

УДК 81.23+612.821+612.846

ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ ПРИ ЧТЕНИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ С СИНТАКСИЧЕСКОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТЬЮ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

© 2014 г. В. А. Анисимов, О. В. Федорова, А. В. Латанов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: victor.n.anisimov@gmail.com

Поступила в редакцию 24.04.2013 г.

Исследованы параметры движений глаз при чтении предложений с глобальной синтаксической неоднозначностью придаточного предложения женского рода в русском языке. Априорная трудность при анализе структуры предложения приводит к увеличению времени чтения по сравнению с чтением контрольных предложений (без неоднозначности). Увеличение времени чтения происходит из-за большей частоты регрессивных (возвратных) саккад, совершаемых для повторного чтения фрагмента с неоднозначностью. Это в свою очередь приводит к увеличению числа фиксаций и их длительности. Общее время чтения отдельных слов неоднозначного фрагмента зависело от результата разрешения неоднозначности (от вида закрытия). Если испытуемые относили придаточное предложение к первому существительному именной группы (раннее закрытие), то время чтения этого существительного было больше, чем время чтения второго. При выборе второго существительного (позднее закрытие) время чтения двух существительных не различалось. Полученные результаты свидетельствуют о связи большего времени чтения первого существительного именной группы, относящейся к придаточному предложению, с доминированием раннего закрытия в русском языке.

Ключевые слова: синтаксическая неоднозначность, чтение, движения глаз, саккады, фиксации.

DOI: 10.7868/S0131164614040031

Чтение текстов на своем (естественном) языке представляет собой сложный навык, который объединяет разные стадии обработки зрительной информации и осуществления движений глаз. Движения глаз во время чтения представляют собой паттерны, состоящие из последовательных саккад и фиксаций взора. Саккады необходимы для перемещения взора по тексту, а во время фиксаций происходит распознавание символов, составляющих морфемы и слова. В результате зрительные свойства символов преобразуются в орфографические и фонологические (представленные внутренней речью) паттерны, которые затем используются для управления процессами обработки языковой информации, приводящей, в конечном счете, к пониманию текста [1].

Физиологические показатели (в том числе и движения глаз), связанные с реализацией языковых функций, представляют собой фактологическую и доказательную базу для формирования представлений о мозговых механизмах зрительного восприятия речи при чтении. В связи с этим методы регистрации движений глаз широко используются в психолингвистике, как науке о взаимосвязи языка, мышления и сознания [1–4].

За несколько последних десятилетий в многочисленных работах исследованы различные параметры движений глаз, связанные с языковыми процессами на разных иерархических уровнях организации языковых функций [1–4]. Так, при чтении английского текста число фиксаций, их длительность, частота возвратных (регрессивных) саккад и, соответственно, общее время чтения зависит от лексических и семантических свойств слов [1, 5, 6]. Первое использование методики регистрации движений глаз для исследования структурного (синтаксического) анализа предложений во время чтения было выполнено в 1967 г. Дж. Мелером с соавт. [7]. Авторы получили первые данные о том, что на тех фрагментах предложения, которые представляют собой границы составляющих (или компонентов) синтаксического анализа, испытуемые фиксировали взор чаще и дольше, чем на остальных фрагментах предложения. Последующие исследования с использованием более точных методов регистрации движений глаз подтвердили эти результаты [8]. К настоящему времени опубликовано большое число работ, в которых получены детальные характеристики глазодвигательных паттернов, изменяю-

щиеся под влиянием разнообразных синтаксических переменных [3, 4, 8–14].

Различные виды синтаксической неоднозначности приводят к увеличению времени чтения предложений по сравнению со временем чтения предложений без неоднозначности в разных языках — английском [8–10, 15], испанском [16], немецком [17], французском [18] и некоторых других. Различают локальную, или временную, и глобальную синтаксическую неоднозначность. Локальная неоднозначность при чтении имеет место лишь непродолжительное время, пока неопределенность фрагмента предложения не разрешается при чтении последующего критического фрагмента, в результате чего целое предложение обретает единственную интерпретацию. Предложение является глобально неоднозначным, если оно имеет две отдельные интерпретации. Большинство работ по исследованию параметров движений глаз при чтении посвящено процессу разрешения локальной синтаксической неоднозначности [8–10, 12, 15, 19].

Разрешение синтаксической неоднозначности характерным образом 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 [8–10, 15, 16]. Удлинение времени анализа происходит из-за увеличения числа фиксаций и их длительности при чтении критических разрешающих неоднозначность фрагментов в синтаксически неоднозначных предложениях [8, 9, 19]. Соответственно, при этом увеличивается число саккад, а их амплитуды уменьшаются. Кроме того, также увеличивается частота регрессивных саккад, совершаемых в обратном направлении для повторного чтения фрагмента предложения, вызвавшего трудность интерпретации [8–11, 19].

Параметры движений глаз при разрешении глобальной неоднозначности исследованы лишь в немногочисленных работах [11, 13, 14]. Оказалось, что время чтения фрагмента предложений с глобальной синтаксической неоднозначностью меньше времени чтения фрагмента предложений с локальной неоднозначностью [13, 14], и не отличается от времени чтения аналогичного фрагмента предложений без неоднозначности [14]. На основании таких данных авторы высказывают мнение о том, что глобальная синтаксическая неоднозначность не вызывает специфических трудностей, поскольку интерпретация предложений скорее является предопределенной.

Не вдаваясь в подробности психолингвистических теорий о механизмах разрешения синтаксической неоднозначности, ограничимся лишь положением о том, что данные по времени чтения

отражают степень сложности анализа структуры предложений и, таким образом, являются объективным средством изучения языковых процессов. Сложность анализа синтаксически неоднозначного предложения вовлекает дополнительные ментальные процессы, которые удлиняют время анализа и, соответственно, время чтения.

Частным случаем глобальной синтаксической неоднозначности является неоднозначность сложноподчиненных предложений с относительным придаточным в ставшем уже хрестоматийном примере *Некто застрелил служанку актрисы, которая стояла на балконе*. Англоязычные испытуемые в ответе на вопрос “Кто стоял на балконе?” чаще выбирают второе существительное (“актрисы”) [3, 15, 16, 19, 20], в то время как русскоязычные испытуемые чаще выбирают первое существительное (“служанку”) [21]. Другими словами, англоязычные испытуемые предпочитают относить придаточное предложение к ближайшему по отношению к местоимению *которая* существительному. Такое разрешение синтаксической неоднозначности в психолингвистике называют принципом “позднего закрытия” (англ., “late closure”) или принципом “низкого связывания” (англ., “low attachment”) [8]. “Позднее закрытие” или “низкое связывание” означают, что определенная часть предложения (например, придаточное предложение, предложный оборот) относится к более “позднему”, или более “низкому” в дереве составляющих существительному сложной именной группы. Позднее закрытие, кроме английского языка [3, 8, 19], преобладает также в бразильском, португальском, норвежском, шведском, финском, арабском и румынском языках [22].

Однако в других языках, как и в русском, преобладает противоположная тенденция, и испытуемые предпочитают относить придаточное предложение к более “высокому” в дереве составляющих существительному. Такое разрешение синтаксической неоднозначности называют принципом “раннего закрытия” (англ., “early closure”) или принципом “высокого связывания” (англ., “high attachment”). “Раннее закрытие” или “высокое связывание” означают, что определенная часть предложения (например, придаточное предложение, предложный оборот) относится к “раннему” существительному сложной именной группы. Раннее закрытие, кроме русского языка, характерно также для французского, греческого, японского, испанского, голландского, немецкого, польского, хорватского и болгарского языков [16, 19, 21–23]. Следует отметить, что предпочтение раннего или позднего закрытия зависит от разнообразных факторов, например, от длины придаточного предложения. Такие эффекты продемонстрированы в различных языках (английском, немецком, французском, испанском, хорватском и

русском) [21, 22]. Это лишний раз указывает на сложность и вариабельность синтаксического анализа в любом языке.

Первая работа по сравнительному исследованию параметров движений глаз при чтении в языках с доминированием позднего и раннего закрытия выполнена на примере английского и испанского языков соответственно [19]. Оказалось, что при разрешении локальной неоднозначности в предложениях с поздним и ранним закрытием в этих языках время чтения критических фрагментов предложений, разрешающих неоднозначность, зависело противоположным образом от вида закрытия. Так, в испанском языке при раннем закрытии время чтения оказалось меньше, чем при позднем закрытии. В английском языке, напротив, время чтения было меньше при позднем закрытии. Такие результаты свидетельствуют о разном принципе анализа структуры предложения в испанском и английском языках, что согласуется с полученными ранее данными по доминированию раннего закрытия в испанском языке [16].

При анализе параметров движений глаз при чтении предложений с синтаксической неоднозначностью относительного придаточного особое внимание уделяют тем фрагментам предложения, которые имеют непосредственное отношение к разрешению синтаксической неоднозначности. Так, в работах [11, 13, 14] авторы оценивали время чтения критического фрагмента (местоимения, аналога *который*) относительного придаточного, разрешающего локальную неоднозначность (принадлежность к одному из двух потенциально возможных существительных) в предложениях с локальной (с ранним и поздним закрытием) и глобальной неоднозначностью. Оказалось, что время чтения местоимения оказалось достоверно меньше в предложениях с глобальной неоднозначностью, чем время чтения такого местоимения в предложениях с локальной неоднозначностью. Отсюда авторами был сделан вывод, что глобальная неоднозначность разрешается легче, чем локальная неоднозначность. Такие же результаты были получены и для других видов синтаксической неоднозначности, а именно соответствие наречия [14] или предложного оборота [13] глагольной или именной группе.

Некоторые исследователи отмечают [4], что эффект увеличения длительности фиксаций и, соответственно, времени чтения критических для разрешения синтаксической неоднозначности фрагментов предложения может “растекаться” за пределы критических частей предложения, и подобные эффекты могут проявляться и при чтении других частей предложения. Так, в работе [11] кроме эффекта меньшего времени чтения критического фрагмента в предложениях с глобальной неоднозначностью по сравнению с предложения-

ми с локальной неоднозначностью отчетливо проявляется также эффект меньшего времени чтения первого существительного в сложной именной группе во всех предложениях (как с обоими видами закрытия, так и в условиях глобальной неоднозначности). Отметим еще раз, что в английском языке доминирует позднее закрытие, и во всех указанных случаях время чтения второго существительного оказалось больше времени чтения первого.

Данные по движениям глаз при чтении предложений со структурной неоднозначностью в разных языках часто противоречивы, и появляющиеся новые результаты по разным языковым группам ставят все новые и новые вопросы. Значительная часть исследований проведена на примере языков романо-германской группы. Нам неизвестно ни одной работы по исследованию движений глаз при чтении структурно неоднозначных предложений в славянских языках. Мы впервые выполнили подобное исследование на примере русского языка.

Цель настоящей работы — исследовать параметры движений глаз при разрешении испытуемыми одного из видов глобальной синтаксической неоднозначности, а именно придаточного предложения с определительным местоимением женского рода.

МЕТОДИКА

В современной психолингвистике используют экспериментальные модели, в которых представлены определенные виды синтаксической неоднозначности, вызывающие определенную когнитивную сложность при интерпретации структуры предложения. В таких экспериментах испытуемым предлагают прочесть несколько предложений с неоднозначностью. В качестве контроля используют предложения, не содержащие неоднозначности, то есть с однозначной интерпретацией структуры.

Параметры движений глаз при чтении текстов на естественном языке зависят от многих факторов: физических свойства текста (тип и размер шрифта, яркостный и цветовой контраст между шрифтом и фоном) [1, 6], а также многочисленных лингвистических переменных — длина слова, частота слова, предыдущее слово, начальная позиция взора на слове, фрагмент предложения, с которого начинается чтение, положение предложения в тексте и др. [1, 5, 6]. Кроме того, необходимо учитывать и возрастные особенности испытуемых [6]. Поэтому процессы синтаксического анализа целесообразно исследовать с определенными ограничениями в условиях эксперимента, для чего подбирают стандартные предложения

без “лишних” языковых переменных на однородной группе испытуемых.

В экспериментах участвовали 28 испытуемых в возрасте 18–25 лет (студенты и сотрудники МГУ им. М.В. Ломоносова, 19 женщин, 9 мужчин). Все испытуемые являлись носителями русского языка, имели нормальное зрение и не страдали неврологическими заболеваниями. Каждый испытуемый подписывал письменное согласие на участие в эксперименте. Эксперименты проводили с соблюдением правил биоэтики.

Для проведения экспериментов использовали оригинальный программно-аппаратный комплекс, общие конструктивные принципы которого описаны в работе [24], а некоторые модификации – в работе [25]. Комплекс включает быструю цифровую камеру *FastVideo 250V*, подключенную к высокоскоростному грабберу (НПО “Астек”, Россия), и оригинальное программное обеспечение, способствующее синхронизации компонентов комплекса, записи данных и их анализу. Для синхронизации видеозаписи изображения глаза и экспозиции стимульного материала используются синхроимпульсы, генерируемые на аппаратном уровне. Эти синхроимпульсы отмечаются в видеопотоке как затемнение всего кадра, для чего кратковременно выключается инфракрасная (ИК) подсветка. Такие темные кадры затем используются в программе обработки видеозаписи.

Пик чувствительности матрицы находится в ИК-диапазоне, поэтому видеорегистрацию осуществляли в условиях ИК-подсветки глаза с использованием матрицы из 28 ИК-светодиодов (*L-53SF6C*, $\lambda_{\text{пик}} = 860$ нм), расположенных радиально для равномерного освещения. Камеру и ИК-светодиоды располагали сбоку так, что оптическая ось объектива камеры и ось светового потока ИК-светодиодов были перпендикулярны оси взора. Регистрируемое изображение левого глаза в ИК-диапазоне отражалось от “теплового зеркала” (эмиссионного фильтра), расположенного перед испытуемым в плоскости под углом 45 град к оси взора. Видеорегистрацию с частотой 250 Гц и размером кадра 320 × 240 пикселей осуществляли с использованием стандартного программного обеспечения *Fastvideo Lab* по протоколу *Camera Link* (<http://www.fastvideo.ru/info/cameralink/cameralink.htm>). В экспериментах голову испытуемых нежестко фиксировали с помощью лобно-подбородной подставки для минимизации лишних движений. Перед экспериментом производили калибровку видеосистемы. Видеопоток сохраняли на диск в стандартном *avi*-формате для дальнейшей обработки.

В экспериментах использовали 40 тестовых предложений (ТП), содержащих априорную глобальную синтаксическую неоднозначность с неопределенностью придаточного предложения с

местоимением *который* женского рода. Все ТП имели одинаковую структуру и предъявлялись в трех строках (рис. 1, рис. 2, Б). Первое (*N1*), второе (*N2*) существительные (от англ. *noun*) и относительное местоимение *которая* (*RP*, от англ. *relative pronoun*) составляли три фрагмента второй строки, включающей 25–27 символов с угловыми размерами около 1.5 град. Испытуемым предъявляли также 40 контрольных предложений (КП) с одним существительным, не содержащих смысловых противоречий (рис. 2, А). Вторая строка КП, также включающая 25–27 символов, состояла из трех фрагментов, соотносимых с тремя словами ТП. Первый фрагмент мог быть представлен словом любой части речи, второй – существительным (иногда с предлогом), а третий – относительным местоимением (*RP*), начинающим определительное придаточное предложение.

Мы провели специальный анализ частоты встречаемости *N1* и *N2* (на миллион слов Национального корпуса русского языка) [26] для устранения влияния этого фактора на результат разрешения синтаксической неоднозначности [27]. Логарифмы частот встречаемости *N1* и *N2* статистически не различались (критерий Манна–Уитни, $Z = -0.905$, $p < 0.183$). Кроме того, проведенный нами статистический анализ не выявил значимой корреляции между логарифмом частоты встречаемости *N1* и *N2* и частоты раннего или позднего закрытия (выбора *N1* или *N2* соответственно) при разрешении неоднозначности испытуемыми. Коэффициенты линейной корреляции между указанными величинами оказались низкими и недостоверными – 0.04 ($p < 0.785$) и 0.14 ($p < 0.598$) соответственно.

После калибровки видеосистемы испытуемые читали 40 ТП и 40 КП в произвольном темпе без перерыва. ТП и КП предъявляли в псевдослучайной последовательности. Экспериментатор осуществлял мониторинг динамики взора испытуемого на дополнительном мониторе и по достижении взором конца предложения включал слайд с вопросом. После прочтения каждого предложения испытуемому предъявляли вопросительное предложение, например, после прочтения ТП, представленного на рис. 1, Б, “*Кто выезжал на гастреи?*”. Варианты ответов к ТП (*N1* и *N2*, например, “*пианистка*” и “*солистка*”) располагали псевдослучайно справа или слева. Для верификации результата разрешения неоднозначности (при ответе на контрольный вопрос) испытуемых просили зафиксировать взор на выбранном слове. Выбранным ответом считался тот, на котором испытуемый останавливал взор на несколько секунд. После прочтения КП (например, *Во время путешествия мы обращались к карте, которая помогла нам найти верный маршрут*) варианты явных ответов на вопрос “*Что помогло найти верный маршрут?*” “*компас*” или “*карта*” также распола-



Рис. 1. Схематичное изображение стимульного материала и условий предъявления предложений.

гали псевдослучайным образом справа или слева. Продолжительность эксперимента составляла около 40 мин.

Для обработки зарегистрированного в экспериментах видеопотока использовали оригинальное программное обеспечение. По результатам анализа динамики взора при чтении ТП и КП вычисляли следующие параметры: общее время чтения первых и вторых строк, общее число фиксаций и их продолжительность (суммарно при первом и при повторном чтении) вторых строк, частоту регрессивных саккад при чтении вторых строк, а также некоторые производные показатели. Анализировали зависимость перечисленных показателей от сложности синтаксического анализа, а также от вида закрытия (раннего и позднего) при разрешении синтаксической неоднозначности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общее время чтения включало продолжительность фиксаций и саккад при первом и иногда при повторном чтении некоторых фрагментов во второй строке (рис. 2, *А, Б*). Мы предполагаем, что повторное чтение некоторых фрагментов предложения связано с определенными когнитивными трудностями, которые могли возникать у испытуемых при анализе смысла предложений (рис. 2, *Б*). Время чтения второй строки ТП, содержащей неоднозначность, оказалось почти на 200 мс больше, чем время чтения второй строки КП (табл. 1), а также первых строк ТП (1203 ± 13 мс, $n = 1157$) и КП (1203 ± 14 мс, $n = 1157$), свидетельствуя о том, что отсутствие когнитивных трудностей при интерпретации однозначного смысла фрагментов предложений не вызывает увеличения времени чтения.

Число и длительность фиксаций. Из анализа исключали фиксации, длительность которых со-

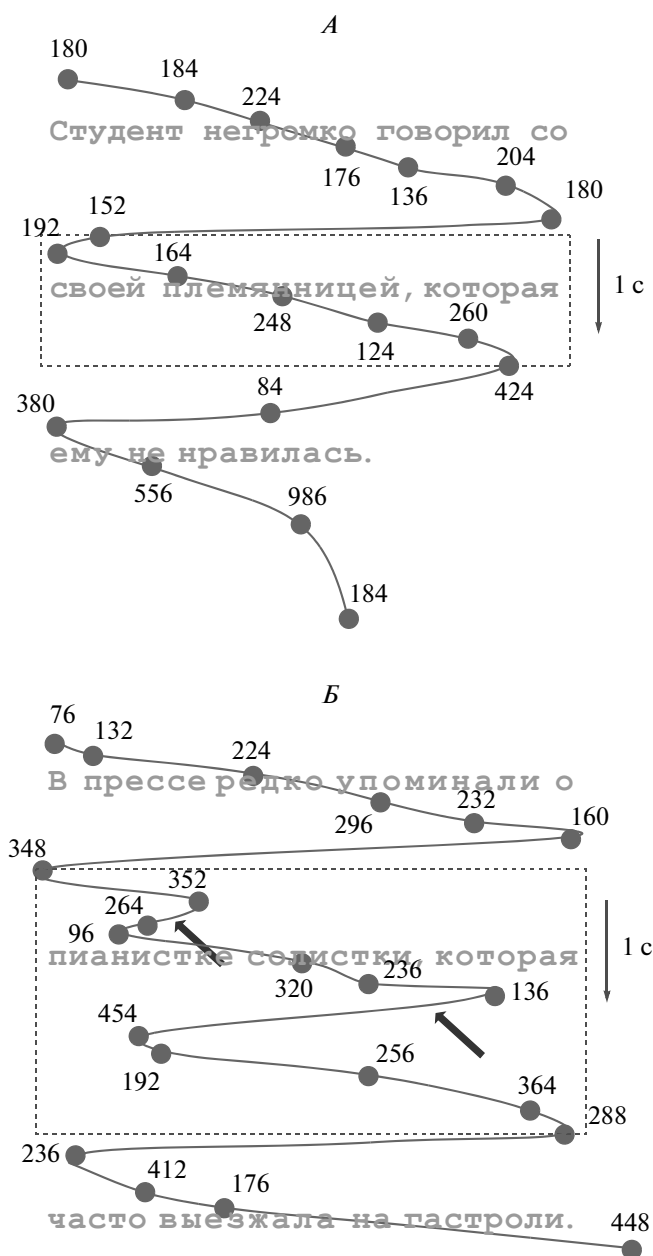


Рис. 2. Типичные траектории взгляда при чтении КП (А) и ТП (Б) при развертке во времени (сверху вниз). Точки соответствуют фиксациям, числами обозначена их длительность (мс). По вертикали — время, по горизонтали — положение взгляда. Рамкой ограничен период чтения 2-й строки. Стрелками отмечены регрессивные саккады. При чтении ТП (Б) отмечаются две регрессивные саккады, при чтении КП (А) они отсутствуют.

ставляла менее 80 мс и более 600 мс, поскольку такие фиксации не характерны для нормального чтения [1]. Исключенные из анализа фиксации составляли не более 5%, причем большая часть из них была представлена короткими фиксациями. При чтении второй строки ТП испытуемые в среднем совершали больше фиксаций, чем при

чтении второй строки КП. Увеличение числа фиксаций происходило из-за существенно большего числа регрессивных саккад, совершаемых испытуемыми для повторного чтения второй строки ТП. Средняя длительность фиксаций оказалась достоверно больше при чтении предложений с неоднозначностью (табл. 1).

По модели двухфакторного дисперсионного анализа мы провели анализ влияния фактора “тип предложения” ($F1$, с уровнями “неоднозначность” и “контроль”) и фактора “фрагмент” ($F2$, с уровнями “1”, “2” и “3”) на время чтения этих фрагментов. Влияние 1-го фактора оказалось высоко достоверным ($F1 = 6.16, p < 0.00001$), подтверждая результат замедления времени чтения ТП по сравнению с чтением КП (табл. 1). Оказалось, что время чтения каждого из трех слов ТП было больше времени чтения соответствующих по порядку фрагментов КП (табл. 2). Также достоверным оказалось влияние 2-го фактора ($F2 = 3.58, p < 0.027$), что свидетельствует о различиях времени чтения трех фрагментов как в ТП, так и в КП (табл. 2). Так, RP испытуемые читали медленнее (высоко достоверно), чем 1-е и 2-е фрагменты в ТП и в КП (табл. 2). Эффект межфакторного взаимодействия оказался также высоко достоверным ($F1,2 = 90.6, p < 0.000001$). Это означает, что влияние фактора “тип предложения” на время чтения различается для разных фрагментов ТП и КП.

В единственной найденной нами работе [11] приводятся данные о параметрах движений глаз при разрешении локальной и глобальной синтаксической неоднозначности на материале английского языка. В частности, авторы приводят результаты о меньшем времени чтения первого существительного в сложной именной группе, по сравнению со вторым, как с обоими видами закрытия в условиях локальной неоднозначности, так и в условиях глобальной неоднозначности. Мы провели аналогичный анализ на нашем материале. В результате парного сравнения оказалось, что в ТП время чтения $N1$ достоверно превышало время чтения $N2$ (критерий Стьюдента, $t = 4.41, p < 0.00001$, табл. 2). При этом время чтения первого и второго фрагментов в КП статистически не различалось ($t = 1.42, p < 0.16$, табл. 2).

Разрешение синтаксической неоднозначности.

Как уже указывалось, в русском языке доминирует раннее закрытие, в частности, при чтении предложений с неопределенностью придаточного предложения [21]. Доля раннего закрытия доминировала у большинства испытуемых: только у 5 испытуемых его доля составляла 0.4–0.5, а у остальных — варьировала в диапазоне 0.58–0.93. По критерию согласия частот у 12 испытуемых уровень значимости (вероятность принятия нулевой гипотезы о равенстве частот) отличия доли раннего закрытия от равновероятного выбора (20 из 40 предложе-

Таблица 1. Параметры движений глаз при чтении вторых строк в тестовых предложениях (ТП) и контрольных (КП)

Параметр	ТП	КП	<i>p</i>
Время чтения, мс	1393 ± 20 (1169)	1195 ± 14 (1169)	<0.00001
Число фиксаций на строку	5.29 ± 0.05 (1169)	4.72 ± 0.04 (1169)	<0.00001
Частота регрессивных саккад (на строку)	0.66 ± 0.03 (1169)	0.34 ± 0.02 (1169)	<0.00001
Длительность фиксаций, мс	207 ± 1 (5964)	200 ± 1 (5326)	<0.00001

Примечание. Данные усреднены по всем испытуемым и по всем предъявлениям. Разброс представлен ошибкой средней, в скобках — объем выборки. Влияние фактора “тип предложения” с уровнями “неоднозначность” (ТП) и “контроль” (КП) на все параметры (с уровнем значимости *p*) оценивали методом дисперсионного факторного анализа.

ний) составлял <0.05 (минимум 29 из 40), еще у троих — <0.1 (минимум 28 из 40). В среднем по всей группе испытуемых доля раннего закрытия составляла 0.67 (784 из 1162), что высоко достоверно отличается (критерий согласия частот, $Z = 8.60$, $p < 0.00001$) от частоты равновероятного выбора.

Отдельно мы проанализировали долю испытуемых, предпочитающих раннее закрытие при синтаксическом анализе, для каждого из предложений с неоднозначностью. При чтении 31 предложения более половины испытуемых демонстрировали раннее закрытие, при чтении остальных 9 предложений предпочтение раннего закрытия продемонстрировали 5–14 испытуемых.

Влияние вида закрытия на параметры движений глаз. Как уже было указано [2, 7, 8, 19], параметры движений глаз при чтении определенных фрагментов предложения с неоднозначностью зависят от вида закрытия. По нашим результатам влияние фактора “закрытие” с уровнями “раннее” и “позднее” на общее время чтения второй строки ТП оказалось недостоверным ($F = 0.329$, $p < 0.74$). Этот параметр оказался примерно одинаковым при раннем и позднем закрытии — 1401 ± 25 мс ($n = 780$) против 1376 ± 35 ($n = 373$) мс ($t = 0.58$, $p < 0.56$).

Мы сравнили время чтения при выборе обоих потенциально возможных существительных *N1* и *N2*, а также *RP* при раннем и позднем закрытии. Одним из параметров, сопровождающим разрешение локальной синтаксической неоднозначности, является время чтения критического (разрешающего неоднозначность) слова или словосочетания [2, 8, 19]. Таким критическим словом для выбора одного из двух существительных женского и мужского рода в именной группе может быть *RP* определенного рода, как это продемонстрировано в экспериментах на материале английского [11, 13, 14] и испанского [19] языков. Естественно, в предложениях с глобальной синтаксической неоднозначностью *RP* не разрешает неопределенность его соответствия *N1* или *N2*. Тем не ме-

нее, при раннем закрытии время чтения (нормированное на символ) *RP* оказалось немного меньше, чем при позднем закрытии (соответственно, 51.9 ± 1.1 против 54.4 ± 1.8 мс/символ), хотя такое различие оказалось недостоверным ($t = -1.20$, $p < 0.232$). Однако с использованием метода однофакторного дисперсионного анализа было выявлено квазизначимое (тенденция) влияние фактора “вид закрытия” ($F = 1.627$, $p < 0.1$) на время чтения *RP*.

Мы провели также анализ влияния фактора “вид закрытия” и фактора “существительное” с уровнями “*N1*” и “*N2*” на время их чтения. По модели двухфакторного анализа мы выявили достоверное влияние фактора “вид закрытия” ($F_1 = 11.22$, $p < 0.00001$), фактора “существительное” ($F_2 = 2.08$, $p < 0.035$) и достоверный эффект межфакторного взаимодействия ($F_{1,2} = 2.76$, $p < 0.006$). В результате парного сравнения было показано, что при раннем закрытии время чтения *N1* оказалось достоверно больше, чем время чтения *N2*, а при позднем закрытии эти величины статистически не различались (табл. 3). Поэтому влияние фактора “существительное” определялось преимущественно различиями исследуемого параметра при чтении ТП с ранним закрытием. Время чтения *N1* в ТП при раннем и позднем закрытии в отдельности оказалось больше времени чтения 1-го фрагмента в КП (табл. 2, $t = 5.43$, $p < 0.00001$ и $t = 2.55$, $p < 0.011$, соответственно). Различие между временем чтения *N1* при раннем и позднем закрытии по критерию Стьюдента оказалось квазизначимым ($t = 1.84$, $p < 0.066$), но с использованием критерия Манна–Уитни — высоко достоверным ($Z = 83.1$, $p < 0.0001$). Напомним, что время чтения 1-го и 2-го фрагментов в КП статистически не различалось (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Параметры движения глаз при чтении текстов являются косвенным, но объективным средством, отражающим языковые процессы, в том числе структурный анализ предложений [1–4, 7–14, 16]. В большинстве исследований влияния

особенностей синтаксической структуры на параметры движений глаз особое внимание уделяют тем фрагментам предложений, при чтении которых читатель разрешает локальную синтаксическую неоднозначность [8–10, 12, 15, 16, 21]. Когда читатель встречает такой материал, скорость чтения, как правило, замедляется за счет увеличения продолжительности фиксаций, а процесс чтения иногда прерывается из-за инициации регрессивных саккад с целью повторного чтения фрагмента с неопределенностью. Исходя из таких результатов, логично предположить, что результат разрешения неоднозначности при чтении критического фрагмента несовместим с результатом первичного синтаксического анализа читателя. Другими словами, читатель анализирует текст по так называемому принципу “садовой дорожки” (англ., *garden path*) [28], или по модели “заблуждения” [29]. В модели “заблуждения” основой для структурного анализа предложений является построение структуры непосредственных составляющих, в то время как процессы лексического, семантического и дискурсивного анализа предложения являются отдельными этапами, которые осуществляются позднее. Такое замедление чтения при разрешении локальной неоднозначности отмечают ряд исследователей [3, 9, 16].

В отношении глобальной синтаксической неоднозначности (в отсутствии фрагмента, разрешающего неоднозначность) встает вопрос о принципах (механизмах) конкурентного предпочтения того или иного варианта разрешения неоднозначности. Среди современных исследователей нет единого мнения о принципах разрешения глобальной неоднозначности [3, 4], тем более, что данные по скорости чтения предложений с глобальной синтаксической неоднозначностью весьма противоречивы. Наряду с утверждением о замедлении чтения при неоднозначности [16, 30] встречаются работы, в которых такие эффекты оспариваются [11, 13, 14]. Подобное противоречие можно объяснить разным материалом, на котором производятся измерения. Выказывается также мнение, что подобное замедление чтения может быть вызвано иными причинами, нежели собственно наличие неоднозначности, поскольку такое влияние могут оказывать и другие лингвистические переменные [3]. В психолингвистических исследованиях невозможно подобрать эквивалентные по различным лингвистическим переменным предложения, тем более, что результат анализа существенным образом варьирует среди испытуемых.

Из литературы известно, что лексический анализ происходит в течение 150–250 мс от момента предъявления слова в экспериментах, когда слова предъявляют по одному и испытуемые не совершают движений глаз для чтения [31]. Это время зависит от лексических свойств слова — его дли-

ны, частоты встречаемости, предсказуемости по контексту. В условиях реального чтения во время фиксации для подготовки следующей саккады необходимо 100–150 мс [32]. На основании данных, полученных при регистрации вызванных потенциалов во время фиксации взора на слове в условиях реального чтения, лексический анализ происходит параллельно и частично перекрывается с глазодвигательными процессами [32]. При этом он может продолжаться во время и после саккады в направлении следующего фрагмента текста. Лексический и семантический анализ включает вовлечение подсистемы внимания исполнительного контроля (*top-down* компонент, [33]), рабочей памяти, а также извлечение информации из долговременной памяти (англ., *retrieval*) [34]. Все эти процессы могут происходить в интервале 200–400 мс от момента проецирования слова на фовеа и отражаются в компоненте, называемом *N400* [31]. При этом испытуемые быстрее опознают слова, которые им лучше известны, что проявляется в меньшей амплитуде и меньшем латентном периоде *N400*. Увеличение амплитуды этого компонента отмечается при дополнительной нагрузке на рабочую память [34]. Нейрофизиологическим базисом лексической долговременной памяти является активность зоны “понимания” зрительно предъявляемых слов (от англ. *visual word form area — VWFA*), расположенной в левой затылочно-височной борозде на границе с веретенообразной боковой извилиной (поле 37), при повреждении которой утрачивается способность понимать значение читаемых слов [35].

Способность мозга различать лексические и семантические свойства слова распространяется на другие языковые единицы, а именно, на высоко- и низкочастотные словосочетания и синтаксические конструкции. Влияние таких языковых единиц на электрическую активность мозга также проявляется в свойствах *N400*. Процесс связывания отдельных слов, например, местоимения и предшествующего существительного (называемого антецедентом) находит свое отражение в свойствах *N400* [36]. Процесс связывания происходит при вовлечении подсистемы внимания исполнительного контроля [33], которая управляет работой вербально специфической рабочей памяти для удержания текущей текстовой информации и переключения между конкурирующими альтернативами [37]. Нейрофизиологическим субстратом этой памяти являются области, тесно прилегающие к “классической” зоне Брока (поля 44, 45) и включающие поле 47 (префронтальная часть нижней фронтальной извилины) и нижнюю часть поля 6 [37]. По динамике *N400* в этих областях отражаются семантические нарушения (несоответствия) между словами. На основании этих данных высказываются представления о роли этой обла-

Таблица 2. Время чтения (нормировано по длине слова, мс/символ) трех слов в тестовых предложениях (ТП) и в контрольных (КП)

Фрагменты 2-й строки	ТП (1092)	КП (826)	<i>t</i> -критерий Стьюдента (уровень значимости, <i>p</i>)
1	46.5 ± 0.8	39.9 ± 1.0	5.15 (<0.00001)
2	42.4 ± 0.8	38.3 ± 0.9	3.51 (<0.00001)
3 (<i>RP</i>)	52.7 ± 0.9 ^{1, 2}	49.7 ± 1.0 ^{3, 4}	2.20 (<0.028)

Примечание: отличие времени чтения *RP* (в ТП/КП): ¹ — от времени чтения 1 в ТП ($t = -5.74, p < 0.00001$); ² — от времени чтения 2 в ТП ($t = -9.51, p < 0.00001$); ³ — от времени чтения 1 в КП ($t = -7.94, p < 0.00001$); ⁴ — от времени чтения 2 в КП ($t = -10.00, p < 0.00001$). В скобках указан объем выборки.

сти в интеграции отдельных слов в словосочетания и синтаксические конструкции [37].

Приведенные физиологические данные о работе мозга по распознаванию слов и словосочетаний соответствуют данным о динамике движений глаз при чтении, полученные в наших экспериментах. Увеличение общего времени чтения происходит главным образом из-за увеличения частоты регрессивных саккад. Такие саккады могут генерироваться в результате окуломоторных ошибок, когда после правосторонней саккады взор позиционируется ближе к концу слова, что затрудняет его распознавание, и нераспознанное слово перечитывается [38]. Этим можно объяснить генерацию большей части регрессивных саккад при чтении контрольных предложений в наших экспериментах (0.22 из 0.34, табл. 1). Такие же регрессивные саккады совершались и при чтении неоднозначных предложений, составляя менее половины (0.30 из 0.66). Однако при чтении предложений с неоднозначностью больше половины (0.36) регрессивных саккад совершалось от фрагмента *RP* на *N1* (рис. 2, Б, 2-я регрессивная саккада) или *N2* и иногда от *N2* на *N1*, а в контроле доля таких саккад составляла всего 0.12 (различие по критерию согласия долей $Z = 13.66, p < 0.0001$). Возрастание частоты регрессивных саккад при неоднозначности приводит к увеличению общего числа фиксаций при чтении второй строки (табл. 1). Известно, что перед регрессивными саккадами фиксации всегда более продолжительные, поскольку процесс подготовки саккад в обратном направлении (влево) требует больше времени [1, 38]. Поскольку при чтении предложений с неоднозначностью доля регрессивных саккад оказалась почти вдвое больше, увеличение числа длительных фиксаций при усреднении привело к увеличению их средней длительности. Не исключено также, что при чтении неоднозначных предложений длительность фиксаций возрастает как перед правосторонними, так и перед регрессивными саккадами. Такое предположение требует дальнейшего анализа. Согласно литературным данным [37], нарушение (или неопределенность) связывания слов в конструкции следующего по-

рядка вызывают в мозге большую активацию зоны “связывания” (поле 47, нижняя часть поля 6) и увеличение латентного периода этой активации, свидетельствуя о замедлении процессов языкового анализа.

Мы предполагаем, что в случае неоднозначности соответствия *RP* одному из двух существительных (*N1* или *N2*) априорная трудность структурного анализа (при неопределенности синтаксической конструкции) проявляется в дополнительной нагрузке на рабочую память. В результате повышается вероятность генерации регрессивных саккад для повторного чтения второй строки, чем обусловлено возрастание их частоты. Это, в свою очередь, приводит к увеличению времени чтения.

По нашим результатам, чтение фрагмента предложений с неоднозначностью (вторая строка) замедляется по сравнению с контрольными предложениями без неоднозначности примерно на 17% (табл. 1). Причем примерно такое же замедление (в %-ном отношении) было продемонстрировано при разрешении локальной неоднозначности на материале испанского языка (1978 мс против 1689 мс) [16]. В указанной работе сравнивали время чтения строки контрольного предложения (без неоднозначности) и строки предложения с неоднозначностью в условиях саморегуляции скорости чтения без регистрации движений глаз. По нашим данным, такое замедление чтения обусловлено большей частотой регрессивных саккад (табл. 1). Следует отметить, что замедление чтения “растекается” по всей строке с неоднозначностью, но наибольшие различия с контролем выявлены для первого фрагмента (табл. 2). Как следует из данных литературы, аналогичные изменения параметров движений глаз получены в экспериментах с разными видами локальной синтаксической неоднозначности в разных языках [7, 8, 10, 11, 13, 14, 23]. Напомним, что в литературе редко встречаются работы по исследованию движений глаз при чтении предложений с глобальной неоднозначностью, и мы можем сравнить наши результаты только с работами одной известной нам группы авторов [11, 13, 14]. В одной из этих работ [14] показано, что время чтения

Таблица 3. Время чтения (мс/символ, нормировано по длине слова) *N1* и *N2* при раннем и позднем закрытии в тестовом предложении (ТП)

	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>n</i>	<i>t</i> -критерий Стьюдента (уровень значимости, <i>p</i>)
Раннее закрытие	47.6 ± 1.0	42.3 ± 1.0	735	4.43 (<0.00001)
Позднее закрытие	44.3 ± 1.4	42.5 ± 1.4	357	1.20 (<0.23)

критического фрагмента в предложениях с глобальной неоднозначностью не отличается от времени чтения соответствующего слова в контрольном предложении, и такое отличие имеет место только в предложениях с локальной неоднозначностью. Напротив, на нашем материале время чтения *RP* в ТП и в КП достоверно отличалось (табл. 2).

Доминирование того или иного вида закрытия определяется специфическими особенностями языков и в современной лингвистике объясняется с позиций разных гипотез и теорий синтаксического анализа [21]. Так, принцип позднего закрытия в английском языке объясняют следующим образом. При чтении фрагмента *the servant of the actress that* (нормандский генитив) англоговорящий человек вероятнее свяжет местоимение с *actress*, следуя постулату Грайса о минимальном количестве необходимой информации для языковой обработки. Для противоположного выбора в английском языке существует другая конструкция *the actress's servant that* (саксонский генитив) [21], дающая возможность исключить потенциальную многозначность. Подобная конструкция встречается в сравнительно небольшом количестве языков; в таких языках, согласно [39], многозначные придаточные обычно присоединяются ко второму имени. В тех же языках, где подобная конструкция отсутствует, как, например, в испанском, предпочтение определяется только на основании прагматической выделенности. В таком случае первое существительное, являющееся, как правило, актантом глагола, имеет большие шансы быть более прагматически значимым.

Как и в некоторых других языках [16, 19, 21–23], наши испытуемые предпочитали раннее закрытие при разрешении глобальной синтаксической неоднозначности. Так же как и в указанных работах, частота раннего закрытия по нашим данным составляла около 2/3. Впервые параметры движений глаз при разрешении локальной синтаксической неоднозначности с разными видами закрытия были исследованы на материале английского языка [8, 11]. В этих работах авторы продемонстрировали влияние вида закрытия на время чтения критических фрагментов. Так, время их чтения оказалось больше при раннем закрытии, причем для предшествующих фрагментов предложения этот параметр не изменялся по

закрытиям. При этом средняя частота фиксаций увеличивалась при чтении критического фрагмента и следующих за ним слов (но не при чтении предшествующих фрагментов предложения) только при раннем закрытии. Частота регрессивных саккад при чтении всего предложения оказалась немного выше при раннем закрытии, причем большее их число возвращало взор из области критического фрагмента в область неоднозначности.

Выдающейся работой по межязыковому анализу считается исследование [19] по сравнительному анализу параметров движений глаз на эквивалентном материале английского и испанского языков с участием носителей этих языков. Напомним, что в испанском языке, в отличие от английского, доминирует раннее закрытие [16, 19]. Оказалось, что время чтения критического фрагмента в испанском языке оказалось меньше при раннем закрытии, а в английском, наоборот, при позднем (как и в работах [8, 11]). Такие же результаты, как в испанском языке, были получены на материале французского языка, в котором также доминирует раннее закрытие [23]. Хотя наши эксперименты проведены на материале с глобальной синтаксической неоднозначностью, мы проанализировали зависимость параметров движений глаз так же, как в указанных работах. По нашим результатам мы выявили тенденцию (с уровнем квазидостоверной значимости влияния фактора “закрытие”) к укорочению времени чтения *RP* при раннем закрытии (51.9 мс/символ) по сравнению с поздним (54.4 мс/символ). Однако в условиях глобальной синтаксической неоднозначности *RP* не разрешает неопределенность в отличие от ситуации с локальной неоднозначностью. Тем не менее нами показана тенденция к выраженности такого эффекта, коррелирующего с доминированием раннего/позднего закрытия в разных языках.

Как уже отмечалось выше, эффект увеличения времени чтения критических фрагментов в предложениях с синтаксической неоднозначностью может “растекаться” за их пределы [4]. Так, в работе [11] показан эффект меньшего времени чтения первого существительного в сложной именной группе во всех предложениях (как с обоими видами закрытия, так и в условиях глобальной неоднозначности). По нашим данным, напротив,

время чтения $N1$ суммарно для обоих закрытий оказалось достоверно больше времени чтения $N2$ (табл. 2). Другими словами, доминирование раннего закрытия в русском языке коррелирует с большим временем чтения $N1$. По модели однофакторного дисперсионного анализа мы проверили гипотезу о влиянии фактора “закрытие” на время чтения $N1$. Достоверное влияние этого фактора ($F = 3.34, p < 0.0012$) подтвердилось достоверно большим временем чтения $N1$ при раннем закрытии по сравнению с поздним (табл. 3). К сожалению, в цитируемой нами работе [11] не приводятся данные о времени чтения предложений с глобальной неоднозначностью в зависимости от вида закрытия, и поэтому у нас нет возможности сопоставить наши результаты с аналогичными данными в английском языке. Тем не менее можно сделать вывод об обратном соотношении времени чтения $N1$ и $N2$ в языках с доминированием раннего (в русском) и позднего (в английском) закрытия. Необходимо отметить, что при позднем закрытии влияние фактора “существительное” на время чтения $N1$ и $N2$ оказалось недостоверным ($F1 = 0.76, p < 0.55$), хотя различия по парному критерию Вилкоксона оказались кваздостоверными ($Z = 1.37, p < 0.09$).

ВЫВОДЫ

1. Разработаны методика и средства анализа для исследования параметров движений глаз в языковой деятельности при чтении.

2. Процесс разрешения глобальной синтаксической неоднозначности при чтении предложений с неоднозначностью вида “неопределенность придаточного предложения женского рода” в русском языке отражается в специфической динамике параметров движений глаз.

3. Время чтения каждого компонента именной группы главной части сложноподчиненного предложения определяется видом закрытия при разрешении синтаксической неоднозначности.

4. Специфическая динамика параметров движений глаз при разрешении синтаксической неоднозначности является аналитическим средством для сравнительного исследования синтаксического анализа при чтении в разных языках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research // *Psychological Bulletin*. 1998. V. 124. P. 372.
2. Staub A., Rayner K. Eye movements and on-line comprehension processes // *The Oxford Handbook of Psycholinguistics* / Ed. Gaskell G. Oxford: Oxford University Press, 2007. P. 327.
3. Clifton C.Jr., Staub A. Parallelism and competition in syntactic ambiguity resolution // *Language and Linguistics Compass*. 2008. V. 2. № 2. P. 234.
4. Clifton C.Jr., Staub A. Syntactic influences on eye movements in reading // *The Oxford Handbook of Eye Movements* / Eds. Liversedge S.P., Gilchrist I.D., Everling S. Oxford: Oxford University Press, 2011. P. 895.
5. Rayner K., Duffy S.A. Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity // *Memory & Cognition*. 1986. V. 14. № 3. P. 191.
6. Rayner K., Reichle E.D., Stroud M.J. et al. The effect of word frequency, word predictability and font difficulty on the eye movements of young and older readers // *Psychology and Aging*. 2006. V. 21. № 3. P. 448.
7. Mehler J., Bever T.G., Carey P. What we look at when we read // *Perception and Psychophysics*. 1967. V. 2. P. 213.
8. Frazier L., Rayner K. Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences // *Cognitive Psychology*. 1982. V. 14. P. 178.
9. Ni W., Crain S., Shankweiler D. Sidestepping garden paths: assessing the contributions of syntax, semantics, and plausibility in resolving ambiguities // *Language and Cognitive Processes*. 1996. V. 11. P. 283.
10. Clifton C.Jr., Traxler M., Mohamed M.T. et al. The use of thematic role information in parsing: syntactic processing autonomy revisited // *J. Memory and Language*. 2003. V. 49. P. 317.
11. Traxler M.J., Pickering M.J., Clifton C. Adjunct attachment is not a form of lexical ambiguity resolution // *J. Memory and Language*. 1998. V. 39. P. 558.
12. Traxler M.J., Morris R.K., Seely R.E. Processing subject and object relative clauses: evidence from eye movements // *J. Memory and Language*. 2002. V. 47. P. 69.
13. van Gompel R.P.G., Pickering M.J., Traxler M.J. Reanalysis in sentence processing: Evidence against current constraint-based and two-stage models // *J. Memory and Language*. 2001. V. 45. P. 225.
14. van Gompel R.P.G., Pickering M.J., Pearson J., Liversedge S.P. Evidence against competition during syntactic ambiguity resolution // *J. Memory and Language*. 2005. V. 52. P. 284.
15. Staub A. Eye movements and processing difficulty in object relative clauses // *Cognition*. 2010. V. 116. P. 71.
16. Cueto F., Mitchell D.C. Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the use of the late closure strategy in Spanish // *Cognition*. 1988. V. 30. P. 73.
17. Schriefers H., Friederici A.D., Kuhn K. The processing of locally ambiguous relative clauses in German // *J. Memory and Language*. 1995. V. 34. № 4. P. 499.
18. Frenck-Mestre C., Pynte J. Syntactic ambiguity resolution while reading in second and native languages // *The Quarterly J. of Exp. Psychol.* 1997. V. 50A. № 1. P. 119.
19. Carreiras M., Clifton C.Jr. Another word on parsing relative clauses: Eyetracking evidence from Spanish and English // *Memory & Cognition*. 1999. V. 27. № 5. P. 826.

20. *Gilboy E., Sopena J., Clifton C.Jr., Frazier L.* Argument structure and association preferences in Spanish and English compound NPs // *Cognition*. 1995. V. 54. P. 131.
21. *Фёдорова О.В., Янович И.С.* Об одном типе синтаксической многозначности, или Кто стоял на балконе // Труды Международной конференции "Диалог", МГУ. М., 2004.
22. *Fodor J.D.* Learning to parse? // *J. Psycholinguistic Res.* 1998. V. 27. № 2. P. 285.
23. *Zagar D., Pynte J., Rativeau S.* Evidence for early closure attachment on first pass reading times in French // *The Quarterly J. of Exp. Psychol.* 1997. V. 50A. № 2. P. 421.
24. *Ермаченко Н.С., Ермаченко А.А., Латанов А.В.* Интеграция видеоокулографии и электроэнцефалографии для исследования зрительного селективного внимания у человека // *Журн. высш. нервн. деятельности*. 2011. Т. 61. № 5. С. 631.
25. *Ермаченко Н.С., Ермаченко А.А., Латанов А.В.* Десинхронизация ЭЭГ на частоте альфа-ритма как отражение процессов зрительного селективного внимания у человека // *Физиология человека*. 2011. Т. 37. № 6. С. 18.
26. *Ляшевская О.Н., Шаров С.А.* Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). М.: Азбуковник, 2009. 1112 с.
27. *Trueswell J.C.* The role of lexical frequency in syntactic ambiguity resolution // *J. Memory and Language*. 1996. V. 35. P. 566.
28. *Bever T.G.* The cognitive basis for linguistic structures // *Cognition and Language* / Ed. Hayes R. N.Y.: Wiley, 1970. P. 279.
29. *Frazier L., Fodor J.D.* The sausage machine: A new two-stage parsing model // *Cognition*. 1978. V. 6. P. 291.
30. *Hare M.L., McRae K., Elman J.L.* Sense and structure: Meaning as determinant of verb subcategorization preferences // *J. Memory and Language*. 2003. V. 48. № 2. P. 281.
31. *Schendan H.E., Ganis G., Kutas M.* Neurophysiological evidence for visual perceptual categorization of words and faces within 150 ms // *Psychophysiology*. 1998. V. 35. P. 240.
32. *Sereno S.C., Rayner K.* Measuring word recognition in reading: eye movements and event-related potentials // *Trends in Cognitive Sciences*. 2003. V. 7. № 11. P. 489.
33. *Peterson S.E., Fox P.T., Snyder A.Z., Raichle M.E.* Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli // *Science*. 1990. V. 249. P. 1041.
34. *Caplan D., Waters G.S.* Verbal working memory and sentence comprehension // *Brain & Behav. Sci.* 1999. V. 22. P. 77.
35. *Cohen L., Lehericy S., Chochom F. et al.* Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the visual word form area // *Brain*. 2002. V. 125. P. 1054.
36. *King J.W., Kutas M.* Who did what and when? Using word- and clause-level ERPs to monitor working memory usage in reading // *J. Cogn. Neurosci.* 1995. V. 7. № 3. P. 376.
37. *Hagoort P., Hald L., Bastiaansen M., Petersson K.M.* Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension // *Science*. 2004. V. 304. P. 438.
38. *O'Regan J.K.* The control of saccade size and fixation duration in reading: The limits of linguistic control // *Perception & Psychophysics*. 1980. V. 28. № 2. P. 112.
39. *Frazier L., Clifton C.J.* Construal: overview, motivation, and some new evidence // *J. Psycholinguistic Res.* 1997. V. 26. № 3. P. 277.

Eye Movement Parameters in Reading the Sentences with Syntactic Ambiguity in Russian Language

V. A. Anisimov, O. V. Fedorova, A. V. Latanov

E-mail: victor.n.anisimov@gmail.com

We studied the eye movement parameters during reading of syntactically ambiguous sentences with feminine relative clause in Russian language. A priori difficulties of sentence structural analysis results in increase of time spent on reading as opposed to reading control sentences (unambiguous). Such a delay is caused by an increase of frequency of regressions (backward saccades) which are executed for rereading an ambiguous fragment of sentence. This fact in turn leads to an increase in number of fixations and their duration. The total reading time for particular words composing the ambiguous fragment of sentence depended on disambiguation result (relative clause attachment, early/late closure). In case of early closure (when the subject attached relative clause to first noun) the total reading time for this noun exceeded one for second noun. In case of late closure (when the subject attached relative clause to second noun) the total reading time for both nouns didn't differ. Our results indicate that early closure domination in Russian language determines the greater total reading time for first noun of nominal group associated with relative clause.

Keywords: syntactic ambiguity, reading, eye movements, saccades, fixations.