероятнее всего, на данный процесс влияет и ряд других лингвистических количественных характеристик, в том числе частотность целевого слова (большинство стимулов-диминутивов обладали более низкой частотностью, чем остальные целевые слова), а также вероятность семантической и ассоциативной связи целевого слова и предъявляемых визуально денотатов.

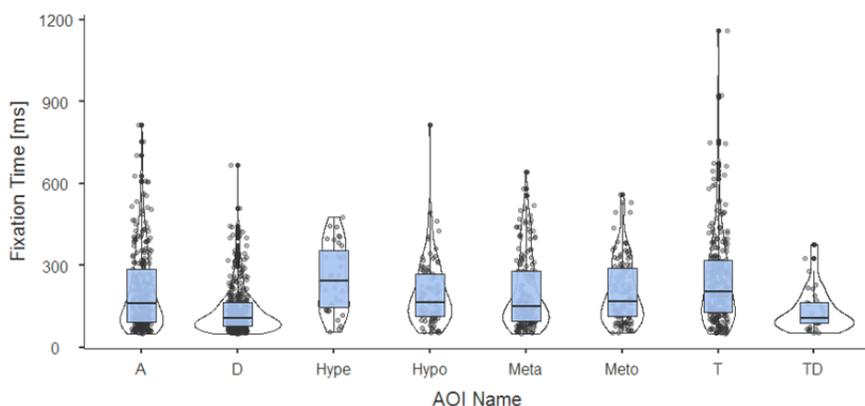


Рис. 4. Вариативность общего латентного времени фиксации в зонах интереса

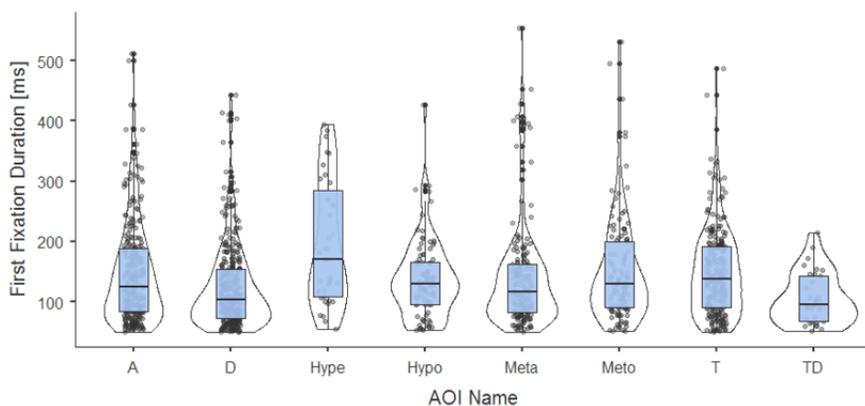


Рис. 5. Вариативность латентного времени первой фиксации в зонах интереса

Немаловажно отметить, что в экспериментальных когнитивных исследованиях при наличии повторных измерений признаков (одни и те же стимулы предъявляются нескольким испытуемым) исследователи сталкиваются с решением вопросов об анализе средних значений и их вариативности «по испытуемым» и «по стимулам». Однако в последнее время подобные данные все чаще анализируются с помощью линейных моделей со смешанными эффектами (linear mixed effects model), позволяющими учесть

не только фиксированные, но и случайные факторы испытуемого и номера стимула.

Для дальнейшего более точного выявления окуломоторных паттернов скорости доступа к значениям многозначных слов нами использовались линейные модели со смешанными эффектами. В качестве фиксированных факторов рассматривались: зона интереса (т.е. тип денотата), тип семантической (0 – не связано, 1 – связано) и тип ассоциативной связи между целевым словом и денотатом (0 – не связано, 1 – прямая связь, 2 – обратная связь), а также последовательность просмотра зон интереса. В качестве случайных эффектов были введены случайное среднее значение (интерсепт) по параметрам движений глаз (зависимым переменным) в «разрезе» испытуемых и в «разрезе» стимулов (далее случайные эффекты). В качестве переменных-модераторов были включены частотность целевого слова (измеряемая в *ирт* – число вхождений на 1 млн словоформ), поскольку данный параметр очень часто выступает значимым предиктором многих поведенческих и окуломоторных реакций испытуемых на лексические единицы, а также количество фиксаций в зоне интереса. Модераторы позволяют оценить опосредованную связь между предикторами и зависимой переменной.

Включение разных факторов и предикторов в одну модель позволяет делать более точные выводы относительно доли объясняемой дисперсии зависимых переменных, в том числе при учете взаимодействия факторов.

В модель последовательно включались как отдельно каждый фиксированный фактор, так и их взаимодействие. В качестве случайных факторов использовались случайные средние значения зависимой переменной «по испытуемому» и «по стимулам».

Модель для зависимой переменной *общее латентное время фиксации и саккад (Glance Duration)* в зонах интереса показала довольно умеренный эффект фиксированных факторов  $R^2 = 0,565$  (т.е. около 57% дисперсии времени задержки взгляда объясняется фиксированными факторами), в то время как общая модель (включая фиксированные и случайные эффекты) демонстрирует большой коэффициент детерминации ( $R^2 = .0,659$ ). В табл. 2 представлены значимые и квазизначимые фиксированные эффекты для данной модели.

Из табл. 2 видно, что значимые различия на уровне общего времени задержки взора и перемещения взгляда внутри разных зон интереса наблюдаются только между ассоциативно связанным денотатом (*A*) и дистрактором (*D*) к целевому стимулу. В среднем на дистракторах задерживают взор на 128,5 мс меньше, чем на ассоциативных денотатах. Различия между реакциями на гипо-гипонимические и ассоциативные отношения (-67,2 мс) наблюдаются только на уровне тенденции ( $p = 0,075$ ). Закономерны и ожидаемы также различия во времени задержки взгляда между разными последовательностями просмотра зон интереса. При просмотре первой зоны интереса взгляд фиксируется значительно меньше по времени, чем на остальных зонах интереса, поскольку ресурсы человеческого внимания и время распознавания всех вероятных значений многозначного слова ограничены.

Таблица 2

**Оценка фиксированных эффектов для зависимой переменной *общее латентное время фиксации и саккад (Glance Duration)* в различных зонах интереса**

Оценка параметров фиксированных эффектов								
Эффекты	Effect <sup>1</sup>	Размер эффекта	Станд. ошибка	95% доверительный интервал			t-стат.	Уровень знач.
		Estimate	SE	Lower	Upper	df	t	p
<b>Случайное среднее</b>	<b>(Intercept)</b>	<b>251,534</b>	<b>16,574</b>	<b>219,049</b>	<b>284,02</b>	<b>488,6</b>	<b>15,1762</b>	<b>&lt;.001</b>
Эффект зоны интереса D на A	<b>D – A</b>	<b>-128,494</b>	<b>39,321</b>	<b>-205,562</b>	<b>-51,43</b>	<b>1222,4</b>	<b>-3,26779</b>	<b>0,001</b>
Эффект зоны интереса Нуро на A	Нуро – A	-67,161	37,697	-141,045	6,72	1231,4	-1,7816	0,075
Эффект зоны интереса TD на A	TD – A	-73,05	43,455	-158,22	12,12	1228,8	-1,68106	0,093
Эффект последовательности просмотра 3 на 1	3 – 1	45,54	27,193	-7,757	98,84	1229,2	1,67471	0,094
Эффект последовательности просмотра 4 на 1	4 – 1	93,64	32,668	29,612	157,67	1226,8	2,8664	0,004
Эффект количества фиксаций	<b>Fixation Count</b>	<b>155,003</b>	<b>4,567</b>	<b>146,052</b>	<b>163,95</b>	<b>1223</b>	<b>33,94201</b>	<b>&lt;.001</b>
Взаимодействие эффектов зоны интереса Мето на A и прямой ассоциативной связи на отсутствие ассоциативной связи (Associative R1)	<b>Мето – * 1 – 0</b>	<b>167,048</b>	<b>64,003</b>	<b>41,605</b>	<b>292,49</b>	<b>1221</b>	<b>2,61001</b>	<b>0,009</b>
Взаимодействие эффектов зоны интереса Нуро на	<b>Нуро – A * 2 – 0</b>	<b>-108,86</b>	<b>50,733</b>	<b>-208,295</b>	<b>-9,42</b>	<b>1230,7</b>	<b>-2,14573</b>	<b>0,032</b>

<sup>1</sup> Условные обозначения: T (Target – целевой денотат); TD (Target Diminutive – целевой денотат-диминутив); Нуро (Nuregonum – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое слово является гиперонимом); Нуро (Nuronum – денотат-конкурент, гипоним, в отношении которого целевое слово также является гипонимом); Мета (Metaphor – денотат-конкурент, репрезентирующий метафорическое значение целевого слова); Мето (Metonymy – денотат-конкурент, репрезентирующий метонимическое значение целевого слова); A (Association – денотат-конкурент, репрезентирующий ассоциативную связь с целевым словом); D (Distractor – денотат-дистрактор, стимул, не связанный с целевым словом); 1, 2, 3, 4 – номер в последовательности просмотра зон интереса для каждой пробы; Semantic\_R – тип семантической (0 – не связано, 1 – связано); Associative\_R – тип ассоциативной связи между целевым словом и денотатом (0 – не связано, 1 – прямая связь, 2 – обратная связь).

Оценка параметров фиксированных эффектов								
Эффекты	Effect <sup>1</sup>	Размер эффекта	Станд. ошибка	95% доверительный интервал			t-стат.	Уровень знач.
		Estimate	SE	Lower	Upper	df	t	p
А и обратной ассоциативной связи на отсутствие ассоциативной связи (Associative_R2)								
Взаимодействие эффектов зоны интереса Т на А и семантически связанного стимула на семантически не связанный стимул (Semantic_R1)	T – A * 1 – 0	-149,743	90,139	-326,412	26,93	1230,8	-1,66125	0,097
Взаимодействие эффектов зоны интереса TD на А и последовательности просмотра зон интереса 3 на 1 (Sequence)	TD – A * 3 – 1	<b>217,656</b>	<b>90,516</b>	<b>40,248</b>	<b>395,06</b>	<b>1230,9</b>	<b>2,40462</b>	<b>0,016</b>

При взаимодействии фиксированных факторов наблюдается тенденция к тому, что ассоциативная связь часто вступает в значимые взаимодействия с фактором «тип денотата». Так, реакции на гипо-гипонимические связи по сравнению с ассоциативными оказались на 108,9 мс меньше. Метонимические денотаты вызывали более длительные реакции по сравнению с ассоциативными в среднем на 167 мс. Общий характер взаимодействия значимых фиксированных эффектов ассоциативной связи и случайных средних реакций испытуемых представлен на рис. 6.

При рассмотрении данного параметра движений глаз на разных этапах просмотра зон интереса (испытуемый мог сначала направить взгляд к одному денотату, затем к другому либо вернуться к предыдущему и т.д.) наблюдается тенденция к более длительной активации во внимании целевого денотата. Однако затем тенденция смещается «в пользу» других денотатов, а прямое значение становится все меньше активированным во внимании. На всех этапах просмотра дистрактор и ассоциативно связанный денотат не теряют своей роли для спецификации значения многозначного слова. Динамика данного параметра движений глаз в зависимости от последовательности просмотра зон интереса и характера ассоциативной связи представлена на графиках в прил. 1.

Построенная модель для другой зависимой переменной – латентное время фиксации в зонах интереса (*Fixation Time*) показало приблизительно те же коэффициенты детерминации для фиксированных эффектов ( $R^2 = 0,515$ ) и общей модели со случайными эффектами ( $R^2 = 0,585$ ). В целом тенденция активации денотата доминантного значения при первом просмотре с дальнейшей деактивацией происходит и на уровне данной зависимой переменной. Динамика латентного времени фиксации в зависимости от последовательности просмотра зон интереса и характера ассоциативной связи представлена в прил. 2.

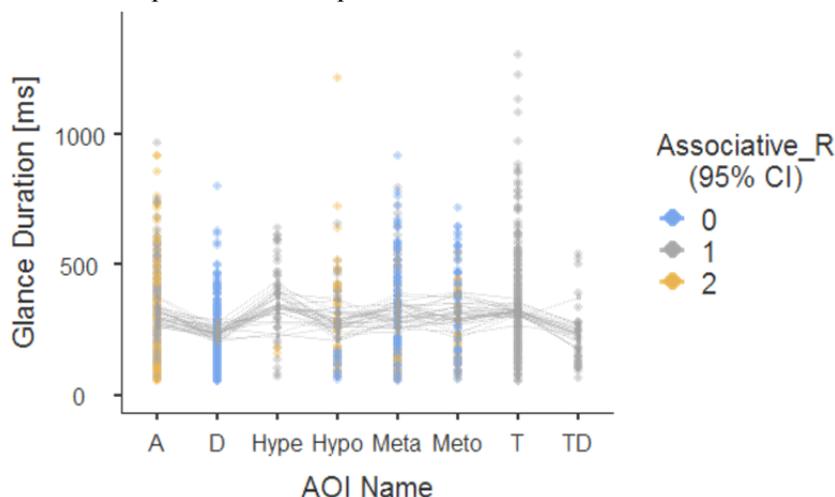


Рис. 5. Эффекты ассоциативной связи и случайного среднего по испытуемым на общее латентное время фиксации и саккад<sup>1</sup>

Модель со смешанными эффектами для времени первой фиксации (*First Fixation Duration*) как зависимой переменной, отражающей ранние этапы обработки лексической информации, показала более слабую объяснительную силу как на уровне фиксированных эффектов ( $R^2 = 0,166$ ), так и на уровне всей модели ( $R^2 = 0,278$ ). Для данной модели количество фиксации как модератор была исключена, поскольку для данного параметра она нерелевантна. Значимым предиктором для данной модели оказалась последовательность просмотра денотатов, в то время как фактор «тип денотата» («зона интереса») уже не имел значимого влияния.

В табл. 3 представлены значимые и квазизначимые фиксированные эффекты для данной модели.

Латентное время первой фиксации значимо увеличивается по мере перехода от одной зоны интереса к другой.

<sup>1</sup> *Glance Duration* – латентное время фиксации и саккад в зонах интереса; *Associative\_R* – фактор, где 0 – отсутствие ассоциативной связи между целевым словом и каждым типом денотата, 1 – наличие прямой ассоциативной связи, 2 – наличие обратной ассоциативной связи.

Таблица 3

**Оценка фиксированных эффектов для зависимой переменной латентное время первой фиксации (First Fixation Duration) в различных зонах интереса**

Оценка параметров фиксированных эффектов								
		95% дов. интервал						
Эффекты	Effect	Estimate	SE	Lower	Upper	df	t	p
<b>Случайное среднее</b>	<b>(Intercept)</b>	<b>144,805</b>	<b>10,64</b>	<b>123,952</b>	<b>165,659</b>	<b>420,3</b>	<b>13,6098</b>	<b>&lt; .001</b>
Эффект последовательности просмотра 2 на 1	2 – 1	30,979	14,389	2,776	59,181	997,5	2,1529	0,032
Эффект последовательности просмотра 3 на 1	3 – 1	52,343	18,151	16,767	87,919	1128,4	2,8837	0,004
Эффект последовательности просмотра 4 на 1	4 – 1	52,897	22,163	9,458	96,335	1225,4	2,3867	0,017
Взаимодействие эффектов зоны интереса Meto на А и прямой ассоциативной связи на отсутствие ассоциативной связи (Associative_R1)	Meto – A * 1 – 0	105,101	42,481	21,84	188,363	1132,4	2,4741	0,014
Взаимодействие эффектов зоны интереса TD на А и прямой ассоциативной связи на отсутствие ассоциативной связи (Associative_R1)	TD – A * 1 – 0	59,29	31,626	-2,696	121,276	842,3	1,8747	0,061
Взаимодействие эффектов зоны интереса Meto на А и обратной ассоциативной связи на отсутствие ассоциативной связи (Associative_R2)	Meto – A * 2 – 0	91,135	51,055	-8,931	191,2	1199,6	1,785	0,075
Взаимодействие эффектов зоны интереса Hure на А и семантически связанного	Hure – A * 1 – 0	112,661	56,813	1,309	224,014	1130,3	1,983	0,048

Оценка параметров фиксированных эффектов								
95% дов. интервал								
Эффекты	Effect	Estimate	SE	Lower	Upper	df	t	p
стимула на семантически не связанный стимул (Semantic R1)								
Взаимодействии эффектов зоны интереса Meta на А и последовательности просмотра зон интереса 2 на 1 (Sequence)	Meta – A * 2 – 1	69,842	38,102	–4,837	144,521	1231,4	1,833	0,067
Взаимодействии эффектов зоны интереса Т на А и последовательности просмотра зон интереса 2 на 1 (Sequence)	T – A * 2 – 1	64,696	38,744	–11,242	140,633	1229,9	1,6698	0,095
Взаимодействии эффектов зоны интереса Meta на А и последовательности просмотра зон интереса 3 на 1 (Sequence)	Meta – A * 3 – 1	<b>–70,334</b>	<b>29,701</b>	<b>–128,547</b>	<b>–12,12</b>	<b>1097,2</b>	<b>–2,368</b>	<b>0,018</b>
Взаимодействии эффектов зоны интереса TD на А и последовательности просмотра зон интереса 3 на 1 (Sequence)	TD – A * 3 – 1	<b>120,358</b>	<b>60,389</b>	<b>1,998</b>	<b>238,718</b>	<b>1131</b>	<b>1,9931</b>	<b>0,046</b>

Так, время первой фиксации при просмотре второй по счету зоны интереса по сравнению с первой больше в среднем на 31 мс, в то время как просмотр третьей и четвертой по счету зон интереса больше первой на 52 и 53 мс соответственно. Вывод представляется очевидным, поскольку испытуемому необходимо увеличивать ресурс рабочей памяти с каждым переходом от одной зоны интереса к другой. Значимые эффекты наглядно демонстрируются при взаимодействии факторов «тип денотата», «тип ассоциативной связи» и «последовательность просмотра» зон интереса. Дина-

мика данного параметра движений глаз в зависимости от последовательности просмотра зон интереса и характера ассоциативной связи представлена в прил. 3.

### Выводы и обсуждение результатов

Данные линейных моделей со смешанными эффектами показали значимые различия во многих параметрах движений глаз испытуемых, связанных с тончайшей «настройкой» процесса когнитивной обработки многозначных бионимов русского языка. Рассчитанные модели обладают умеренной объяснительной силой, что говорит о перспективности дальнейшего поиска контролируемых переменных.

Наиболее интересным представляется различие между ранними (время первой фиксации) и поздними этапами обработки значений многозначных слов. Если поздние этапы обработки лексической информации ориентируются на постоянное сопоставление входного инпута (аудиального стимула) с нерелевантными или слабо связанными по значению денотатами, то ранние этапы когнитивной обработки подвержены влиянию последовательности просмотра зон интереса, репрезентирующих разные денотаты, причем первая фиксация на первой зоне интереса, как правило, самая непродолжительная.

На уровне такого параметра, как общая длительность фиксаций и саккад, стимулы-дистракторы значимо отличались от всех остальных (релевантных) стимулов, за исключением денотатов-диминов. Возможная причина данного эффекта состоит в их более низкой частоте, а также наличии морфологического фактора, влияющего на сложность обработки диминов. Деактивация или подавление внимания к дистракторам рассматривается в данном случае как вигильность испытуемых, их сосредоточенность на экспериментальной задаче.

На всех этапах когнитивной обработки многозначных бионимов наиболее активированными для визуального поля испытуемых при первом просмотре становятся денотаты, отражающие доминантное значение, а затем эта активация «угасает». То есть испытуемые стараются уточнить те компоненты значения, которые можно извлечь из семантической памяти за достаточно короткое время (не более 1 200 мс), при этом ассоциативные связи играют в этом процессе значимую роль, вступая во взаимодействие с другими процессами извлечения значений слов из памяти. Выявленная в эксперименте значимость ассоциаций объясняется также гомогенностью нашей выборки (90% женщины с педагогическим образованием), что, с одной стороны, является ограничением полученных результатов. С другой стороны, опыт проведения данного исследования позволит уточнить те важные предикторы, которые необходимо контролировать и учитывать при планировании подобных экспериментов.

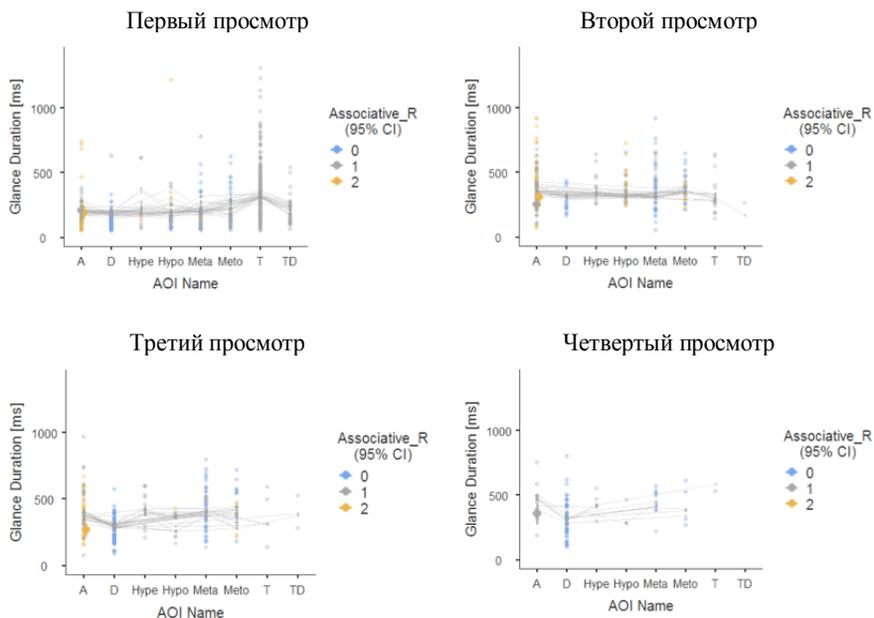
### Литература

1. *Stupina E., Myachykov A., Shtyrov Y.* Automatic Lexical Access in Visual Modality: Eye-Tracking Evidence // *Frontiers in Psychology*. 2018. Vol. 9. P. 1847. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01847

2. Каприелова А.В., Лауринавичюте А.К., Лопухина А.А. Разрешение значений многозначных слов при чтении // Когнитивная наука в Москве: новые исследования: материалы конференции / под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М. : БукиВеди, 2019. С. 206–211.
3. Tanenhaus M.K., Spivey-Knowlton M.J., Eberhard K.M., Sedivy J.C. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension // *Science*. 1995. Vol. 268 (5217). P. 1632–1634. DOI: 10.1126/science.7777863
4. Tanenhaus M.K., Magnuson J.S., Dahan D., Chambers C. Eye Movements and Lexical Access in Spoken-Language Comprehension: Evaluating a Linking Hypothesis between Fixations and Linguistic Processing // *Journal of Psycholinguistic Research*. 2000. Vol. 29. P. 557–580. DOI: 10.1023/A:1026464108329
5. Yee E., Overton E., Thompson-Schill S.L. Looking for meaning: Eye movements are sensitive to overlapping semantic features, not association // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2009. Vol. 16. P. 869–874. DOI: 10.3758/PBR.16.5.869
6. Huettig F., Rommers J., Meyer A.S. Using the visual world paradigm to study language processing: A review and critical evaluation // *Acta Psychologica*. 2011. Vol. 137, is. 2. P. 151–171. DOI: 10.1016/j.actpsy.2010.11.003
7. Eddington C.M., Tokowicz N. How meaning similarity influences ambiguous word processing: the current state of the literature // *Psychonomic Bulletin and Review*. 2015. Vol. 22 (1). P. 13–37. DOI: 10.3758/s13423-014-0665-7
8. Klein D.E., Murphy G.L. The Representation of polysemous words // *Journal of Memory and Language*. 2001. Vol. 45(2). P. 259–282. DOI: 10.1006/jmla.2001.2779
9. Klepousniotou E. The processing of lexical ambiguity: homonymy and polysemy in the mental lexicon // *Brain and Language*. 2002. Vol. 81(1–3). P. 205–223. DOI: 10.1006/brln.2001.2518
10. Klepousniotou E., Baum S.R. Disambiguating the ambiguity advantage effect in word recognition: An advantage for polysemous but not homonymous words // *Journal of Neuro-linguistics*. 2007. Vol. 20(1). Pp. 1–24. DOI: 10.1016/j.jneuroling.2006.02.001
11. Rodd J., Gaskell G., Marslen-Wilson W. Making Sense of Semantic Ambiguity: Semantic Competition in Lexical Access // *Journal of Memory and Language*. 2002. Vol. 46(2). P. 245–266. DOI: 10.1006/jmla.2001.2810
12. Cooper R.M. The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing // *Cognitive Psychology*. 1974. Vol. 6 (1). P. 84–107. DOI: 10.1016/0010-0285(74)90005-x.
13. Just M.A., Carpenter P.A. A Theory of Reading from Eye Fixations to Comprehension // *Psychological Review*. 1980. Vol. 87. P. 329–354.
14. Akinina Yu., Grabovskaya M., Vechkaeva A., Ignatyev G., Isaev D., Khanova A. Библиотека психоллингвистических стимулов: новые данные для русского и татарского языка // Seventh International Conference on Cognitive Science: Abstracts. Svetlogorsk, June 20–24 2016. 2016. P. 93–95.
15. Brouwer S., Bradlow A.R. The Temporal Dynamics of Spoken Word Recognition in Adverse Listening Conditions // *Journal of Psycholinguistic Research*. 2016. Vol. 45 (5). P. 1151–1160. DOI: 10.1007/s10936-015-9396-9
16. Bartunov Sergey, Kondrashkin Dmitry, Osokin Anton, Vetrov Dmitry. Breaking Sticks and Ambiguities with Adaptive Skip-gram. ArXiv preprint. 2015
17. Резанова З.И., Некрасова Е.Д. Семантика диминутивных суффиксов в восприятии носителей русского языка: влияние контекстных и социальных факторов // *Вестник Томского государственного университета*. 2017. № 421. DOI: 10.17223/15617793/421/2

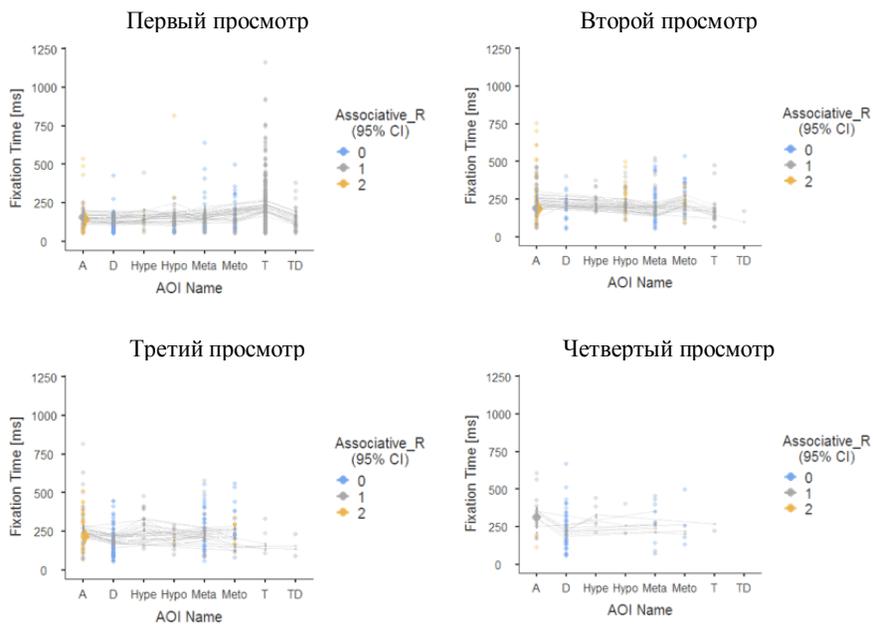
## Приложение 1

**Эффекты ассоциативной связи и случайного среднего по испытуемым на общее латентное время фиксации и саккад в зависимости от последовательности просмотра зон интереса: Associative\_R – фактор ассоциативной связи целевого слова и типа денотата, где 0 – нет связи, 1 – прямая связь, 2 – обратная связь**



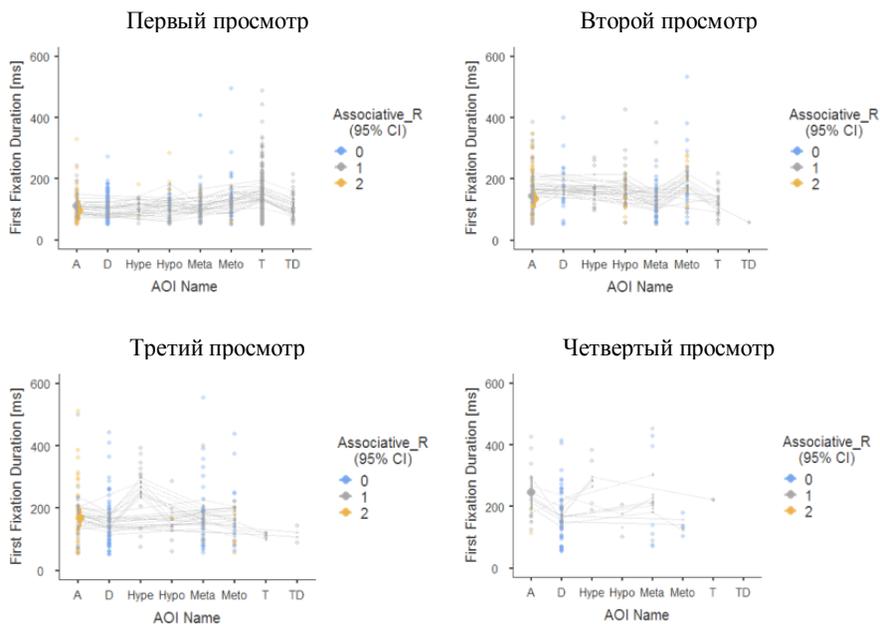
## Приложение 2

**Эффекты ассоциативной связи и случайного среднего по испытуемым на общее латентное время фиксации в зависимости от последовательности просмотра зон интереса: Associative\_R – фактор ассоциативной связи целевого слова и типа денотата, где 0 – нет связи, 1 – прямая связь, 2 – обратная связь**



## Приложение 3

**Эффекты ассоциативной связи и случайного среднего по испытуемым на латентное время первой фиксации в зависимости от последовательности просмотра зон интереса: Associative\_R – фактор ассоциативной связи целевого слова и типа денотата, где 0 – нет связи, 1 – прямая связь, 2 – обратная связь**



## Приложение 4

## База данных многозначных слов-стимулов и наименований изображений-денотатов, используемых в эксперименте

Многозначное слово	Частотность, ipm	Наименование денотата (в скобках пояснение) <sup>1</sup>	Слово и денотат семантически связаны (1) или не связаны (0)	Вероятность связи слова и денотата (adagram)	Тип ассоциативной связи слова и денотата: прям. (1), обратн. (2), не связ. (0)	Сила ассоциативной связи слова и денотата	Тип связи слова и денотата
бабочка	16,63	галстук (гал- стук-бабочка)	1	0,47	1	0,006	метафора
бабочка	16,63	фрак	0	0	2	0,016	ассоциативная связь
груша	8,59	вишня	1	0,8	0	0,000	гипо- гипонимические
груша	5,59	боксер	0	0	1	0,010	ассоциативная связь
гусь	11,92	мясо	1	0,21	1	0,009	метонимия
гусь	11,92	шея	0	0	1	0,009	ассоциативная связь
дуб	18,49	мебель	1	0,21	0	0,000	метонимия
дуб	18,49	солдат	0	0	2	0,011	ассоциативная связь
дыня	3,88	арбуз	1	1	1	0,208	гипо- гипонимические
дыня	3,88	пустыня	0	0	2	0,105	ассоциативная связь
ёж	6,4	заграждение	1	0,36	0	0,000	метафора
ёж	6,4	колючка	0	0	2	0,035	ассоциативная связь
ёлка	15,39	утренник	1	0,14	0	0,000	метонимия
ёлка	15,39	палка	0	0	1	0,178	ассоциативная связь
ель	7,15	мебель	1	0,25	0	0,000	метонимия
ель	7,15	шишка	1	0,65	2	0,071	ассоциативная связь
жаба	6,85	душит	1	0,36	1	0,029	метафора
жаба	6,85	болото	0	0	1	0,087	ассоциативная связь

<sup>1</sup> Изображения денотатов имели однозначное толкование. В качестве ресурсов использовались валидизированная база данных [14], а также поисковые выдачи наименований изображений в Интернете. Все изображения соответствовали этическим нормам.

заяц	21,18	лиса	1	0,58	2	0,010	гипо-гипонимические
заяц	21,18	билет	1	0	2	0,008	метафора
зверь	61,67	злой	1	0,36	1	0,039	метафора
зверь	61,67	лев	1	0,48	2	0,032	гиперо-гипонимические
зебра	2,93	пешеход	1	0,85	2	0,172	метафора
зебра	2,93	лошадь	1	0,85	1	0,087	гипо-гипонимические
змея	30,36	кобра	1	0,44	1	0,049	гиперо-гипонимические
змея	30,36	злодейка	1	0,28	2	0,014	метафора
индюк	1,46	петух	1	0,9	1	0,028	гипо-гипонимические
индюк	1,46	надутый (человек)	1	0,9	2	0,425	метафора
инфузория	0,67	амёба	1	0,64	2	0,188	гипо-гипонимические
инфузория	0,67	растяпа	1	0,36	0	0,000	метафора
ишак	1,58	лошадь	1	0,57	0	0,000	гипо-гипонимические
ишак	1,58	верблюд	0	0	2	0,158	ассоциативная связь
кабан	7,08	мужик	1	0	2	0,023	ассоциативная связь
кабан	7,08	вебрь	1	0,54	0	0,000	гипо-гипонимические
калина	3,55	куст	1	0,34	1	0,010	гиперо-гипонимические
калина	3,55	малина	1	0,34	2	0,158	гипо-гипонимические
капуста	18,24	доллар	1	0	2	0,011	метафора
капуста	18,24	огород	0	0	2	0,047	ассоциативная связь
картошка	17,52	капуста	1	0,27	2	0,022	гипо-гипонимические
картошка	17,52	колхоз	1	0	2	0,118	ассоциативная связь
кит	16,14	море	1	0,35	1	0,055	сема
кит	16,14	рыба (чудо-юдо)	0	0	2	0,750	ассоциативная связь
клён	4,72	кудрявый	0	0	2	0,112	ассоциативная связь
клён	4,72	мебель	1	0,34	0	0,000	метонимия
кляча	1,69	лошадь	1	0,77	2	0,474	гипо-гипонимические
кляча	1,69	старуха	1	0,23	0	0,000	метафора
козел	11,53	снаряд	1	0	0	0,000	метафора
козел	11,53	капуста	0	0	2	0,016	ассоциативная связь
краб	5,41	рак	1	0,53	2	0,231	гипо-гипонимические

краб	5,41	мясо	1	0,28	0	0,000	метонимия
крокодил	9,91	сумочка	1	0	1	0,009	метонимия
крокодил	9,91	аквариум	0	0	2	0,008	ассоциативная связь
кролик	17,06	мясо	1	0,3	1	0,047	метонимия
кролик	17,06	капуста	0	0	2	0,037	ассоциативная связь
крот	4,21	рак	1	0,53	2	0,231	гипо-гипонимические
крот	4,21	агент	1	0,65	0	0,000	метафора
крыса	23,22	чиновник	1	0,42	0	0,000	метафора
крыса	23,22	капкан	0	0	2	0,058	ассоциативная связь
курица	24,72	мясо	1	0,26	2	0,018	метонимия
курица	24,72	яйцо	0	0	1	0,061	ассоциативная связь
лимон	11,34	миллион	1	0,19	1	0,010	метафора
лимон	11,34	апельсин	1	0,81	1	0,040	гипо-гипонимические
мышка	16,36	клавиатура	1	0,21	0	0,000	метафора
мышка	16,36	кошка	1	0	1	0,140	ассоциативная связь
мышь	30,54	клавиатура	1	0,12	0	0,000	метафора
мышь	30,54	сыр	0	0	1	0,106	ассоциативная связь
обезьяна	26,55	слон	1	0,26	0	0,000	гипо-гипонимические
обезьяна	26,55	клетка	0	0	1	0,009	ассоциативная связь
обезьянка	2,54	кривляка	1	0,4	1	0,026	метафора
обезьянка	2,54	банан	0	0	1	0,162	ассоциативная связь
орёл	29,07	герб (с изобр. орла)	1	0,29	2	0,017	метонимия
орёл	29,07	решка	0	0	2	0,240	ассоциативная связь
орех	19,53	древесина	1	0,23	0	0,000	метонимия
орех	19,53	скорлупа	1	0	2	0,098	ассоциативная связь
орешек	4,73	крепкий (человек)	1	0,43	2	0,764	метафора
орешек	4,73	сухарик	1	0,57	0	0,000	гипо-гипонимические
осёл	8,83	упрямый (подросток)	1	0	2	0,417	метафора
осёл	8,83	верблюд	1	0,33	2	0,003	гипо-гипонимические
осина	2,96	вампир	0	0	1	0,010	ассоциативная связь
осина	2,96	древесина	1	0,39	0	0,000	метонимия
паразит	9,19	клещ	1	0,34	1	0,029	гиперо-гипонимические

паразит	9,19	лодырь	1	0,66	2	0,083	метафора
перец	20,57	зелень	1	0,49	1	0,009	гипо- гипонимические
перец	20,57	харчо	0	0	2	0,018	ассоциативная связь
перчик	0,77	чесночок	1	0,68	0	0,000	гипо- гипонимические
перчик	0,77	огород	0	0	1	0,026	ассоциативная связь
петрушка	7,1	салат	1	0,61	1	0,099	гипо- гипонимические
петрушка	7,1	клоун	1	0,39	1	0,022	метафора
поросенок	6,87	мясо	1	0,27	1	0,127	метонимия
поросенок	6,87	грязь	0	0	1	0,113	ассоциативная связь
псина	1,24	запах	1	0,6	1	0,034	метонимия
псина	1,24	негодяй	1	0,4	1	0,017	метафора
птица	101,98	мясо	1	0,07	2	0,001	метонимия
птица	101,98	говорун (персонаж К. Булычева)	0	0	1	0,059	ассоциативная связь
птичка	11,47	галочка	1	0	2	0,024	ассоциативная связь
птичка	11,47	цыганка (птичка бо- жия из поэмы «Цыганы»)	1	0,6	0	0,000	метафора
пчёлка	1,17	труженица	1	0	1	0,020	метафора
пчёлка	1,17	мёд	0	0	1	0,167	ассоциативная связь
репей	0,56	колючка	1	0,89	1	0,215	метонимия
репей	0,56	волос	0	0	1	0,010	ассоциативная связь
рыба	93,97	мясо	1	0,2	1	0,041	метонимия
рыба	93,97	удочка	0	0	2	0,043	ассоциативная связь
салат	23,31	винегрет	1	0,46	1	0,048	гиперо- гипонимическая
салат	23,31	капуста	0	0	2	0,119	ассоциативная связь
собака	152,4 3	кость	0	0	2	0,018	ассоциативная связь
собака	152,4 3	кошка	1	0,3	1	0,019	гипо- гипонимические
собачка	10,73	крючок (от молнии)	1	0,23	1	0,060	метафора
собачка	10,73	дама	0	0	2	0,019	ассоциативная связь
табак	16,07	курево (в виде сушено- го табака)	1	0,84	1	0,002	метонимия

табак	16,07	цыплёнок (табака)	0	0	2	0,042	ассоциативная связь
утка	13,28	мясо	1	0,31	1	0,009	метонимия
утка	13,28	ружье	0	0	2	0,007	ассоциативная связь
уточка	0,87	рыбка	1	1	0	0,000	гипо-гипонимические
уточка	0,87	ванна	0	0	1	0,075	ассоциативная связь
цыплёнок	6,91	петух	1	0,78	1	0,010	гипо-гипонимические
цыплёнок	6,91	скорлупа	0	0	2	0,181	ассоциативная связь
чиж	1,79	голубь	1	0,23	0	0,000	гипо-гипонимические
чиж	1,79	песня	1	0,32	0	0,000	метафора
чижик	0,76	снегирь	1	1	0	0,000	гипо-гипонимические
чижик	0,76	фонтан	0	0	1	0,016	ассоциативная связь
шиповник	3,47	отвар	1	0,37	0	0,000	метонимия
шиповник	3,47	колючий	0	0	1	0,276	ассоциативная связь
яблоко	36,31	глаз	1	0,1	0	0,000	метафора
яблоко	36,31	груша	1	0,77	1	0,047	гипо-гипонимические
яблочко	2,83	мишень	1	0,4	2	0,200	метафора
яблочко	2,83	танец (танец «яблочко»)	1	0	1	0,058	ассоциативная связь

### Semantic and Associative Factors in Lexical Processing of Polysemous Bionyms in Russian: Evidence from an Eye-Tracking Study in the Visual World Paradigm

*Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filologiya – Tomsk State University Journal of Philology.* 2021. 69. 166–194. DOI: 10.17223/19986645/69/8

Marina G. Shkuropatskaya, Mikhail S. Vlasov, Tatyana V. Zhukova, Irina P. Isaeva, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy (Biysk, Russian Federation). E-mail: marina-shkuropac@mail.ru / vlasov\_mikhailo@mail.ru / zukowat@mail.ru / isaeva\_ip@rambler.ru

**Keywords:** polysemous word, polysemy, association, eye movements, Visual World Paradigm, experiment.

The research was funded by the Russian Foundation for Basic Research, Project No. 18-012-00437: Polysemantic Word in the Minds of Native Russian Speakers.

The aim of the study is to provide experimental results of lexical processing of polysemous Russian bionyms. This study takes into account “online” mechanisms of lexical processing and uses eye movement parameters of subjects during listening to a polysemous word out of context. The Visual World Paradigm was used for experimental design modeling. This technique allows revealing some underpinnings of psychological representations of different meanings of a polysemous word. The choice of Russian bionyms (names of living organisms and plants) is due to the fact that this class of words falls into the core lexical system of almost any world language. This makes it possible to compare experimental results in languages of different structures. One important aspect of such modeling is not only the consid-

eration of semantic, but also associative factors of lexical access to the meaning of polysemous bionyms. Thirty one Russian speakers were recruited for an eye-tracking experiment using the Visual World Paradigm. A dataset of audio stimuli contained 60 Russian nouns with varying degrees of word frequency, length and number of meanings. The visual panel contained different types of word referents: T (target representing the dominant meaning of a spoken word), TD (target representing a diminutive spoken word), Hype (competitor representing hypo-hyperonymic relations with a spoken word), Hypo (competitor representing hypo-hyponymic relations with a spoken word), Meta (competitor representing the metaphorical meaning of a spoken word), Meto (competitor representing the metonymic meaning of a spoken word), A (competitor representing the associate for a spoken word), D (distractor unrelated to a spoken word). Every spoken word and visual panel with one target, two competitors and one distractor were presented for 1 200 ms without any context. After each trial participants were asked to respond how many meanings and associations of the spoken word were presented on the visual panel. Linear mixed effects modeling showed significant differences in several eye movement parameters of the subjects. The calculated models have moderate explanatory effect and this indicates the prospect of a further search for fixed effects controlling. The most surprising finding was the difference between the early (first fixation time) and late measures of polysemous word meaning processing. While the late measures of lexical processing are guided by a constant comparison of the input (auditory stimulus) with the irrelevant or weakly related referent, the early measures are influenced by the sequence of revisions of areas of interest that represent different referents. The first fixation on the first area of interest tended to be the shortest. At all stages of the ambiguous bionyms processing, the referents that reflected the dominant meaning were more activated in the subjects' visual field during the first entering the area of interest, and later this activation was inhibited. Associative relations had significant effects in this process, interacting with other processes of extracting representations of word meanings from the subjects' memory.

### References

1. Stupina, E., Myachykov, A. & Shtyrov, Y. (2018) Automatic Lexical Access in Visual Modality: Eye-Tracking Evidence. *Frontiers in Psychology*. 9. p. 1847. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01847
2. Kapriellova, A.V., Laurinavichyute, A.K. & Lopukhina, A.A. (2019) Ambiguity Resolution in Natural Reading. *Kognitivnaya nauka v Moskve: novye issledovaniya* [Cognitive Science in Moscow: New Research]. Conference Proceedings. Moscow: BukiVedi; Institut prakticheskoy psikhologii i psikhoanaliza. pp. 206–211. (In Russian).
3. Tanenhaus, M.K., Spivey-Knowlton, M.J., Eberhard, K.M. & Sedivy, J. (1995) C. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science*. 268 (5217). pp. 1632–1634. DOI: 10.1126/science.7777863
4. Tanenhaus, M.K., Magnuson, J.S., Dahan, D. & Chambers, C. (2000) Eye Movements and Lexical Access in Spoken-Language Comprehension: Evaluating a Linking Hypothesis between Fixations and Linguistic Processing. *Journal of Psycholinguistic Research*. 29. pp. 557–580. DOI: 10.1023/A:1026464108329
5. Yee, E., Overton, E. & Thompson-Schill, S.L. (2009) Looking for meaning: Eye movements are sensitive to overlapping semantic features, not association. *Psychonomic Bulletin & Review*. 16. pp. 869–874. DOI: 10.3758/PBR.16.5.869
6. Huettig, F., Rommers, J. & Meyer, A.S. (2011) Using the visual world paradigm to study language processing: A review and critical evaluation. *Acta Psychologica*. 137 (2). pp. 151–171. DOI: 10.1016/j.actpsy.2010.11.003
7. Eddington, C.M. & Tokowicz, N. (2015) How meaning similarity influences ambiguous word processing: the current state of the literature. *Psychonomic Bulletin and Review*. 22 (1). pp. 13–37. DOI: 10.3758/s13423-014-0665-7

8. Klein, D.E. & Murphy, G.L. (2001) The Representation of polysemous words. *Journal of Memory and Language*. 45 (2). pp. 259–282. DOI: 10.1006/jmla.2001.2779
9. Klepousniotou, E. (2002) The processing of lexical ambiguity: homonymy and polysemy in the mental lexicon. *Brain and Language*. 81(1–3). pp. 205–223. DOI: 10.1006/brln.2001.2518
10. Klepousniotou, E. & Baum, S.R. (2007) Disambiguating the ambiguity advantage effect in word recognition: An advantage for polysemous but not homonymous words. *Journal of Neurolinguistics*. 20 (1). pp. 1–24. DOI: 10.1016/j.jneuroling.2006.02.001
11. Rodd, J., Gaskell, G. & Marslen-Wilson, W. (2002) Making Sense of Semantic Ambiguity: Semantic Competition in Lexical Access. *Journal of Memory and Language*. 46 (2). pp. 245–266. DOI: 10.1006/jmla. 2001.2810
12. Cooper, R.M. (1974) The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing. *Cognitive Psychology*. 6 (1). pp. 84–107. DOI: 10.1016/0010-0285(74)90005-x
13. Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1980) A Theory of Reading from Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review*. 87. pp. 329–354.
14. Akinina, Yu., Grabovskaya, M., Vechkaeva, A., Ignatyev, G., Isaev, D., & Khanova, A. (2016) Biblioteka psiholingvističeskikh stimulov: novye dannye dlja russkogo i tatarskogo jazyka. *Seventh International Conference on Cognitive Science: Abstracts*. Svetlogorsk. 20–24 June 2016. Svetlogorsk. pp. 93–95. (In Russian).
15. Brouwer, S. & Bradlow, A.R. (2016) The Temporal Dynamics of Spoken Word Recognition in Adverse Listening Conditions. *Journal of Psycholinguistic Research*. 45 (5). pp. 1151–60. DOI: 10.1007/s10936-015-9396-9
16. Bartunov, S., Kondrashkin, D., Osokin, A. & Vetrov, D. (2015) *Breaking Sticks and Ambiguities with Adaptive Skip-gram*. ArXiv preprint.
17. Rezanova, Z.I. & Nekrasova, E.D. (2017) Semantics of diminutive suffixes in the perception of native speakers of the Russian language: influence of contextual and social factors. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 421. (In Russian). DOI: 10.17223/15617793/421/2