



www.volsu.ru

ОСВОЕНИЕ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КОММУНИКАЦИИ

DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2022.3.10>

UDC 81'23:372.41

LBC 81.008



Submitted: 12.09.2021

Accepted: 21.02.2022

THE “DIGITAL GENERATION” IS LEARNING TO READ: LINGUISTIC FACTORS OF EYE MOVEMENT PARAMETERS OF RUSSIAN SCHOOLCHILDREN OF THE 1st – 3rd GRADES¹

Alexandra N. Puchkova

Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia;
Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Maria Yu. Lebedeva

Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia

Antonina N. Laposhina

Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia

Abstract. The level of reading literacy of the modern “digital generation” is an acute and significant topic. To explore this problem in dynamics it is necessary to objectively record the parameters of reading skills development in modern children. The article presents the results of an experimental study of the reading mechanism of elementary school students, performed using eye tracking. Fifty-three pupils in grades 1–3 of Moscow schools participated in the experiment, with real texts from Russian textbooks as stimulus material. Eye movements were recorded while reading texts from the screen, and after each text a comprehension question was asked. The results indicated a direct correlation between oculomotor characteristics and reading skill. From grade 1 to grade 3, the duration and number of fixations, amplitude duration, and reading time for both word and letter decreased, while the number of words with one or missing fixation increased. There was also a grade-independent effect of word length and word frequency factors on reading speed and oculomotor activity for students in all grades. Both factors had a significant effect on reading time, the average fixation duration was more sensitive to the frequency factor than to the word length factor, while word length alone influenced the first fixation duration.

Key words: text complexity, reading development, eye tracking, word frequency, word length, reading strategy, lexical reading strategy, sublexical reading strategy.

Citation. Puchkova A.N., Lebedeva M.Yu., Laposhina A.N. The “Digital Generation” is Learning to Read: Linguistic Factors of Eye Movement Parameters of Russian Schoolchildren of the 1st – 3rd Grades. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2. Yazykoznanie* [Science Journal of Volgograd State University. Linguistics], 2022, vol. 21, no. 3, pp. 116-131. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2022.3.10>

**«ЦИФРОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ» ОСВАИВАЕТ ЧТЕНИЕ:
ВЛИЯНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕКСТА
НА ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧЕНИКОВ 1–3-го КЛАССОВ¹**

Александра Николаевна Пучкова

Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, г. Москва, Россия;
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва, Россия

Мария Юрьевна Лебедева

Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, г. Москва, Россия

Антонина Николаевна Лапошина

Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, г. Москва, Россия

Аннотация. Для изучения уровня читательской грамотности представителей современного «цифрового поколения» в динамике необходима объективная фиксация параметров развития читательских навыков у современных детей. В статье представлены результаты экспериментального исследования механизма чтения у учеников младших классов, выполненного с использованием видеорегистрации движения глаз (айтрекинг). В пилотном эксперименте приняли участие 53 ученика 1–3-го классов школ города Москвы, в качестве стимульного материала использованы реальные тексты из российских учебников. Регистрация движения глаз производилась при чтении текстов с экрана монитора, после каждого текста задавался вопрос на понимание прочитанного. Результаты указывают на изменения глазодвигательных параметров по мере развития навыка чтения. От 1-го к 3-му классу уменьшается продолжительность, количество фиксаций и время прочитывания как слова, так и буквы, растет амплитуда саккад, при этом количество слов с одной или с пропущенной фиксацией возрастает. Зафиксировано независимое от класса обучения влияние факторов длины и частотности слова на скорость чтения и глазодвигательную активность учеников всех классов. Оба фактора оказывали значимое влияние на время чтения, средняя длительность фиксаций была более чувствительна к фактору частотности, чем к фактору длины слова, в то время как только длина слова влияла на длительность первой фиксации.

Ключевые слова: сложность текста, освоение чтения, айтрекинг, частотность слова, длина слова, стратегия чтения, лексическая стратегия чтения, сублексическая стратегия чтения.

Цитирование. Пучкова А. Н., Лебедева М. Ю., Лапошина А. Н. «Цифровое поколение» осваивает чтение: влияние лингвистических параметров текста на глазодвигательные характеристики учеников 1–3-го классов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2, Языкознание. – 2022. – Т. 21, № 3. – С. 116–131. – DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu2.2022.3.10>

Введение

Способность человека с помощью чтения решать различные задачи в различных ситуациях признается ключевым навыком, определяющим успешность личности во всех сферах жизни (например, существуют убедительные свидетельства связи академических достижений и сформированности читательской компетентности студентов [Holloway, 1999; Alexander, Jetton, 2000; Grimm, 2008]). В отчете о результатах PISA за 2000 г. Организация экономического сотрудничества и развития под-

черкивает, что определенный уровень читательской грамотности необходим современному человеку для участия в общественной жизни, удовлетворения личных, социальных, политических, культурных нужд и в целом выполнения большинства задач, возникающих в жизни взрослого человека [OECD, 2002].

Вместе с тем уровень читательской грамотности современных людей, и в частности современных школьников, является темой для эмоциональных дискуссий. Возрастающая роль новых форм коммуникации, увлечение молодежи мультимедийными ресурсами, зна-

чительный объем «экранного времени» в жизни людей, особенно детей, вызывает беспокойство: мнение, что эти процессы негативно сказываются на навыках чтения и читательской грамотности, звучит как в широком общественном обсуждении, так и в профессиональных дискуссиях.

Важно, однако, чтобы дискуссия по столь острой теме опиралась на научные данные, позволяющие фиксировать развитие читательских навыков и компетенций в разное время. Только на основании таких данных может быть решена задача объективного оценивания динамики читательских навыков у людей одного возраста. Особую значимость задача сбора таких данных приобретает при изучении сформированности читательских компетенций у младших школьников: с одной стороны, именно в этом возрасте происходит освоение навыков чтения, на которых базируется читательская грамотность, с другой – именно современные дети 6–10 лет являются яркими представителями так называемого «цифрового поколения», которое осваивает цифровую среду одновременно со средой аналоговой. Вероятно, что освоение цифровой среды следующими поколениями будет происходить еще форсированнее и в более раннем возрасте. Именно поэтому необходимо накапливать и сравнивать между собой данные об освоении детьми чтения, причем выстраивать исследования таким образом, чтобы в будущем была возможна их репликация.

Одной из наиболее объективных современных методик в исследованиях чтения является технология видеорегистрации движения глаз (айтрекинг). Эта методика обеспечивает получение сведений о процессах распознавания, декодирования и интеграции слов через анализ характеристик глазодвигательной активности [Rayner, 1998; Барабанщиков, Жегалло, 2014]. На сегодняшний момент айтрекинг не имеет аналогов при проведении исследований процесса чтения, поскольку позволяет точно отслеживать процессы, происходящие при чтении про себя. Дополнительным преимуществом методики является бесконтактная запись и минимальное вторжение исследователя в процесс чтения, что приближает экспериментальные условия для респондента к реальности.

В качестве данных для анализа окуломоторной активности чаще всего используются следующие параметры: средняя длительность и количество фиксаций, амплитуда саккад, относительное и абсолютное время рассматривания зон интереса. Считается, что сформированность навыка чтения определяет окуломоторные характеристики. В целом при низком уровне владения языком и чтением наблюдаются более длительные и многочисленные фиксации, короткие саккады, большее количество возвратов к ранее прочитанному (регрессий) [Blythe, 2014].

Существует несколько моделей, описывающих процесс развития чтения. Одной из наиболее широко распространенных является модель «двойного маршрута» при чтении слов (dual-route model) [Coltheart et al., 1993; 2001]. Она описывает два возможных пути, или две стратегии: сублексическую и лексическую. При сублексической стратегии читатель опирается на звуко-буквенные соответствия в слове. Взрослые и опытные читатели прибегают к сублексической стратегии в основном при чтении незнакомых и редких слов. Лексическая стратегия чтения предполагает распознавание слова целиком и последующее соотнесение графического облика слова с его значением. Чтение с применением лексической стратегии принято считать более быстрым, чем чтение с применением сублексической стратегии. Каждая из стратегий выражается различиями в глазодвигательной активности читателя, которые были зафиксированы в ряде исследований на материале разных языков и в разных возрастных группах респондентов [Korueev, Matveeva, Akhutina, 2016].

Исследования, в которых отслеживается взгляд читающего человека, показывают, что опытные читатели демонстрируют в среднем более быстрые и малочисленные фиксации и меньшее число регрессий [Häikiö et al., 2009; Rayner, Slattery, Bélanger, 2010; Frey, 2016]. Ученики начальных классов школы, дети с низким уровнем развития навыков когнитивной обработки, низкоквалифицированные читатели и читатели с дислексическими проблемами производят более длительные фиксации, более короткие саккады и большее количество регрессий, чем опытные читатели

того же возраста [Maloney et al., 2009; Korneev, Matveeva, Akhutina, 2016; Krstić et al., 2018]. Такие данные указывают на различия в наблюдаемых параметрах глазодвигательной активности, по которым можно отследить уровень развития навыка чтения.

В исследованиях, где сравнивалось чтение учеников младших классов, показано, что второклассники были склонны менять положение фиксации несколько раз на каждом слове, прежде чем перейти к следующему или предыдущему слову, в отличие от четвероклассников, которые делали более точные фиксации ближе к центру слова, что способствовало снижению их количества. Кроме того, наблюдалось уменьшение длительности начальной фиксации и времени перечитывания [Huestegge, 2009; Krstić, 2018]. Для опытных читателей также было отмечено изменение в глазодвигательных параметрах в момент появления сложностей в тексте, существенно превосходящих уровень их читательских способностей [Ashby, Rayner, Clifton, 2005; Rayner, Slattery, Bélanger, 2010].

В научной литературе описано, как при развитии навыка чтения менялось влияние лексических аспектов языка на окулomotorные параметры. Например, второклассники были более чувствительны к длине и частотности слова, чем четвероклассники [Huestegge et al., 2009]. В ряде исследований показано, что эффект длины слова связан с процессом сублексического декодирования, и снижение этого эффекта для более опытных читателей может быть свидетельством перехода к лексической стратегии, в которой слово воспринимается как целое [Van den Boer De Jong, Haentjens-van Meeteren, 2013; Zoccolotti et al., 2009].

На материале русского языка пока проведено небольшое количество исследований глазодвигательной активности у детей, осваивающих навыки чтения. Обнаружено, что дети 6–7 лет за одну фиксацию воспринимают меньшее количество букв, чем дети 9–10 лет. Такие данные могут быть объяснены увеличением «оперативного поля зрения», в котором происходит обработка лексической и графической информации. Кроме того, подобные данные предположительно объясняются тем, что у детей 9–10 лет произвольное (избирательное) внимание, как принято считать,

более развито и позволяет обеспечить выбор более оптимальной стратегии чтения. Накоплены также данные об изменениях в пространственно-временных параметрах глазодвигательной активности детей от 6 к 10 годам. Наиболее часто эти изменения выражаются в уменьшении средней длительности фиксации на словах, увеличении амплитуды прогрессивных и регрессивных саккад, а также увеличении объема информации, воспринимаемой в ходе одной фиксации [Иванов, 2015; Кorneев, Матвеева, Ахутина, 2020]. Такие данные напрямую согласуются с полученными ранее результатами на материале других языков [Ashby, Rayner, Clifton, 2005; Rayner, Slattery, Bélanger, 2010; Seassau, Bucci, 2013].

Одно из направлений исследований в области формирования навыков чтения связано с изучением влияния на окулomotorные характеристики лексических параметров слов, прежде всего длины и частотности слова. Так, на материале русского языка было установлено, что на параметры глазодвигательной активности взрослых читателей влияют длина, частотность и предсказуемость слова в тексте [Laurinavichyute et al., 2019]. Однако было показано, что высокоуровневые параметры, отвечающие за сложность текста: его морфологические и синтаксические характеристики – практически не влияют на окулomotorные параметры при чтении детьми на начальном этапе развития навыка чтения. Так, дети 6–7 лет делали менее продолжительные фиксации только при чтении простых текстов, при этом чтение сложных и квазитекстов вызывало у детей одинаковые трудности без значимых различий в зрительных параметрах. Такие особенности могут быть объяснены тем фактом, что в младшем возрасте школьники читают тексты повышенной сложности механически. У детей 9–10 лет квазитексты вызывали бóльшую сложность, чем обычные тексты повышенной сложности. Это может объясняться выбором более осознанной стратегии при чтении обычных текстов, в которой возникает «эффект предугадывания» последующего слова с опорой на контекст и структуру предложения, что существенно облегчает нагрузку и отражается на глазодвигательной активности [Иванов, 2015].

Анализ научной литературы показал, что для исследований чтения используются различные типы стимулов: от отдельных слов до текстов. В работах, предполагающих предъявление участниками предложений или более крупных фрагментов текста, для создания стимульного материала авторы могут обращаться к уже созданным корпусам предложений. Они разработаны на материале иностранных языков, например немецкий [Kliegl, Nuthmann, Engbert, 2006], испанский [Fernandez et al., 2014], английский [Winskel, Radach, Luksaneeyanawin, 2009] корпуса, для русского языка на основе немецкого корпуса создан открытый для использования Русский корпус предложений [Lauginavichyute et al., 2019], а также специальный корпус [Корнеев, Ахутина, Матвеева, 2019], включающий в себя предложения для оценки уровня навыка чтения учениками начальной школы.

Для русского языка разработан также комплект текстов Стандартизированной методики исследования навыков чтения (далее – СМИНЧ) [Корнев, Ишимова, 2010], который используется в тестировании детей школьного возраста и на материале которого доступны результаты экспериментов с применением технологии айтрекинга [Dorofeeva et al., 2019]. Однако данные материалы предназначены прежде всего для диагностики нарушений чтения и дифференциальной диагностики дислексии. При этом, как было сказано выше, безусловный интерес представляет изучение формирования навыков чтения у нормотипичных детей. Поэтому в работе мы сосредоточились на исследовании глазодвигательной активности при чтении у детей младшего школьного возраста на материале реальных текстов разной степени сложности, с которыми они сталкиваются в школе или дома в процессе обучения и домашнего чтения.

В связи с этим сформулирована цель исследования – в результате эксперимента охарактеризовать параметры чтения максимально аутентичных текстов в широком возрастном диапазоне, с 1-го по 3-й класс, у детей без выраженных нарушений чтения. Частная задача исследования заключалась в том, чтобы определить, будут ли изменяться в этом периоде известные эффекты длины и частотности слов.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 53 ученика 1–3-го классов школ города Москвы: 26 учеников 1-го класса (10 мальчиков, 16 девочек), 15 учеников 2-го класса (4 мальчика, 11 девочек), 12 учеников 3-го класса (2 мальчика, 10 девочек). Средний возраст учеников – $7,72 \pm 0,52$ года. Эксперимент проводился в апреле и мае, в конце учебного года, когда предполагается освоение навыков чтения, соответствующих классу обучения. В исследовании участвовали ученики без нарушений зрения или со зрением, скорректированным до нормального с помощью очков. До начала исследования для каждого ребенка было получено письменное информированное согласие родителей на участие в эксперименте.

Материалом для эксперимента послужили 6 текстов из современных учебников русского языка для 2–3-х классов, входящих в УМК «Школа России». Сложность текста оценивалась по двум группам параметров, основанных на длинах и частотности слов, входящих в тексты (см. табл. 1). Первую группу параметров составили средняя длина слова в знаках и слогах, средняя длина предложения и индекс читабельности Флеша, скорректированный для русского языка И.В. Оборновой [Оборнева, 2006]. Данный индекс представляет собой число от 0 до 100, где 100 – очень легкий текст, 65 – легкий текст, 30 – немного трудный текст, а 0 – очень сложный для чтения текст. Для учета частотной информации был использован процент покрытия текста списком 5 000 самых частотных слов по Частотному словарю современного русского языка по материалам Национального корпуса русского языка (далее – ЧС НКРЯ), который вычисляется как отношение количества слов текста, зафиксированных в заданном списке, к общему количеству слов текста (в расчетах использовались все слова текста: как полнзначные, так и служебные). В некоторых случаях в текст внесены незначительные изменения, в первую очередь синонимические замены: слова заменялись на более простые или сложные синонимы. Подбор текстов происходил таким образом, чтобы избежать «эффекта потолка» для третьеклассников: в каждом тексте встречались трудные даже для

Таблица 1. Сравнение параметров сложности используемых в эксперименте текстов и текстов СМИНЧ

Table 1. Comparison of the complexity parameters of texts used in the experiment and Standardized Assessment of Reading Skills (SARS) texts

Тексты	Количество слов	Средняя длина слова в знаках	Средняя длина предложения	Индекс FRE	Покрытие текста ЧС НКРЯ, %
Тексты для эксперимента					
Текст № 1. Трактор	37	6.38	9.25	49	84
Текст № 2. Умка	42	4.86	8.4	78	85
Текст № 3. В траве	23	5.57	4.6	75	35
Текст № 4. Мышка	27	5.63	9	66	89
Текст № 5. Цветы	29	6.76	5.8	15	62
Текст № 6. Собака	49	4.14	9.8	80	92
Текст № 7. Буратино	52	4.85	13	62	65
Тексты СМИНЧ					
Текст № 1. Как я ловил раков	227	4.6	8.4	78	88
Текст № 2. Неблагодарная ель	213	5.1	9.7	68	79

детей, оканчивающих 3-й класс, фрагменты. К стимульному материалу в качестве седьмого текста был добавлен фрагмент сказки о Буратино. Стимульные тексты приведены в приложении.

Из таблицы 1 становятся очевидны основные отличия отобранных текстов от текстов, входящих в методику СМИНЧ. Во-первых, отобранные тексты значительно короче по объему, что не требует дробления текстов на абзацы и позволяет предложить каждому испытуемому несколько текстов, отличных по своим лингвистическим характеристикам, для наблюдения их связи с глазодвигательными параметрами. Во-вторых, в отобранных текстах наблюдается более значительный разброс значений признаков: если текст СМИНЧ № 1 отличается от текста № 2 на 10 пунктов по индексу Флеша (что соответствует методическому описанию этих текстов, текст № 1 отмечается авторами методики как более простой), то в отобранных нами текстах индекс Флеша варьируется от 15 до 80 пунктов. Аналогичная картина наблюдается и для значений процента покрытия текста частотным списком: более простой текст СМИНЧ «Как я ловил раков» содержит на 9 % больше частотных слов, чем более сложный текст «Неблагодарная ель», тогда как в отобранных нами текстах значения этого признака представлены с разбросом от 35 до 92 %.

Процедура эксперимента. На экране монитора для испытуемых были представлены тексты в оригинальной верстке из учебника с сохранением типографических особенностей (шрифт, интерлиньяж, кернинг). Это позволило нам предъявлять тексты в привычном для учеников формате и сохранить аутентичность стимульного материала, который демонстрировался в виде изображения шириной 1400 пикселей и соответствующей тексту высотой. Это обеспечивало соответствие угловых размеров текста размерам текстов, сверстаных в бумажном учебнике.

Исследование проводилось с применением айтрекера SR Research Eyelink 1000+, с частотой регистрации 500 Гц и 13-точечной калибровкой перед началом эксперимента. Запись велась бинокулярно, впоследствии для анализа отбирались данные с лучшим качеством записи. Испытуемые садились перед экраном компьютера диагональю 23 дюйма, с разрешением 1920 на 1080 точек (расстояние между глазами и экраном 940 мм), голова фиксировалась с помощью лобной опоры.

Перед исследованием каждому ребенку индивидуально объясняли его задачу: прочитать появляющиеся на экране тексты вслух как можно быстрее и после каждого текста ответить на вопрос по нему. Им также объясняли, как будет проходить калибров-

ка айтрекера. Учеников случайным образом разделили на 2 равные группы. Для уменьшения утомления респонденты из каждой группы читали только 3 из 6 отобранных учебных текстов в случайном порядке, а также текст про Буратино и первый «тренировочный» текст, данные которого впоследствии не учитывались. После каждого текста испытуемые, не отрывая взгляда от экрана, отвечали на заданные им вслух вопросы на понимание прочитанного. Если ребенок отмечал дискомфорт во время участия, опыт прекращался.

Данные айтрекинга проходили процедуру выделения фиксаций и саккад, предварительную очистку и коррекцию артефактов в программе SR Research DataViewer. При анализе окуломоторной активности учитывался весь период чтения: от появления текста на экране до прочтения последнего слова в тексте. Перед анализом данных была проведена проверка качества записей. Запись каждого респондента была проверена вручную и, в случае необходимости, была отредактирована калибровка. Записи с низким качеством были исключены из анализа. Далее были размечены зоны интереса для всех текстов; каждое слово было выделено в отдельную зону. Предлоги, союзы и вспомогательные слова были исключены из конечного анализа чтения отдельных слов. Статистический анализ данных проводился с применением программы Statistica 10. Раз-

личия между классами определялись методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Результаты

Основные усредненные параметры чтения и окуломоторной активности школьников 1, 2 и 3-го классов при чтении всех текстов представлены в таблице 2. Поскольку дети читали набор текстов разной длины, среднее время чтения и общее количество фиксаций по всем текстам мы не оценивали.

Ожидаемо, что средняя скорость чтения значительно возрастала от 1-го к 3-му классу ($F(2,197) = 34,06, p < 0,0001$). Соответственно, снижалось время чтения ($F(2,4508) = 198,98, p < 0,0001$). Фактор класса значимо влиял на все параметры, выбранные для описания глазодвигательной активности. Средняя длительность фиксаций последовательно уменьшалась от 1-го к 3-му классу ($F(2,22628) = 81,17, p < 0,0001$). Такая же тенденция наблюдалась и для следующих параметров: среднее количество фиксаций на слове ($F(2,6640) = 96,81, p < 0,0001$), средняя длительность первой фиксации на слове ($F(2,6343) = 7,45, p < 0,001$), средняя амплитуда саккад ($F(2,20245) = 181,85, p < 0,0001$). Доля слов, распознаваемых при помощи только одной фиксации, увеличивается от 1-го к 3-му классу. Аналогичный результат мы наблюдаем и на данных о пропущенных при чтении словах (с 0 фиксаций).

Таблица 2. Параметры чтения и окуломоторной активности у школьников 1, 2 и 3-го классов

Table 2. Parameters of reading and oculomotor activity of students in grades 1, 2, and 3

Параметр	1-й класс	2-й класс	3-й класс
Средняя скорость чтения, слов/мин	50,1 ± 3,1	73,2 ± 3,9	93,1 ± 4,4
Среднее время чтения слова, мс	1 127 ± 13,5	874 ± 16,5	698 ± 17,6
Доля слов с одной фиксацией	16,6 %	24,6 %	31,4 %
Доля пропущенных слов (включая вспомогательные)	8 %	11,3 %	11,3 %
Средняя длительность фиксаций, мс	270 ± 0,99	266 ± 1,43	245 ± 1,53
Средняя длительность первой фиксации на слове, мс	254 ± 2,07	262 ± 2,53	246 ± 2,54
Среднее количество фиксаций на слове	3,12 ± 0,03	2,62 ± 0,04	2,41 ± 0,04
Средняя амплитуда саккад, угловые градусы	1,15 ± 0,006	1,19 ± 0,01	1,42 ± 0,01

Примечание. В таблице представлены усредненные данные по чтению всех текстов, указана стандартная ошибка среднего для каждого параметра.

Note. The table shows averaged data for reading all texts, the standard error of the mean is shown.

Для определения данных параметров в анализ были включены слова служебных частей речи. Эта динамика также отражает рост навыка беглого чтения.

Помимо общей оценки параметров глазо двигательной активности на уровне текста, мы измерили их и на уровне слова. Поскольку разброс длин слов достаточно велик и закономерно влияет, например, на длительность прочтения, было проведено нормирование на длину словоформ в символах, чтобы получить условную оценку «обработки одной буквы». Результаты для 1, 2 и 3-го классов представлены в таблице 3.

На нормализованных данных мы также видим статистически значимое влияние фактора класса. Время прочтения одной буквы уменьшалось от 1-го к 3-му классу ($F(2,4699) = 148,904, p < 0,0001$). Такую же тенденцию мы наблюдаем и для параметра количества фиксаций, нормализованных по длине ($F(2,4682) = 101,427, p < 0,0001$). В параметре «длительность фиксаций, нормализованных на длину» можно увидеть практически схожие показатели для 1-го и 2-го классов, однако уже к 3-му классу этот показатель статистически значимо уменьшается ($F(2,19642) = 35,48, p < 0,0001$).

Таким образом, мы видим прогрессивное развитие навыка чтения от 1-го к 3-му классу, которое сопровождается закономерным изменением стратегии чтения и параметров окуломоторной активности: 1) ускорение чтения слов за счет сокращения длины и уменьшения количества фиксаций; 2) рост доли пропускаемых и прочитываемых за одну фиксацию слов; 3) удлинение саккад.

Помимо получения нормативных метрик чтения, мы оценили эффекты влияния длины и частотности слов (по Национальному корпусу русского языка) на характеристики чтения и движений глаз и проверили возможное взаимодействие фактора класса обучения и этих эффектов. Был проведен дисперсионный анализ с тремя факторами: класс обучения, ранг длины словоформы (короткие, средние, длинные), ранг частотности словоформы (5 рангов).

Для времени чтения слова все три фактора оказались значимы: фактор длины слова ($F(2,4508) = 67,34, p < 0,0001$), частотности ($F(4,4508) = 49,85, p < 0,0001$) и класса ($F(2,4508) = 198,98, p < 0,0001$), при этом фактор класса не взаимодействовал с факторами длины или частотности, то есть они проявлялись независимо от года обучения. Мы также подтвердили, что на среднюю длительность фиксаций оказывают выраженное влияние частотность ($F(4,19621) = 18,33, p < 0,0001$) и, в меньшей степени, длина слов ($F(2,19621) = 4,41, p < 0,05$). С фактором класса ни один из лингвистических факторов не взаимодействовал. Для длительности первой фиксации закономерность была не так выражена. Как уже упоминалось, она значимо снижалась от 1-го к 3-му классу, но частотность словоформы на нее значимо не влияла, а длина хотя и оказывала влияние, но не такое выраженное: $264 \pm 4,59$ мс для длинных слов, $258 \pm 3,46$ для средних и $248 \pm 3,25$ для коротких (усреднение по всем классам) $F(2,4286) = 4,28, p < 0,05$, лингвистические факторы действовали независимо от класса обучения.

Таблица 3. Параметры чтения и окуломоторной активности у школьников 1, 2 и 3-го классов, нормализованные на длину словоформы

Table 3. Parameters of reading and oculomotor activity of students in grades 1, 2, and 3, normalized for word length

Параметр	1-й класс	2-й класс	3-й класс
Время чтения одной буквы в слове, мс	183,47 ± 2,89	142,44 ± 3,0	109,58 ± 2,50
Количество фиксаций, нормализованное на длину слова	0,63 ± 0,01	0,51 ± 0,01	0,43 ± 0,01
Длительность фиксаций, нормализованная на длину слова, мс/символ	42,13 ± 0,23	42,37 ± 0,35	38,65 ± 0,38

Примечание. В таблице использованы данные чтения всех слов, за исключением предлогов, союзов и вспомогательных слов, указана стандартная ошибка среднего.

Note. The table uses reading data for all words except prepositions, conjunctions, and auxiliary words, the standard error of the mean is shown.

Обсуждение результатов

Результаты исследования показали, что дети в более старшем классе и, соответственно, с более развитым навыком чтения значительно отличались по глазодвигательной активности от детей, имеющих более слабый навык. Отличия выражаются в нескольких параметрах: ученики с развитым навыком делают более короткие фиксации, делают меньше фиксаций на слове и демонстрируют более длинные амплитуды саккад. Одним из возможных объяснений указанных отличий может быть то, что дети с развитым навыком осуществляют переход от сублексической к лексической стратегии чтения. Это подтверждается другими исследованиями в области изучения процессов чтения на русском и иностранных языках, например, когда реципиентами выступали ученики 2–4-х классов школ в Германии [Rau, Moeller, Landerl, 2014]. Сходная динамика была выявлена и в масштабном обследовании англоязычных детей 1–5-х классов [Vorstius, Radach, Lonigan, 2014].

Имеются исследования, в которых установлена аналогичная динамика изменения параметров движений глаз при чтении текста учениками 1-го и 4-го классов, хотя отмечены более длительные фиксации (607 мс в 1-м классе, 260 мс в 4-м классе) [Иванов, Демидов, Безруких, 2010]. Есть и другие работы с участием русскоязычных школьников, но они фокусируются на учениках только одного класса: второго или третьего. Так, А.А. Корнеевым, Е.Ю. Матвеевой, Т.В. Ахутиной установлено, что ученики 2-го класса читали отдельные предложения про себя и, в зависимости от длины и частотности слова, делали фиксации 289–338 мс длиной на целевых словах [Korneev, Matveeva, Akhutina, 2016]. Соотнесение этих результатов с результатами для Русского корпуса предложений (Russian Sentence Corpus, RSC), который читали взрослые носители русского языка [Lauginavichyute et al., 2019], показывает, что у взрослых показатель длительности первой фиксации стабильно находится на уровне ниже 240 мс, то есть по этому параметру третьеклассники приближаются к темпам чтения взрослого человека, но пока не достигают его.

Фактором, влияющим на обнаруженные изменения, может быть расширение объема воспринимаемой зрительной информации. На примере исследования детей 8, 10 и 12 лет из Финляндии [Häikiö et al., 2009] мы можем наблюдать расширение оперативного поля восприятия букв справа от области фиксации, в котором происходит регулирование на основании полученной информации продолжительности текущей и последующей фиксаций во время чтения. Так могут быть объяснены данные об увеличении доли пропущенных слов и слов с одной фиксацией от 1-го к 3-му классу.

Использование нормализованных данных позволило оценить влияние фактора класса на глазодвигательную активность без влияния фактора длины слова. Полученный результат на таких данных полностью соответствует выводам, сделанным на исходных данных. Время чтения одной буквы, так же как и длительность фиксаций, сокращается от 1-го к 3-му классу. Эти данные подтверждают изменение стратегии чтения независимо от длины слова, что также согласуется с результатами исследований, проведенных ранее на материалах русского и иностранных языков.

В исследованной нами группе младших школьников подтвердилась и закономерность влияния длины и частотности слов на параметры чтения. Уже существуют публикации, демонстрирующие их роль при чтении у младших школьников, но такие исследования проводились для учеников отдельных классов, тогда как в нашей работе проверена гипотеза о связи этих факторов с классом обучения. Взаимодействия с классом обучения выявлено не было. Это позволяет сделать вывод о том, что и длина, и частотность слова сходным образом влияют на параметры чтения при разной развитости навыка чтения. Наиболее выраженное влияние этих лингвистических факторов было ожидаемо обнаружено в связи с временем чтения слова. Кроме того, мы подтвердили и их влияние на среднюю длительность фиксаций на слове, хотя эффект частотности был более выражен.

Эффекты длины и частотности обнаруживались и в других исследованиях, проведенных с носителями русского языка. Было установлено, что фактор длины значимо влиял на характеристики движения глаз второклассников,

что выражалось как в росте продолжительности и количества фиксаций, так и в сокращении количества читаемых слов при помощи только одной фиксации. Влияние фактора длины слова чаще всего связывают с использованием сублексической стратегии чтения, которую дети с низким навыком чтения реализуют при чтении средних и длинных слов. Значимое влияние на количество фиксаций оказывал и фактор частотности слова. Такие данные могут объясняться выбором лексической стратегии при чтении более частотных слов [Корнеев, Матвеева, Ахутина, 2018]. Для длительности первой фиксации важную роль играла только длина слова, что тоже объяснимо: этот параметр определяется оценкой слова парафоверальным зрением, еще до перехода взгляда к целевому слову. Можно было бы предположить, что еще плохо читающие первоклассники не смогли бы оценить длину слова, но мы проводили исследование в конце учебного года и с участием детей без нарушений чтения. Видимо, к этому моменту «оперативного поля» периферического зрения уже было достаточно для грубой оценки длины слова и соответствующей ей модификации длительности первой фиксации. В то же время дети не могли в достаточной степени оценить периферическим зрением общий вид и набор букв в последующем слове, чтобы сделать предположения о его частотности и адаптировать длительность первой фиксации к ней. Существует и альтернативное объяснение, что такой результат типичен для русского языка, поскольку в исследовании чтения на русском языке взрослыми также длина, но не частотность влияла на длительность первой фиксации [Laurinavichyute et al., 2019].

Заключение

Полученные результаты сравнения параметров чтения и движений глаз по классам позволяют нам оценить развитие навыков чтения и влияние этого развития на зрительные стратегии. От 1-го к 3-му классу растет скорость чтения за счет уменьшения длительности и количества фиксаций на словах, становятся короче саккады, а доля прочитываемых за одну фиксацию и пропущенных слов увеличивается. Все это может отражать переход от сублексической к лексической стратегии чтения и расширение зоны периферического охвата.

В исследовании, таким образом, впервые для русского языка показано, что для младших школьников 1–3-го классов факторы длины и частотности слов влияют на параметры чтения и глазодвигательной активности независимо от класса, а фактор частотности имеет более выраженное и значимое влияние. Для всех детей увеличение длины и снижение частотности слова приводили к увеличению времени чтения и средней длительности фиксации на слове, а длина слова также влияла на длительность первой фиксации.

Данное исследование вносит вклад в изучение навыков чтения детьми младшего школьного возраста. Технология айтрекинга, позволившая с высокой точностью зафиксировать глазодвигательные параметры читателей младшего школьного возраста, а также стимульные материалы, приведенные в приложении, позволят проводить репликацию исследования и изучать динамику в читательских навыках «цифрового поколения».

ПРИЛОЖЕНИЕ**Стимульный материал для эксперимента**

Текст № 1. Трактор.

«Стальной конь» – так метко назвал народ трактор. Современный трактор на пахоте заменяет несколько десятков лошадей. Он выполняет все трудоёмкие работы и в сельском хозяйстве, и на строительных площадках, и при благоустройстве городских территорий. А управляет трактором тракторист (по КГ, 3 класс, ч. 1).

Текст № 2. Умка.

Жители Севера называют белого медведя умкой. Живёт умка во льдах Арктики. Зимой заходит в тундру, делает себе берлогу и чутко и недолго спит. Затем снова отправляется в своё путешествие по льдам. Умке не холодно, зимой и летом на нём тёплая белая шуба (по КГ, 2 класс, ч. 1).

Текст № 3. В траве.

В траве трещат кузнечики, скрипит жук. Воркуют дикие голуби. Стучат по деревьям дятлы, пищат рябчики. Жужжит золотая пчёлка. Поют певчие дрозды, трещит сойка (по КГ, 3 класс, ч. 2).

Текст № 4. Мышка.

Человек вспомнил о мышке, когда изобрёл компьютер. Одно из устройств, с помощью которого управляют компьютером, так и называется «мышка». Она похожа на мышку: маленькая, юркая, с хвостиком (по КГ, 3 класс, ч. 1).

Текст № 5. Цветы.

Весной девочки посеяли семена цветов. Мальчики посадили луковицы гладиолусов и клубни георгинов. Летом появились молодые растения. Ребята ухаживали за ними. В августе расцвели разноцветные астры, красные георгины, белые гладиолусы (по КГ, 2 класс, ч. 1).

Текст № 6. Собака.

Собака шла по дощечке через реку, а в зубах несла мясо. Увидала собака себя в воде и подумала, что там другая собака несёт. Она бросила своё мясо и кинулась отнимать у той собаки. Того мяса вовсе не было, а своё волною унесло. И осталась собака ни с чем (по КГ, 2 класс, ч. 1).

Текст № 7. Буратино.

Буратино сел на сломанный горшок, подпёр щёку. Он был в переделках и похуже этой, но возмущала несправедливость. – Разве так воспитывают детей?.. Это мученье, а не воспитание... Так не сиди да так не ешь... Ребёнок, может, ещё букваря не освоил, – она сразу за чернильницу хватается... А пёс небось гоняет за птицами – ему ничего... (по НЧ).

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-09156 «Оценка читабельности учебного мультимодального текста методами компьютерной лингвистики и психофизиологии».

The reported study was funded by RFBR, Project no. 17-29-09156 “Computer linguistics and neurophysiology approaches to readability measurement of multimodal educational texts”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барабанщиков В. А., Жегалло А. В., 2014. Айтрекинг: методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. М. : Когито-центр. 129 с.
- Иванов В. В., 2015. Особенности окулomotorной активности у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов различной сложности : дис... канд. биол. наук. Архангельск. 177 с.
- Иванов В. В., Демидов А. А., Безруких М. М., 2010. Особенности движений глаз у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов разной сложности // Сборник трудов конференции «Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы». М. : Ин-т психологии РАН. С. 611–616.
- Корнев А. Н., Ишимова О. А., 2010. Методика диагностики дислексии у детей : метод. пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та. 72 с.
- Корнеев А. А., Ахутина Т. В., Матвеева Е. Ю., 2019. Особенности чтения третьеклассников с разным уровнем развития навыка: анализ движений глаз // Вестник Московского университета. Серия 14, Психология. № 2. С. 64–87. DOI: 10.11621/vsp.2019.02.64
- Корнеев А. А., Матвеева Е. Ю., Ахутина Т. В., 2018. Что мы можем сказать о формировании чтения на основе анализа движения глаз? // Физиология человека. № 2. С. 75–83. DOI: 10.7868/S013116461802011X
- Корнеев А. А., Матвеева Е. Ю., Ахутина Т. В., 2020. Исследование движений глаз у младших школьников с разным уровнем развития навыка чтения // Физиология человека. № 3. С. 5–14. DOI: 10.31857/S0131164620030091
- Оборнева И. В., 2006. Автоматизированная оценка сложности учебных текстов на основе статистических параметров : дис... канд. пед. наук. М. 165 с.
- Alexander P., Jetton T., 2000. Learning from Text: A Multidimensional and Developmental Perspective // Handbook of Reading Research / ed. by M. Kamil, P. Mosenthal, P. Pearson, R. Barr. Mahwah : Erlbaum. P. 285–310.
- Ashby J., Rayner K., Clifton C., 2005. Eye Movements of Highly Skilled and Average Readers: Differential Effects of Frequency and Predictability // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. № 58 (6). P. 1065–1086. DOI: 10.1080/02724980443000476
- Blythe H. I., 2014. Developmental Changes in Eye Movements and Visual Information Encoding Associated With Learning to Read // Current Directions in Psychological Science. № 23 (3). P. 201–207. DOI: 10.1177/0963721414530145
- Coltheart M., Curtis B., Atkins P. et al., 1993. Models of Reading Aloud: Dual-Route and Parallel-Distributed-Processing Approaches // Psychological Review. Vol. 100. P. 589–608. DOI: 10.1037/0033-295X.100.4.589
- Coltheart M., Rastle K., Perry C. et al., 2001. DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud // Psychological Review. Vol. 108, № 1. P. 204–256. DOI: 10.1037/0033-295x.108.1.204
- Dorofeeva S. V., Reshetnikova V. A., Serebryakova M. N. et al., 2019. Assessing the Validity of the Standardized Assessment of Reading Skills in Russian and Verifying the Relevance of Available Normative Data // The Russian Journal of Cognitive Science. Vol. 6 (1). P. 4–24.
- Fernandez G., Shalom D. E., Kliegl R. et al., 2014. Eye Movements During Reading Proverbs and Regular Sentences: The Incoming Word Predictability Effect // Language, Cognition and Neuroscience. № 29. P. 260–273. DOI: 10.1080/01690965.2012.760745
- Frey A., 2016. Eye Movements in Children During Reading // Proceedings of the International Symposium for Educational Literacy (SILE/ISEL) (Jouvenne, Québec, Canada, August, 2015). Québec : Les Éditions de l'Université de Sherbrooke (ÉDUS). P. 69–75.
- Grimm K. J., 2008. Longitudinal Associations Between Reading and Mathematics Achievement // Developmental Neuropsychology. № 33 (3). P. 410–426. DOI: 10.1080/87565640801982486
- Häikiö T., Bertram R., Hyönä J. et al., 2009. Development of the Letter Identity Span in Reading: Evidence from the Eye Movement Moving Window Paradigm // Journal of Experimental Child Psychology. № 102 (2). P. 167–181. DOI: 10.1016/j.jecp.2008.04.002
- Holloway J. H., 1999. Improving the Reading Skills of Adolescents // Educational Leadership. № 57 (2). P. 80–82.
- Huestegge L., Radach R., Corbic D. et al., 2009. Oculomotor and Linguistic Determinants of

- Reading Development: A Longitudinal Study // *Vision Res.* № 49 (24). P. 48–59. DOI: 10.1016/j.visres.2009.09.012
- Kliegl R., Nuthmann A., Engbert R., 2006. Tracking the Mind During Reading: The Influence of Past, Present, and Future Words on Fixation Durations // *Journal of Experimental Psychology: General.* № 135 (1). P. 12–35. DOI: 10.1037/0096-3445.135.1.12
- Korneev A. A., Matveeva E. Yu., Akhutina T. V., 2016. Silent Reading in Russian Primary Schoolchildren: An Eye Tracking Study. *Psychology // Journal of the Higher School of Economics.* Vol. 14, № 2. P. 219–235. DOI: 10.1016/j.jecp.2008.04.002
- Kriber M., Bartl-Pokorny K. D., Pokorny F. B. et al., 2016. The Relation Between Reading Skills and Eye Movement Patterns in Adolescent Readers: Evidence from a Regular Orthography // *PLoS One.* № 11 (1). DOI: 10.1371/journal.pone.0145934
- Krstić K., Šoškić A., Ković V. et al., 2018. All Good Readers are the Same, but Every Low-Skilled Reader is Different: An Eye-Tracking Study Using PISA Data // *The European Journal of Psychology of Education.* № 33. P. 521–541. DOI: 10.1007/s10212-018-0382-0
- Laurinavichyute A. K., Sekerina I. A., Alexeeva S. et al., 2019. Russian Sentence Corpus: Benchmark Measures of Eye Movements in Reading in Russian // *Behavior Research Methods.* № 51 (3). P. 1161–1178. DOI: 10.3758/s13428-018-1051-6
- Maloney E. A., Risko E. F., O'Malley S. et al., 2009. Short Article: Tracking the Transition from Sublexical to Lexical Processing: On the Creation of Orthographic and Phonological Lexical Representations // *Quarterly Journal of Experimental Psychology.* № 62. P. 858–867. DOI: 10.1080/17470210802578385
- OECD, 2002. Reading for Change: Performance and Engagement Across Countries: Results from PISA 2000. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264099289-en>
- Rau A. K., Moeller K., Landerl K., 2014. The Transition from Sublexical to Lexical Processing in a Consistent Orthography: An Eye-Tracking Study // *Scientific Studies of Reading.* № 18 (3). P. 224–233. DOI: 10.1080/10888438.2013.857673
- Rau A. K., Moll K., Moeller K. et al., 2016. Same Same, but Different: Word and Sentence Reading in German and English // *Scientific Studies of Reading.* Vol. 20, № 3. P. 203–219. DOI: 10.1080/10888438.2015.1136913
- Rayner K., 1998. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research // *Psychological Bulletin.* Vol. 124. № 3. P. 372–422. DOI: 10.1037/0033-2909.124.3.372
- Rayner K., Slattery T. J., Bélanger N. N., 2010. Eye Movements, the Perceptual Span, and Reading Speed // *Psychonomic Bulletin & Review.* № 17 (6). P. 834–839. DOI: 10.3758/PBR.17.6.834
- Seassau M., Bucci M. P., 2013. Reading and Visual Search: A Developmental Study in Normal Children // *PLoS One.* № 8 (7). DOI: 10.1371/journal.pone.0070261
- Van den Boer M., De Jong P. F., Haentjens-van Meeteren M. M., 2013. Modelling the Length Effect: Specifying the Relation with Visual and Phonological Correlates of Reading // *Scientific Studies of Reading.* № 17. P. 243–256. DOI: 10.1080/10888438.2012.683222
- Vitu F., McConkie G. W., Kerr P. et al., 2001. Fixation Location Effects on Fixation Durations During Reading: An Inverted Optimal Viewing Position Effect // *Vision Research.* № 41. P. 3513–3533. DOI: 10.1016/S0042-6989(01)00166-3
- Vorstius C., Radach R., Lonigan C. J., 2014. Eye Movements in Developing Readers: A Comparison of Silent and Oral Sentence Reading // *Visual Cognition.* № 22 (3). P. 458–485. DOI: 10.1080/13506285.2014.881445
- Winkel H., Radach R., Luksaneeyanawin S., 2009. Eye Movements when Reading Spaced and Unspaced Thai and English: A Comparison of Thai-English Bilinguals and English Monolinguals // *Journal of Memory and Language.* № 61 (3). P. 339–351. DOI: 10.1016/J.JML.2009.07.002
- Zoccolotti P., de Luca M., di Filippo G. et al., 2009. Reading Development in an Orthographically Regular Language: Effects of Length, Frequency, Lexicality and Global Processing Ability // *Reading and Writing.* № 22. P. 1053–1079. DOI: 10.1007/S11145-008-9144-8

ИСТОЧНИКИ И СЛОВАРИ

- КТ, 2 класс, ч. 1* – Канакина В. П., Горецкий В. Г. Русский язык. 2 класс. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. для общеобразоват. орг. с прил. на электрон. носителе. М. : Просвещение, 2014. 144 с.
- КТ, 3 класс, ч. 1* – Канакина В. П., Горецкий В. Г. Русский язык. 3 класс. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. для общеобразоват. орг. с прил. на электрон. носителе. М. : Просвещение, 2013. 159 с.
- КТ, 3 класс, ч. 2* – Канакина В. П., Горецкий В. Г. Русский язык. 3 класс. В 2 ч. Ч. 2 : учеб. для общеобразоват. орг. с прил. на электрон. носителе. М. : Просвещение, 2013. 160 с.
- НЧ* – Нечаева Н. В. Русский язык : учеб. для 2 класса. Самара : Федоров, 2011. 96 с.

ЧС НКРЯ – Ляшевская О. Н., Шаров С. А. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). М. : Азбуковник, 2009. 1112 с.

REFERENCES

- Barabanshchikov V.A., Zhegallo A.V., 2014. *Ajtreking: metody registracii dvizhenij glaz v psihologicheskikh issledovaniyah i praktike* [Eye Tracking: Methods for Recording Eye Movements in Psychological Research and Practice]. Moscow, Kogito-sentr Publ. 129 p.
- Ivanov V.V., 2015. *Osobennosti okulomotornoj aktivnosti u detej mladshogo shkol'nogo vozrasta v processe chteniya tekstov razlichnoj slozhnosti: dis. ... kand. biol. nauk* [Peculiarities of Oculomotor Activity of Primary School Children in the Process of Reading Texts of Different Complexity. Cand. biol. sci. diss.]. Arkhangelsk. 177 p.
- Ivanov V.V., Demidov A.A., Bezrukikh M.M., 2010. Osobennosti dvizhenij glaz u detej mladshogo shkol'nogo vozrasta v processe chteniya tekstov raznoj slozhnosti [Peculiarities of Eye Movements of Primary School Children in the Process of Reading Texts of Different Complexity]. *Sbornik trudov konferentsii «Eksperimental'naya psikhologiya v Rossii: traditsii i perspektivy»* [Proceedings of the Conference “Experimental Psychology in Russia: Traditions and Prospects”]. Moscow, In-t psikhologii RAN, pp. 611-616
- Kornev A.N., Ishimova O.A., 2010. *Metodika diagnostiki disleksii u detey: metod. posobie*. [Methods of Diagnosis of Dyslexia in Children. Methodical Manual]. Saint Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta. 72 p.
- Korneev A.A., Akhutina T.V., Matveeva E.Yu., 2019. Osobennosti chteniya tret'eklassnikov s raznym urovnem razvitiya navyka: analiz dvizhenij glaz [Reading in Third Graders with Different State of the Skill: An Eye-Tracking Study]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* [Moscow University Psychology Bulletin], no. 2, pp. 64-87. DOI: 10.11621/vsp.2019.02.64
- Korneev A.A., Matveeva E.Yu., Akhutina T.V., 2018. Chto my mozhem skazat' o formirovanii chteniya na osnove analiza dvizheniya glaz? [What We Can Learn About Reading Development from the Analysis of Eye Movements?]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], no. 2. pp. 75-83. DOI: 10.7868/S013116461802011X
- Korneev A.A., Matveeva E.Y., Akhutina T.V., 2020. Issledovanie dvizhenij glaz u mladshikh shkol'nikov s raznym urovnem razvitiya navyka chteniya [Eye Movements in Primary Schoolchildren with Different Levels of Reading Skills]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], no 3. pp. 5-14. DOI: 10.31857/S0131164620030091
- Oborneva I.V., 2006. *Avtomatizirovannaya otsenka slozhnosti uchebnykh tekstov na osnove statisticheskikh parametrov: dis. ... kand. ped. nauk* [Automated Estimation of Complexity of Educational Texts Based on Statistical Parameters. Cand. pedagog. sci. diss.]. Moscow. 165 p.
- Alexander P., Jetton T., 2000. Learning from Text: A Multidimensional and Developmental Perspective. Kamil M., Mosenthal P., Pearson P., Barr R., eds. *Handbook of Reading Research*. Mahwah, Erlbaum, pp. 285-310.
- Ashby J., Rayner K., Clifton C., 2005. Eye Movements of Highly Skilled and Average Readers: Differential Effects of Frequency and Predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, no. 58 (6), pp. 1065-1086. DOI: 10.1080/02724980443000476
- Blythe H.I., 2014. Developmental Changes in Eye Movements and Visual Information Encoding Associated with Learning to Read. *Current Directions in Psychological Science*, no. 23 (3), pp. 201-207. DOI: 10.1177/0963721414530145
- Coltheart M., Curtis B., Atkins P. et al., 1993. Models of Reading Aloud: Dual-Route and Parallel-Distributed-Processing Approaches. *Psychological Review*, vol. 100, pp. 589-608. DOI: 10.1037/0033-295X.100.4.589
- Coltheart M., Rastle K., Perry C. et al., 2001. DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud. *Psychological Review*, vol. 108, no. 1, pp. 204-256. DOI: 10.1037/0033-295x.108.1.204
- Dorofeeva S.V., Reshetnikova V.A., Serebryakova M.N. et al., 2019. Assessing the Validity of the Standardized Assessment of Reading Skills in Russian and Verifying the Relevance of Available Normative Data. *The Russian Journal of Cognitive Science*, vol. 6 (1), pp. 4-24.
- Fernandez G., Shalom D.E., Kliegl R. et al., 2014. Eye Movements During Reading Proverbs and Regular Sentences: The Incoming Word Predictability Effect. *Language, Cognition and Neuroscience*, no. 29, pp. 260-273. DOI: 10.1080/01690965.2012.760745
- Frey A., 2016. Eye Movements in Children During Reading. *Proceedings of the International Symposium for Educational Literacy (SILE/ISEL) (Jouvence, Québec, Canada, August,*

- 2015). Québec, Les Éditions de l'Université de Sherbrooke (ÉDUS), pp. 69-75.
- Grimm K.J., 2008. Longitudinal Associations Between Reading and Mathematics Achievement. *Developmental Neuropsychology*, no. 33 (3), pp. 410-426. DOI: 10.1080/87565640801982486
- Häikiö T., Bertram R., Hyönä J. et al., 2009. Development of the Letter Identity Span in Reading: Evidence from the Eye Movement Moving Window Paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, no. 102 (2), pp. 167-181. DOI: 10.1016/j.jecp.2008.04.002
- Holloway J.H., 1999. Improving the Reading Skills of Adolescents. *Educational Leadership*, no. 57 (2), pp. 80-82.
- Huestegge L., Radach R., Corbic D. et al., 2009. Oculomotor and Linguistic Determinants of Reading Development: A Longitudinal Study. *Vision Res*, no. 49 (24), pp. 48-59. DOI: 10.1016/j.visres.2009.09.012
- Kliegl R., Nuthmann A., Engbert R., 2006. Tracking the Mind During Reading: The Influence of Past, Present, and Future Words on Fixation Durations. *Journal of Experimental Psychology: General*, no. 135 (1), pp. 12-35. DOI: 10.1037/0096-3445.135.1.12
- Korneev A.A., Matveeva E. Yu., Akhutina T.V., 2016. Silent Reading in Russian Primary Schoolchildren: An Eye Tracking Study. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, vol. 14, no. 2, pp. 219-235. DOI: 10.1016/j.jecp.2008.04.002
- Krieber M., Bartl-Pokorny K.D., Pokorny F.B. et al., 2016. The Relation Between Reading Skills and Eye Movement Patterns in Adolescent Readers: Evidence from a Regular Orthography. *PLoS One*, no. 11 (1). DOI: 10.1371/journal.pone.0145934
- Krstić K., Šoškić A., Ković V. et al., 2018. All Good Readers are the Same, but Every Low-Skilled Reader is Different: An Eye-Tracking Study Using PISA Data. *The European Journal of Psychology of Education*, no. 33, pp. 521-541. DOI: 10.1007/s10212-018-0382-0
- Laurinavichyute A.K., Sekerina I.A., Alexeeva S. et al., 2019. Russian Sentence Corpus: Benchmark Measures of Eye Movements in Reading in Russian. *Behavior Research Methods*, no. 51 (3), pp. 1161-1178. DOI: 10.3758/s13428-018-1051-6
- Maloney E.A., Risko E.F., O'Malley S. et al., 2009. Short Article: Tracking the Transition from Sublexical to Lexical Processing: On the Creation of Orthographic and Phonological Lexical Representations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, no. 62, pp. 858-867. DOI: 10.1080/17470210802578385
- OECD, 2002. *Reading for Change: Performance and Engagement across Countries: Results from PISA 2000*. DOI: 10.1787/9789264099289-en
- Rau A.K., Moeller K., Landerl K., 2014. The Transition from Sublexical to Lexical Processing in a Consistent Orthography: An Eye-Tracking Study. *Scientific Studies of Reading*, no. 18 (3), pp. 224-233. DOI: 10.1080/10888438.2013.857673
- Rau A.K., Moll K., Moeller K. et al., 2016. Same Same, but Different: Word and Sentence Reading in German and English. *Scientific Studies of Reading*, vol. 20, no. 3, pp. 203-219. DOI: 10.1080/10888438.2015.1136913
- Rayner K., 1998. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, vol. 124, no. 3, pp. 372-422. DOI: 10.1037/0033-2909.124.3.372
- Rayner K., Slattery T.J., Bélanger N.N., 2010. Eye Movements, the Perceptual Span, and Reading Speed. *Psychonomic Bulletin & Review*, no. 17 (6), pp. 834-839. DOI: 10.3758/PBR.17.6.834
- Seassau M., Bucci M.P., 2013. Reading and Visual Search: A Developmental Study in Normal Children. *PLoS One*, no. 8 (7). DOI: 10.1371/journal.pone.0070261
- Van den Boer M., De Jong P.F., Haentjens-van Meeteren M.M., 2013. Modelling the Length Effect: Specifying the Relation with Visual and Phonological Correlates of Reading. *Scientific Studies of Reading*, no. 17, pp. 243-256. DOI: 10.1080/10888438.2012.683222
- Vitu F., McConkie G.W., Kerr P. et al., 2001. Fixation Location Effects on Fixation Durations During Reading: An Inverted Optimal Viewing Position Effect. *Vision Research*, no. 41, pp. 3513-3533. DOI: 10.1016/S0042-6989(01)00166-3
- Vorstius C., Radach R., Lonigan C.J., 2014. Eye Movements in Developing Readers: A Comparison of Silent and Oral Sentence Reading. *Visual Cognition*, no. 22 (3), pp. 458-485. DOI: 10.1080/13506285.2014.881445
- Winkel H., Radach R., Luksaneeyanawin S., 2009. Eye Movements When Reading Spaced and Unspaced Thai and English: A Comparison of Thai-English Bilinguals and English Monolinguals. *Journal of Memory and Language*, no. 61 (3), pp. 339-351. DOI: 10.1016/J.JML.2009.07.002
- Zoccolotti P., de Luca M., di Filippo G. et al., 2009. Reading Development in an Orthographically Regular Language: Effects of Length, Frequency, Lexicality and Global Processing Ability. *Reading and Writing*, no. 22, pp. 1053-1079. DOI: 10.1007/S11145-008-9144-8

SOURCES AND DICTIONARIES

- Kanakina V.P., Goreckij V.G. *Russkij jazyk. 2 klass. V 2 ch. Ch. 1: ucheb. dlja obshheobrazovat. org. s pril. na jelektron. nositele* [Russian Language. Grade 2. In 2 Parts. Part 1. Textbook for Educational Organizations with Digital Supplement]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2014. 144 p.
- Kanakina V.P., Goreckij V.G. *Russkij jazyk. 3 klass. V 2 ch. Ch. 1: ucheb. dlja obshheobrazovat. org. s pril. na jelektron. nositele* [Russian language. Grade 3. In 2 Parts. Part 1. Textbook for Educational Organizations with Digital Supplement]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2013. 159 p.
- Kanakina V.P., Goreckij V.G. *Russkij jazyk. 3 klass. V 2 ch. Ch. 2: ucheb. dlja obshheobrazovat. org. s pril. na jelektron. nositele* [Russian Language. Grade 3. In 2 Parts. Part 2. Textbook for Educational Organizations with Digital Supplement]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2013. 160 p.
- Nechaeva N.V. *Russkij jazyk: ucheb. dlja 2 klassa* [Russian Language. Textbook for Grade 2]. Samara, Fedorov Publ., 2011. 96 p.
- Lyashevskaya O.N., Sharov S.A. *Chastotnyy slovar' sovremennogo russkogo yazyka (na materialakh Natsional'nogo korpusa russkogo yazyka)* [Modern Russian Frequency Dictionary (Based on the Data from the Russian National Corpus)]. Moscow, Azbukovnik Publ., 2009. 1112 p.

Information About the Authors

Alexandra N. Puchkova, Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher, Laboratory of Language and Cognition, Pushkin State Russian Language Institute, Akademika Volgina St, 6, 117485 Moscow, Russia; Senior Researcher, Laboratory of Neurobiology of Sleep and Wake, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Butlerova St, 5a, 117485 Moscow, Russia, puchkovaan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2292-6475>

Maria Yu. Lebedeva, Candidate of Sciences (Philology), Leading Researcher, Laboratory of Language and Cognition, Associate Professor, Department of Methods of Teaching Russian as a Foreign Language, Pushkin State Russian Language Institute, Akademika Volgina St, 6, 117485 Moscow, Russia, MYLebedeva@pushkin.institute, <https://orcid.org/0000-0002-9893-9846>

Antonina N. Laposhina, Leading Expert, Laboratory of Language and Cognition, Pushkin State Russian Language Institute, Akademika Volgina St, 6, 117485 Moscow, Russia, ANLaposhina@pushkin.institute, <https://orcid.org/0000-0003-0693-7657>

Информация об авторах

Александра Николаевна Пучкова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории когнитивных и лингвистических исследований, Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, ул. Академика Волгина, 6, 117485 г. Москва, Россия; старший научный сотрудник лаборатории нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, ул. Бултерова, 5а, 117485 г. Москва, Россия, puchkovaan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2292-6475>

Мария Юрьевна Лебедева, кандидат филологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории когнитивных и лингвистических исследований, доцент кафедры методики преподавания РКИ, Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, ул. Академика Волгина, 6, 117485 г. Москва, Россия, MYLebedeva@pushkin.institute, <https://orcid.org/0000-0002-9893-9846>

Антонина Николаевна Лапошина, ведущий эксперт лаборатории когнитивных и лингвистических исследований, Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, ул. Академика Волгина, 6, 117485 г. Москва, Россия, ANLaposhina@pushkin.institute, <https://orcid.org/0000-0003-0693-7657>