

УДК 159.9.072

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ РАЗВИТИЯ НАВЫКА ЧТЕНИЯ

© 2020 г. А. А. Корнеев¹, *, Е. Ю. Матвеева¹, Т. В. Ахутина¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: korneeff@gmail.com

Поступила в редакцию 07.10.2019 г.

После доработки 19.12.2019 г.

Принята к публикации 03.02.2020 г.

Работа посвящена исследованию навыка чтения у детей младшего школьного возраста (8–9 лет) с помощью методов нейропсихологии и методов регистрации движений глаз. В ней анализируется, каким образом могут соотноситься особенности навыка чтения и предпочитаемая стратегия чтения с особенностями когнитивной сферы детей и движений глаз, отражающих технические компоненты навыка чтения. В исследовании приняли участие 46 третьеклассников. Их чтение оценивалось с помощью методики чтения слов с регулярным и нерегулярным написанием. На основании кластерного анализа продуктивности чтения эти дети были разделены на четыре группы, отличающиеся по уровню и качеству развития навыка чтения — 1 группа читала достаточно хорошо все типы слов, 2 группа хорошо читала частотные слова и несколько хуже нечастотные; дети 3 и 4 групп удовлетворительно читали регулярные слова, чтение нерегулярных слов было значительно хуже регулярных у 3 группы и недоступно детям 4 группы. Анализ особенностей движений глаз при чтении позволил предположить, что дети с хорошим состоянием навыка в большей степени задействуют лексическую стратегию, а дети с относительно слабым развитием навыка чтения используют более сохранную у них сублексическую стратегию. При этом анализ межиндивидуальных различий слабых детей показал, что некоторые из них способны подключать в процесс чтения и дефектную лексическую стратегию.

Ключевые слова: чтение, движение глаз при чтении, младшие школьники, стратегии чтения, двойной маршрут при чтении.

DOI: 10.31857/S0131164620030091

Чтение — базовый учебный навык, являющийся основой дальнейшего обучения. К сожалению, освоение чтения дается некоторым детям с трудом. В связи с этим понятен не только теоретический, но и практический интерес к механизмам овладения чтением и его вариациям у успешных школьников и у детей с трудностями чтения. Одна из широко известных концепций развития навыка чтения — это так называемая модель “двойного маршрута при чтении слов” (dual route models of visual word recognition, [1]). Она обобщает многочисленные экспериментальные данные по чтению, в том числе нарушений чтения при афазии и дислексии. Модель предполагает, что чтение слов может осуществляться по двум конкурирующим путям: по медленному сублексическому пути, когда используются правила звуко-буквенных соответствий или по более быстрому лексическому пути, когда читающий опознает слово как целостную единицу и соотносит ее со значением слова. Различить эти пути чтения можно, анализируя чтение слов с регулярным (например,

кто) и нерегулярным (например, что [што]) прочтением. В соответствии с моделью двойного пути только слова с регулярным написанием читаются последовательно по правилам звуко-буквенных соответствий, т.е. с использованием сублексической стратегии. “Нерегулярные” слова, т.е. исключения из этих правил, должны читаться по лексическому пути, когда слово опознается целиком как известная осмысленная единица. Показано, что задачи, связанные с сублексической и лексической переработкой, вызывают активацию различных мозговых зон. У взрослых чтение новых и редких слов, а также псевдослов, требующее сублексической стратегии, приводит к активации дорсальной системы чтения, включающей теменно-височные отделы и задние отделы префронтальной области слева, что связывается с фонологической переработкой информации. При чтении частотных слов и слов с нерегулярным написанием в большей степени задействуется зона пересечения височной и затылочной до-

лей слева, что связывается с лексическим путем — активацией зрительных образов слов [2].

При овладении чтением дети сначала используют сублексическую стратегию, это особенно характерно для детей, осваивающих чтение на языке с “прозрачной” орфографией, где большинство слов имеет регулярное написание. Запоминание написания часто встречающихся слов ведет к накоплению зрительных образов слов и формированию лексической стратегии [3]. На первых этапах овладения чтением этот процесс опирается на широкую сеть, включающую передние и задние структуры левого и правого полушарий [2, 4].

Широко распространено мнение, что дислексия возникает вследствие фонологического дефицита и слабости сублексической стратегии, что вторично ведет к проблеме накопления зрительных образов слов и отставанию развития лексической стратегии [5, 6]. Однако в современной литературе все более укрепляется точка зрения, что не только трудности с фонологией являются причиной дислексии [7–10]. Наиболее устойчиво выделение кроме фонологической дислексии “поверхностной” дислексии, при которой лексический путь нарушается первично [9, 11].

Для исследования дефицита лексического и сублексического пути при дислексии сейчас широко используется метод анализа движений глаз [12]. Так, в работе [13], проведено сравнение характеристики движений глаз у взрослых дислексиков и в норме. Авторы полагают, что дисфункцией лексического пути объясняется сокращение числа слов с единственной фиксацией или без нее, повышение числа слов с множественными фиксациями, а также отчетливое влияние длины слова на общую длительность фиксаций на слове (эффект длины). Эти особенности интерпретировались как компенсация слабости лексического пути сублексической стратегией. Слабостью сублексической стратегии авторы объясняют увеличение длины фиксаций.

В исследовании движений глаз при чтении учащихся 2–4 класса и взрослых [3] в качестве основного параметра, указывающего на использование сублексической стратегии, использовалась выраженность эффекта длины — увеличение числа и длительности фиксаций при увеличении длины слова. Результаты показали, что по мере освоения навыка чтения, у детей старшего возраста и взрослых эффект длины снижается, причем в первую очередь при чтении знакомых, высоко частотных слов, которые легче распознаются при использовании лексической стратегии как целое. Сходные результаты получены в другом исследовании, где сравнивалось чтение у второклассников и взрослых [14].

В работе австрийских и немецких ученых [15] ставится вопрос, насколько правомерно утвер-

ждение, что все дети с дислексией чрезмерно опираются на сублексический путь. Авторы разделили детей с дислексией по общему числу фиксаций: две трети группы обнаружили повышенное число фиксаций, одна треть — близкие к нормативным данным. Все дети использовали оба пути, и оба пути страдали. При этом больше лексический путь применяли дети с дислексией, у которых число фиксаций было близко к нормативному. Авторы справедливо отмечают, что выделение различных вариантов дислексии важно для практики, но при этом данная тема еще требует разработки.

Итак, анализ литературы показывает, что недостаточно изучены возможные варианты использования стратегий чтения в рамках нормативного и отклоняющегося развития. Особенно остро стоит вопрос о стратегиях формирования навыка чтения у детей, осваивающих чтение на русском языке, т.е. языке с преимущественно “прозрачной” орфографией, где большинство слов имеет регулярное написание, но, тем не менее, есть класс слов с традиционным нерегулярным написанием.

Вторая группа вопросов относительно формирования чтения касается влияния состояния базовых когнитивных функций на ход развития чтения.

В исследованиях показано, что при чтении важную роль играют функции переработки информации различной модальности. Это, с одной стороны, способность удерживать и перерабатывать слуховую информацию, что обеспечивает фонологический анализ [16, 17], а с другой — функции переработки и запоминания зрительной и зрительно-пространственной информации [7, 18]. В контексте теории двойного маршрута чтения можно предположить, что сублексическая стратегия в большей степени опирается на фонологический анализ, т.е. слуховые функции, в то время как при лексической стратегии в значительной степени задействуется зрительный анализ слова, запоминание его орфографического облика. Кроме того, достаточно хорошо известно, что в освоении чтения заметную роль играют управляющие функции [19, 20]. При этом, однако, чаще обсуждается роль этих функций в понимании при чтении [21].

В нашей работе мы исследовали навык чтения у детей младшего школьного возраста с помощью методов нейропсихологии и методов регистрации движений глаз. Нас интересует, как можно выделить и описать различные стратегии чтения у детей младшего школьного возраста. Еще один вопрос, на который мы пытаемся ответить — как эти стратегии могут соотноситься с особенностями когнитивной сферы — управляющих функций, функций переработки информации, а также с ре-

гистрируемыми движениями глаз, отражающими технические компоненты навыка чтения. Отдельный интерес представляет более подробное рассмотрение соотношения состояния навыка чтения и используемых стратегий и нейропсихологических оценок у плохо читающих детей.

МЕТОДИКА

В исследовании принимали участие 46 третьеклассников (18 девочек, 28 мальчиков, средний возраст – 9.6 ± 0.43 лет).

Оценку навыка чтения проводили с помощью методики “Чтение регулярных и нерегулярных слов” [22]. В ней испытуемым предлагали прочитать вслух 64 слова, разделенных на 4 группы по 16 слов в каждой:

- 1) частотные с регулярным прочтением (“никто”, “погода”, далее ЧР);
- 2) нечастотные с регулярным прочтением (“метель”, “сыщик”, далее НР);
- 3) частотные с нерегулярным прочтением (“ничего”, “мужчина”, далее ЧН);
- 4) нечастотные с нерегулярным прочтением (“отель”, “извозчик”, далее НН).

В качестве основных параметров выполнения этой методики использовали количество правильно прочитанных слов из каждой группы (продуктивность).

Также проводили исследование движений глаз при чтении. Для этого использовали корпус предложений для исследования чтения у младших школьников [23]. Он состоит из 30 предложений, длина предложений – от 6 до 9 слов. Текст выводили на экран черным цветом на светло-сером фоне, использовали шрифт Ubuntu Mono Normal, размер – 26 pt.

В данном исследовании мы проанализировали движения глаз при чтении всех слов, включенных в предложение за исключением первого и последнего слова. При этом использовали в качестве фактора длину слова (число букв, от 1 до 12) и его частотность, оцененную с помощью подкорпуса детских текстов Национального корпуса русского языка (<http://www.ruscorpora.ru>). Так как частотность у всех слов индивидуальна, для дальнейшего анализа все слова разбили на 5 классов – в первый вошли наименее частотные слова с частотностью меньше 10 *ipm*, во второй – от 11 до 100 *ipm*, в третий – от 101 до 1000 *ipm*, в четвертый – от 1000 до 10000 *ipm*, в пятый – больше 10000 *ipm*. В качестве основных параметров движений глаз анализировали среднее время фиксации на слове, общее время фиксации на слове и общее число фиксации на слове.

Для оценки когнитивных функций учеников использовали “Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет” [24].

Оборудование. Регистрацию движений глаз осуществляли с помощью установки EyeLink 1000 (SR Research), частота опроса 1000 Гц. Испытуемый сидел перед экраном (диагональ 22 дюйма, частота обновления монитора – 200 Гц) на расстоянии 90 см.

Обработка результатов. Первичную обработку записи движений глаз (выделение саккад и фиксаций) проводилась с помощью штатного программного оборудования (DataViewer, SR research). Для подведения результатов нейропсихологического обследования вычисляли обобщенные показатели следующих групп функций:

- 1) функции программирования и контроля (управляющие функции);
- 2) функции переработки слуховой информации;
- 3) функции переработки зрительно-пространственной информации;
- 4) функции регуляции и поддержания активности.

Индексы рассчитывали по принципу штрафных баллов и центрировали (0 – среднее значение по группе, отрицательное значение – лучше среднего, положительное – хуже среднего).

Для сравнения межгрупповых различий в результат нейропсихологического обследования использовали однофакторный дисперсионный анализ, попарные сравнения проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента с поправкой Тьюки для множественных сравнений.

Для сравнения числа и продолжительности фиксации в группах испытуемых с учетом факторов длины и частотности слов мы использовали моделирование линейными уравнениями (linear mixed modeling, LMM, [25]). Основные показатели в этих моделях, приведенные в статье – это угловые коэффициенты (*B*), их стандартные ошибки (*se*) и статистическая оценка значимости отличия этих коэффициентов от нуля (*p*) для соответствующих фиксированных факторов. Статистический анализ проводили с помощью R ver.3.5.0, расчет и оценка моделей – с использованием *lme4* и *lmer Test packages* [26].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описание и характеристика групп. Первый этап анализа был направлен на выделение групп детей с разным уровнем навыка чтения. С этой целью были использованы данные методики “Чтение регулярных и нерегулярных слов”. Для обработки данных мы использовали иерархический кластерный анализ (по методу Варда), в котором было проведено разбиение испытуемых на

Таблица 1. Средняя продуктивность чтения слов разного типа в четырех группах

Группы	ЧР	НР	ЧН	НН
Группа 1 (хорошо читающие) 12 чел.	15.83 (0.39)	14.33 (1.15)	15.42 (0.67)	13 (1.35)
Группа 2 (лучше читающие частотные слова) 15 чел.	15.4 (1.12)	11.4 (1.45)	13.47 (1.19)	7.07 (2.25)
Группа 3 (лучше читающие регулярные слова) 13 чел.	14.15 (1.34)	10.15 (2.23)	7.38 (2.43)	2.46 (1.85)
Группа 4 (не читающие нерегулярные слова) 7 чел.	13.14 (1.68)	10.29 (3.64)	0.86 (0.9)	0.29 (0.49)

Примечание: в скобках указаны стандартные отклонения. Обозначения см. в тексте.

Таблица 2. Средние нейропсихологические показатели групп

Группы	Прогр. и контроль	Переработка слуховой информации	Перераб. зрительно-простр. информации	Регуляция активности
1	-0.43 (0.76)	-0.44 (0.96)	-0.2 (0.67)	-0.51 (0.44)
2	0.15 (0.88)	-0.04 (0.71)	-0.18 (0.82)	0 (0.95)
3	-0.33 (0.77)	0.27 (1.38)	0.17 (1.22)	0 (0.95)
4	0.82 (1.34)	0.33 (0.9)	0.85 (0.97)	0.98 (1.35)
Дисперсионный анализ	$F(3, 42) = 3.46,$ $p = 0.025$	$F(3, 42) = 1.31,$ $p = 0.285$	$F(3, 42) = 2.37,$ $p = 0.084$	$F(3, 42) = 3.85,$ $p = 0.016$

Примечание: в скобках указаны стандартные отклонения, полужирным выделены наиболее слабые показатели в 3 и 4 группах.

группы на основании продуктивности чтения слов разного типа – частотных регулярных (ЧР), нечастотных регулярных (НР), частотных нерегулярных (ЧН) и нечастотных нерегулярных (НН).

Кластерный анализ (использовался иерархический анализ по методу Варда) позволил выделить 4 группы испытуемых. Средние значения продуктивности слов разного типа представлены в табл. 1.

Для характеристики выделенных групп с точки зрения особенностей развития когнитивных функций было проведено нейропсихологическое обследование детей. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, в целом наилучшие показатели наблюдаются у детей из группы 1, все показатели отрицательные, т.е. лучше, чем в среднем по выборке. У детей из группы 2 относительно хорошее состояние функций переработки зрительно-пространственной информации, а другие показатели средние или близки к средним. В группе 3 отмечается хорошее состояние функций программирования и контроля, тогда как

функции переработки слуховой и зрительно-пространственной отстают. У группы 4 все показатели отчетливо ниже средних. При этом однофакторный дисперсионный анализ показал, что группы в целом значимо отличаются только по индексам программирования и контроля и регуляции активности. Попарное сравнение групп с поправкой Тьюки, что по индексу программирования и контроля группа 1 значимо отличается от группы 4 ($t(17) = -2.609, p = 0.029$) и субзначимо – группы 3 и 4 ($t(17) = -2.393, p = 0.052$), а по индексу регуляции активности отличаются только группы 1 и 4 ($t(17) = -2.786, p = 0.008$).

Анализ нейропсихологических профилей групп позволяет объединить группы попарно (табл. 3). У первой пары (группы 1 и 2) состояние функций переработки информации выше среднего, у второй – ниже среднего. Функции программирования и контроля и регуляция активности колеблются: лучшее состояние у первой группы каждой пары.

Анализ движений глаз. Можно рассмотреть различия в основных показателях движений глаз у

Таблица 3. Нейропсихологические профили групп

Группы	Прогр. и контроль	Переработка слуховой информации	Переработка зрительно-пространственной информации	Регуляция активности
1 и 2	-/+	-	-	-/0
3 и 4	-/+	+	+	0/+

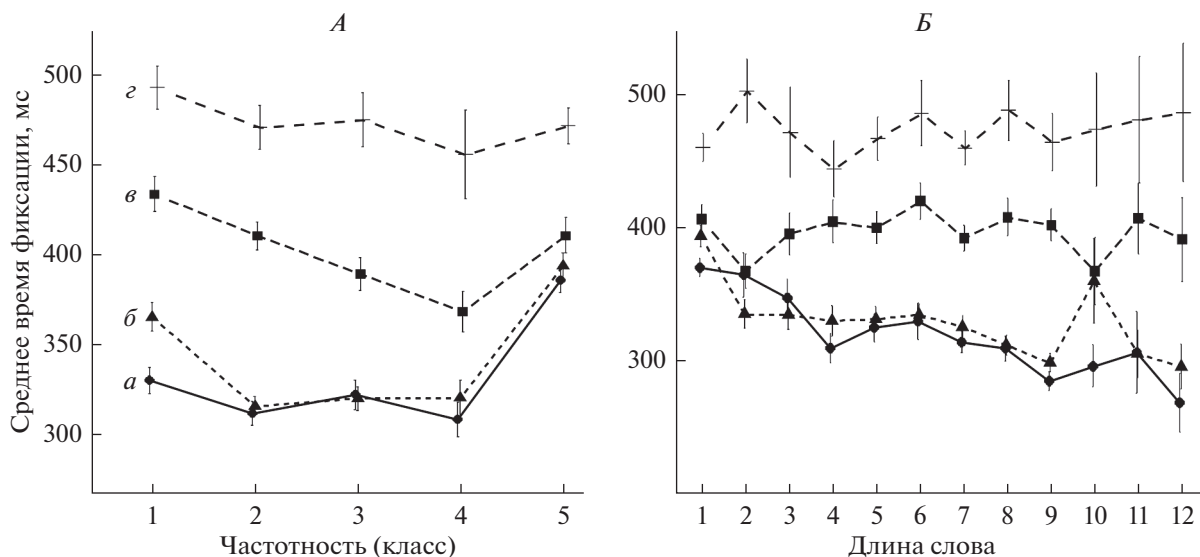


Рис. 1. Среднее время фиксации в зависимости от частотности (А) и длины слова (Б). а – группа 1, б – группа 2, в – группа 3, з – группа 4. Столбики ошибок – две стандартные ошибки среднего.

детей четырех групп в зависимости от частотности и длины слова.

Время первой фиксации в зависимости от частотности слова (рис. 1, А) и от длины слова (рис. 1, Б) в четырех группах приведено на рис. 1.

Для проверки эффектов частотности и длины слов и специфики выраженности этих эффектов в группах использовали моделирование линейными уравнениями (LMM).

В отношении среднего времени фиксации на словах разной частотности не было получено значимого влияния частотности слова ($B = 5.03$, $se = 7.30$, $p = 0.491$). При этом от группы 1 (которая использовалась при анализе как референтная) вне зависимости от частотности слов значимо отличается только группа 4 ($B = 126.17$, $se = 37.30$, $p = 0.001$). Что касается эффекта частотности в отдельных группах, то он отличался от группы 1 в группах 3 ($B = -25.65$, $se = 5.48$, $p < 0.001$) и 4 ($B = -30.56$, $se = 6.26$, $p < 0.001$) и не отличался от группы 2.

Эффект длины слова оказался значимым ($B = -18.28$, $se = 6.80$, $p = 0.007$), среднее время фиксации снижается с увеличением длины слова. При этом, так же как и в случае с частотностью, этот эффект в группе 1 отличается от полученных в группах 3 ($B = 20.99$, $se = 5.45$, $p < 0.001$) и 4 ($B = 29.97$, $se = 6.23$, $p < 0.001$).

Общее время фиксации на слове в зависимости от его частотности (рис. 2, А) и длины (рис. 2, Б) в четырех группах приведено на рис. 2.

Статистический анализ показал, что на общее время фиксации значимое влияние оказывает фактор частотности слова ($B = -338.84$, $se =$

$= 50.18$, $p < 0.001$). При этом от референтной группы 1 вне зависимости от частотности слов значимо отличаются группы 3 ($B = 498.28$, $se = 161.94$, $p = 0.004$) и 4 ($B = 843.89$, $se = 188.66$, $p < 0.001$). Что касается отличий эффектов частотности в отдельных группах, то он отличался от группы 1 в группах 3 ($B = -320.45$, $se = 17.42$, $p < 0.001$) и 4 ($B = -516.37$, $se = 20.31$, $p < 0.001$).

Эффект длины слова в данном случае также оказался значимым ($B = 317.84$, $se = 44.89$, $p < 0.001$). При этом, также как и в случае с частотностью, этот эффект отличается от полученного в группе 1 в группах 3 ($B = 343.11$, $se = 17.30$, $p < 0.001$) и 4 ($B = 541.51$, $se = 20.17$, $p < 0.001$).

Общее число фиксаций на слове в зависимости от его частотности (рис. 3, А) и длины (рис. 3, Б) в четырех группах приведено на рис. 3.

Статистический анализ показал аналогичные полученным при анализе числа фиксаций эффекты частотности и длины слов и взаимодействие фактора группы с длиной и частотностью.

Последние данные – это данные о связи особенностей чтения с уровнем развития когнитивных функций. Групповые данные об успешности чтения (табл. 1) хорошо согласуются с групповыми данными нейропсихологического исследования (табл. 2). Отдельный интерес представляет анализ индивидуальных данных, который может позволить оценить вариации стратегий у детей с затруднениями в освоении чтения. Чтобы продемонстрировать такие вариации, можно соотнести нейропсихологические показатели двух детей из 4 группы с параметрами движения глаз.

Испытуемая Р.А. имеет низкие оценки по функциям программирования и контроля, пере-

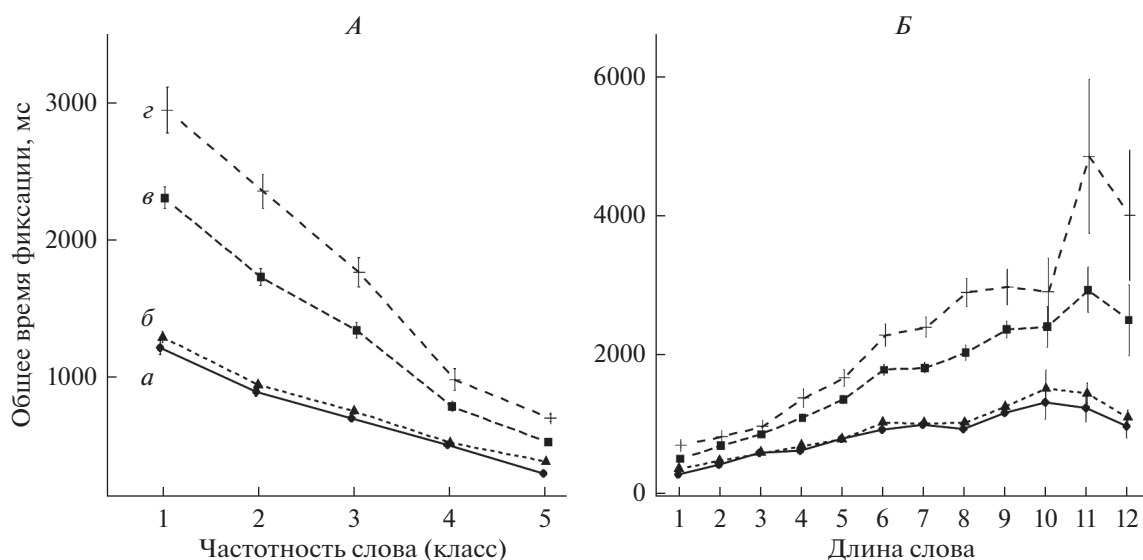


Рис. 2. Общее время фиксации в зависимости от частотности (А) и длины слова (Б). Обозначения см. рис. 1.

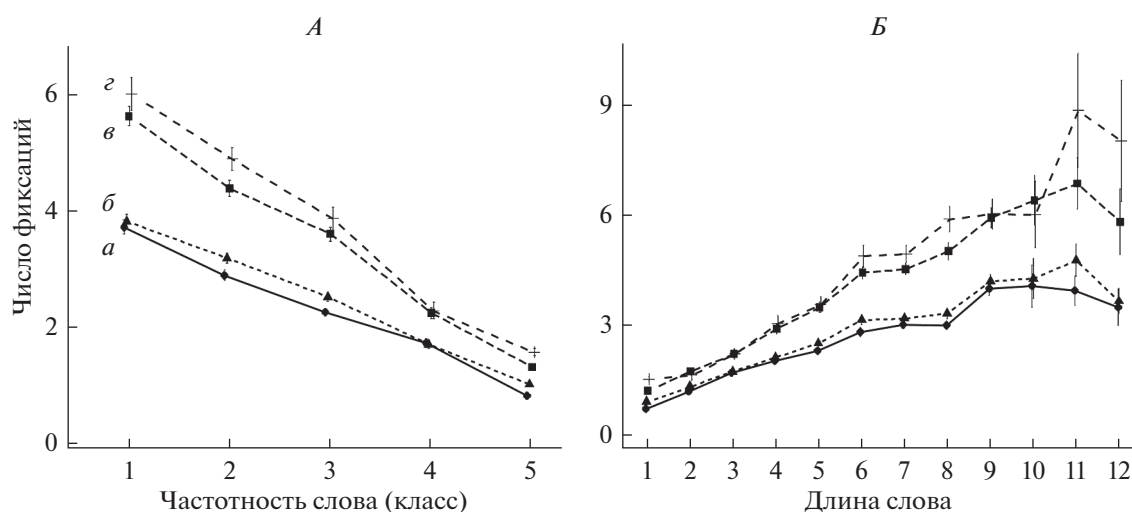


Рис. 3. Число фиксации в зависимости от частотности (А) и длины слова (Б). Обозначения см. рис. 1.

работки зрительно-пространственной информации, а также по регуляции активности. Однако ее оценка по слуховым функциям немного лучше средней по выборке. У испытуемого М.Д. оценки по функциям переработки слуховой информации и управляющим функциям немного хуже среднего, его оценка по функциям переработки зрительно-пространственной информации практически равна средней, а по функциям регуляции активности лучше среднего (табл. 4).

Профили среднего времени фиксации, числа фиксации и общего времени фиксации в зависимости от длины слова для этих двух испытуемых в

сопоставлении со средними данными группы 1 показаны на рис. 4.

Как видно из рис. 4, у испытуемой Р.А. наблюдаются очень длинные фиксации, их больше, и ярко выражен эффект длины слова. У испытуемого М.Д., напротив, число и общее время фиксации на слове близко к данным группы 1 с хорошим состоянием навыка чтения, при этом время фиксации повышено, а эффект длины слова чуть больше, чем у группы 1, и намного слабее, чем у Р.А. Таким образом, внутри группы плохо читающих можно выделить детей с заметно отличающимися данными нейропсихологии и показате-

Таблица 4. Нейропсихологические показатели двух детей

Испытуемые	Прогр. и контроль	Переработка слуховой информации	Переработка зрительно-простр. информации	Регуляция активности
Р.А.	2.54	-0.58	1.73	0.83
М.Д.	0.40	0.66	0.04	-0.89
Группа 4	0.82 (1.34)	0.33 (0.9)	0.85 (0.97)	0.98 (1.35)

лями движений глаз, что может быть свидетельством о различии стратегий.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для исследования чтения учащихся 3 класса данные по продуктивности чтения слов разного типа были подвергнуты иерархическому кластерному анализу, что позволило разделить детей на 4 группы. Все дети читали частотные слова лучше, чем нечастотные, и регулярные слова лучше, чем нерегулярные. При этом 1 группа читала достаточно хорошо все типы слов, 2 группа лучше читала частотные слова и несколько хуже нечастотные. 3 группа удовлетворительно читала регулярные слова и значительно хуже нерегулярные. Наконец, дети самой слабой 4 группы читали регулярные слова несколько хуже детей других групп и совсем не владели чтением нерегулярных слов. В 1 и 2 группах разница между чтением частотных и нечастотных слов была больше, чем между чтением регулярных и нерегулярных слов, а в 3 и 4 группах, наоборот, разница была больше между чтением регулярных и нерегулярных слов.

Во введении отмечалось, что для правильного чтения нерегулярных слов необходима лексическая (холистическая) стратегия чтения, овладение ею идет тем успешнее, чем частотнее слово.

Для чтения регулярных слов достаточна сублексическая (аналитическая) стратегия. Частое чтение определенных слов приводит к формированию зрительных образов этих слов, т.е. развитию лексической стратегии. Опытные читатели, зрительно воспринимаемая слово, сразу же опознают его значение [27, 28].

Среди обследованных детей все в той или иной мере владели аналитической стратегией. Даже среди нечастотных регулярных слов они читали в среднем по группам от 14 до 10 слов из 16. С чтением нерегулярных слов достаточно успешно справлялись дети только первых двух групп: они читали 15.4 и 13.5 частотных слов и 13 и 7 нечастотных слов соответственно. Возможность чтения нерегулярных слов и высокая роль их частотности свидетельствуют о применении детьми первых двух групп лексической стратегии.

Иная картина у детей 3 и 4 групп. Из частотных нерегулярных слов они читали только 7 и 1 слово, а из нечастотных – только 2.5 и 0.3 в 3 и 4 группах соответственно. Это свидетельствует о слабости лексической стратегии и опоре при чтении на сублексическую стратегию.

С этими данными хорошо согласуются и групповые показатели нейропсихологического обследования (табл. 2 и 3) и результаты анализа движе-

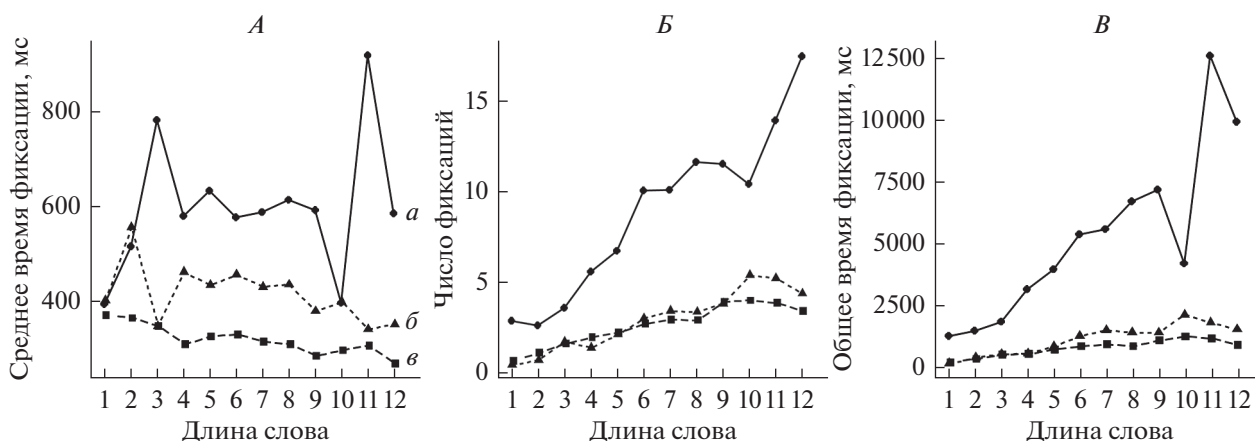


Рис. 4. Характеристики движений глаз (среднее время фиксации – А, среднее число фиксации на слове – Б и общее время фиксации – В) в зависимости от длины слова у испытуемых Р.А. (а), М.Д. (б) из группы 4 по сравнению со средним показателем в группе 1 (в).

ний глаз при чтении. Времена и число фиксаций в первых двух группах минимальные и практически не различаются, в третьей и особенно в четвертой группе испытуемые делают более продолжительные фиксации и их число больше. При этом третья группа по показателям движений глаз ближе к четвертой, наихудшей группе, чем к первым двум группам с лучшим состоянием навыка чтения.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что в первых двух группах уровень освоения чтения в техническом плане находится на практически одинаковом высоком уровне, в то время как две другие группы заметно отстают. Таким образом, наши данные согласуются с мнением других авторов, что движения глаз при чтении являются хорошим показателем общего уровня освоения этого навыка [12–14, 29].

В целом, на выборке третьеклассников получены результаты, схожие с обнаруженными ранее эффектами на выборке русскоговорящих второклассников [30] и в исследованиях на других “прозрачных” языках: увеличение длины слова и снижение его частотности приводит к увеличению числа и общей продолжительности фиксаций на нем, при этом мало влияет на среднее время отдельной фиксации [14].

На фоне этой общей (и достаточно известной) тенденции эффекты длины и частотности слова заметно различаются между группами. В группах 1 и 2 эффект частотности и длины в отношении общего времени и числа фиксаций на слове присутствует, но оказывается намного слабее, чем в третьей и, тем более, в четвертой группе. Различия в эффектах длины слова соотносятся с результатами, полученными в исследовании *S. Hawelka et al.* [13] на материале взрослых с дислексией. Аналогично взрослым с дислексией и нормально читающим взрослым, дети из 3 и 4 групп демонстрируют отчетливо более сильный эффект длины и частотности по сравнению с детьми с хорошим состоянием навыка чтения из групп 1 и 2. Это можно рассматривать как аргумент в пользу использования сублексической стратегии в 3 и 4 группах и лексической стратегии в первых двух группах. В других исследованиях показано, что переход к лексической стратегии сопровождается снижением эффекта длины. Это показано при сравнении разных возрастных групп [3, 14, 15], а также при исследовании нарушений чтения [15, 31].

Также показательным является более выраженный эффект частотности слова в группах 3 и 4 по сравнению с группами 1 и 2. При чтении высокочастотных слов различия в числе и общей продолжительности фиксаций между группами невелики, что может быть связано с некоторой возможностью использовать лексическую стратегию

детьми 3 и 4 групп. Однако по мере уменьшения частотности слова использование лексической стратегии для них становится невозможным, что отражается в больших различиях между более хорошими и более слабыми группами. Использование сублексической стратегии приводит к намного большему увеличению числа фиксаций и их продолжительности при чтении низкочастотных слов. Это соотносится с результатами работы *A.K. Rau et al.* [3], в которой при сравнении детей разного возраста и взрослых испытуемых получено снижение эффекта частотности, что объясняется авторами развитием лексической стратегии.

Таким образом, наши данные легко находят объяснение в рамках модели о двух стратегиях чтения. Дети первых двух групп читают и регулярные и нерегулярные слова, у них менее выражены эффекты длины и частотности слова, что свидетельствует о возможности использования лексической стратегии. Дети 3 и 4 групп лучше владеют сублексической стратегией, чем лексической: им плохо удается чтение нерегулярных слов, у них значительно увеличено среднее и общее время фиксаций, при этом и число фиксаций, как правило, увеличено. Это совпадает с данными других авторов о чтении детей, овладевающих “прозрачной” орфографией [15, 31].

Важно рассмотреть вопрос о различии в числе фиксаций у детей из разных групп, а также у отдельных детей из четвертой группы. Групповые данные показывают, что дети 1 и 2 групп делают меньше фиксаций, чем дети 3 и 4 групп. Это соответствует и нашему общему выводу и данным литературы о том, что для лучше читающих детей и взрослых характерно использование лексической стратегии, а для начинающих читателей и детей с дислексией – сублексической. Тем не менее, в отдельных работах приводятся данные, что часть детей с дислексией наряду с сублексической стратегией может использовать и лексическую стратегию, или, иными словами, что дети с дислексией могут различаться по степени использования лексической стратегии [15]. В этой работе показано, что треть детей с дислексией не отличалась по числу фиксаций от типично осваивающих чтение детей, тогда как у остальных число фиксаций было резко увеличено. Авторы полагают, что основная группа детей использует преимущественно сублексическую стратегию, тогда как дети с меньшим числом фиксаций – как сублексическую, так и лексическую стратегию. В нашей выборке было всего 7 детей с низким уровнем развития чтения, при этом у двух из них число фиксаций не было увеличено. На рис. 4 представлены данные движения глаз двух школьников: у Р.А. число фиксаций резко отличается от средних данных группы 1, тогда как у М.Д. число фиксаций несколько повышено только на длинных словах. Этот график можно интерпретировать как свиде-

тельство того, что короткие слова могут читаться этим школьником с помощью лексической стратегии. При этом плохое чтение нерегулярных слов и увеличенное время фиксации (рис. 4) могут говорить о том, что обе используемые стратегии страдают, что совпадает с выводом *M. Gangl et al.* [15]. Одновременно можно сказать, что у М.Д. больше резервных возможностей использовать лексическую стратегию, и это может быть использовано в коррекционном обучении. Что касается индивидуальных данных нейропсихологического исследования, то, безусловно, общая успешность ребенка в этих тестах коррелирует с общим уровнем чтения. Однако корреляции характеристик чтения и состояния отдельных функций выявляются главным образом при групповом анализе [30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании удалось выделить и описать особенности чтения у детей с разным уровнем освоения этого навыка. Проведенный анализ позволил предположить, что дети с хорошим состоянием навыка в большей степени задействуют лексическую стратегию, а дети с относительно слабым развитием навыка чтения используют более сохранную у них сублексическую стратегию. При этом анализ межличностных различий слабых детей показал, что некоторые из них способны подключать при чтении и относительно слабо развитую у них лексическую стратегию.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г., и ее последующих обновлениях и одобрены комиссией по этическим вопросам научных исследований факультета психологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва).

Информированное согласие. Родитель каждого участника исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Coltheart M., Rastle K., Perry C. et al.* DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud // *Psychol. Rev.* 2001. V. 108. № 1. P. 204.

2. *Sandak R., Mencl W.E., Frost S.J., Pugh K.R.* The neurobiological basis of skilled and impaired reading: Recent findings and new directions // *Scientific Studies of Reading.* 2004. V. 8. № 3. P. 273.
3. *Rau A.K., Moeller K., Landerl K.* The transition from sublexical to lexical processing in a consistent orthography: An eye-tracking study // *Scientific Studies of Reading.* 2014. V. 18. № 3. P. 224.
4. *Yu X., Raney T., Perdue M.V. et al.* Emergence of the neural network underlying phonological processing from the prereading to the emergent reading stage: a longitudinal study // *Hum. Brain Mapp.* 2018. V. 39. № 5. P. 2047.
5. *Share D.L.* Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition // *Cognition.* 1995. V. 55. № 2. P. 151.
6. *Snowling M.J.* *Dyslexia.* Oxford: Blackwells, 2 nd ed. 2000. 276 p.
7. *Bosse M.L., Tainturier M.J., Valdois S.* Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis // *Cognition.* 2007. V. 104. № 2. P. 198.
8. *Sprenger-Charolles L., Siegel L.S., Jimenez J.E., Ziegler J.C.* Prevalence and reliability of phonological, surface, and mixed profiles in dyslexia: A review of studies conducted in languages varying in orthographic depth // *Scientific Studies of Reading.* 2011. V. 15. № 6. P. 498.
9. *Pennington B.F., Santerre-Lemmon L., Rosenberg J. et al.* Individual prediction of dyslexia by single versus multiple deficit models // *J. Abnorm. Psychol.* 2012. V. 121. № 1. P. 212.
10. *Breadmore H.L., Carroll J.M.* Sublexical and syntactic processing during reading: evidence from eye movements of typically developing and dyslexic readers // *J. Cognitive Psychology.* 2018. V. 30. № 2. P. 177.
11. *Friedmann N., Lukov L.* Developmental surface dyslexias // *Cortex.* 2008. V. 44. № 9. P. 1146.
12. *Clifton C., Jr., Ferreira F., Henderson J.M. et al.* Eye movements in reading and information processing: Keith Rayner's 40 year legacy // *J. Mem. Lang.* 2015. V. 86. P. 1.
13. *Hawelka S., Gagl B., Wimmer H.* A dual-route perspective on eye movements of dyslexic readers // *Cognition.* 2010. V. 115. № 3. P. 367.
14. *Tiffin-Richards S.P., Schroeder S.* Word length and frequency effects on children's eye movements during silent reading // *Vision Res.* 2015. V. 113. P. 33.
15. *Gangl M., Moll K., Jones M.W. et al.* Lexical reading in dysfluent readers of German // *Scientific Studies of Reading.* 2018. V. 22. № 1. P. 24.
16. *Melby-Lervåg M., Lyster S.A.H., Hulme C.* Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review // *Psychol. Bull.* 2012. V. 138. № 2. P. 322.
17. *Leinenger M.* Phonological coding during reading // *Psychol. Bull.* 2014. V. 140. № 6. P. 1534.
18. *Pham A.V., Hasson R.M.* Verbal and visuospatial working memory as predictors of children's reading ability // *Arch. Clin. Neuropsychol.* 2014. V. 29. № 5. P. 467.
19. *Cartwright K.B.* Insights from cognitive neuroscience: The importance of executive function for early reading

- development and education // *Early Educ. Dev.* 2012. V. 23. № 1. P. 24.
20. Christopher M.E., Miyake A., Keenan J.M. et al. Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: a latent variable analysis // *J. Exp. Psychol. Gen.* 2012. V. 141. № 3. P. 470.
 21. Follmer D.J. Executive function and reading comprehension: A meta-analytic review // *Educational Psychologist*. 2018. V. 53. № 1. P. 42.
 22. Ахутина Т.В. Изучение чтения слов с регулярным и нерегулярным написанием у младших школьников / Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников // Под ред. Ахутиной Т.В., Иншаковой О.Б. М.: В. Секачев, 2015. С. 101.
 23. Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В. Чтение про себя у младших школьников: исследование движений глаз // *Психология. Журн. высшей школы экономики*. 2017. Т. 14. № 2. С. 219. Korneev A.A., Matveeva E.Yu., Akhutina T.V. Silent Reading in Russian Primary Schoolchildren: an Eye Tracking Study // *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*. 2017. V. 14. № 2. P. 219.
 24. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. и др. Методы нейропсихологического обследования детей 6–9 лет. М.: В. Секачев, 2016. 280 с.
 25. Barr D.J. Analyzing ‘visual world’ eyetracking data using multilevel logistic regression // *J. Mem. Lang.* 2008. V. 59. № 4. P. 457.
 26. Bates D. Fitting linear mixed models in R // *R News*. 2005. V. 5. № 1. P. 27.
 27. Dehaene S. Reading in the brain: The new science of how we read. N.Y.: Penguin, 2009. 400 p.
 28. Dehaene S., Cohen L., Morais J., Kolinsky R. Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition // *Nat. Rev. Neurosci.* 2015. V. 16. № 4. P. 234.
 29. Huestegge L., Radach R., Corbic D., Huestegge S.M. Oculomotor and linguistic determinants of reading development: A longitudinal study // *Vision Res.* 2009. V. 49. № 24. P. 2948.
 30. Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю., Ахутина Т.В. Что мы можем сказать о формировании чтения на основе анализа движения глаз? // *Физиология человека*. 2018. Т. 44. № 2. С. 75. Korneev A.A., Matveeva E.Yu., Akhutina T.V. What We Can Learn about Reading Development from the Analysis of Eye Movements // *Human Physiology*. 2018. V. 44. № 2. P. 183.
 31. Di Filippo G., Luca M. de, Judica A. et al. Lexicality and stimulus length effects in Italian dyslexics: Role of the over-additivity effect // *Child Neuropsychol.* 2006. V. 12. № 2. P. 141.

Eye Movements in Primary Schoolchildren with Different Levels of Reading Skills

A. A. Korneev^{a,*}, E. Yu. Matveeva^a, T. V. Akhutina^a

^aLomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*E-mail: korneeff@gmail.com

We studied the reading skills in primary school children (8–9 years) using neuropsychological methods and eye tracking methods. We analyzed possible correlations of the level of reading skills and the preferred reading strategy with the features of eye movements and the cognitive function of children. The study included 46 third-graders. Their reading skill was evaluated using the words with regular and irregular spelling. Based on a cluster analysis of reading performance, these children were divided into four groups according to the level and quality of reading development. Group 1 read all types of words well enough; Group 2 read well regular words and slightly worse irregular words; children of groups 3 and 4 read regular words at satisfactory level, while irregular words were read significantly worse than regular in group 3 and were not read by children of group 4. An analysis of eye movements during reading suggested that children with good reading skill are more likely to use a lexical strategy, and children with relatively poor reading skills use a sublexical strategy, which is more available to them. Moreover, an analysis of the individual differences in children with poor reading showed that some of them are able to include lexical strategy in the reading process.

Keywords: silent reading, eye-tracking, early schoolchildren, neuropsychology, reading strategies, dual route.