

УДК 159.9

Ламминтия А.М.^{*}, Защиринская О.В.^{**}, Шелетин Ю.Е.^{***}

^{*}Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Россия

^{**}Санкт-Петербургский Государственный Университет, Россия

^{***}Национальный университет информационных технологий, механики и оптики (университет ИТМО) Санкт-Петербург, Россия

Изучение глазодвигательных реакций при чтении и понимании сказок¹

Oculomotor reactions in reading and understanding of fairy tales

Аннотация

Исследовали взаимосвязь характеристик глазодвигательных реакций при чтении текста русских народных сказок с экспертной оценкой полноты изложения текста, сделанной испытуемыми в виде аннотации. Высказано предположение, что полнота изложения текста в аннотации косвенно отражает понимание текста испытуемыми. Характеристики глазодвигательных реакций отражают пропускную способность зрения, так как ключевой параметр – число захватываемых знаков – определяет скорость чтения, но не его понимание. Установлено, что число возвратов взора обратно пропорционально пониманию даже хорошо знакомого текста.

Ключевые слова: чтение, движения глаз, саккады, когнитивные процессы, интерпретация текста

Abstract

We investigated the relationship characteristics of oculomotor reactions during Russian fairy tales reading, with expert judgment of completeness of the annotations of the text made by the subjects. It is suggested that the completeness of the text in the summary indirectly reflects the understanding of the text subjects. Features oculomotor responses reflect the vision capacity - as a key parameter specifies the number of captured letters and the reading speed, but not understanding. It was found that the number of returns of the gaze inversely proportional to understanding of the even well-known text.

Keywords: reading, eye movements, saccades, fixations, cognitive processes, text

¹ Исследование выполнено в рамках финансирования научно-исследовательского проекта «Психофизиологические и нейролингвистические аспекты процесса распознавания вербальных и невербальных паттернов», проект Российского научного фонда № 14-18-02135.

Введение

Чтение представляет собой определенную последовательность действий, обусловленных целью и характеризующихся «специфическим сочетанием приемов смысловой и перцептивной переработки материала, воспринимаемого зрительно». Для большинства взрослых чтение становится чрезвычайно легким, автоматическим процессом. Однако даже в относительно благополучных, с точки зрения массового образования, странах мира около 10% населения не может успешно освоить навык чтения.

Так как фактически конечной целью процесса чтения является получение и использование информации, в процессе обучения чтению важно эффективное освоение приемов понимания информации воспринимаемой зрительно. Чтение и интерпретация информации, извлеченной из текста, являются исторически выработанной специфической коммуникативно-познавательной составляющей интеллекта. Сам процесс чтения является сложной умственной деятельностью, отдельными сторонами которой являются восприятие текста и его понимание, неразрывно связанные в единое целое. Но при этом следует также отметить, что понимание слова, фразы при чтении обеспечивается не только точностью восприятия, но и влиянием контекста. Проблема извлечения и интерпретации информации является одной из наиболее значимых в психологии мышления и обучения, так как она неразрывно связана с процессом интеллектуальной переработки информации, усвоением новых знаний и их использованием в практической деятельности. Исследования по данной проблеме проводились на самом разном материале и были ориентированы на достижение различных целей [7].

В нашей работе в качестве текстового материала нами были выбраны народные сказки, содержащие в себе скрытую мораль. Выбор текста сказок осуществлялся с учетом мнения специалистов о том, что предлагать для анализа читателя «предпочтительнее авторские и народные сказки,

проверенные временем», так как «воздействие их более предсказуемо и культурно детерминировано» [8]. Моральные нормы и оценки человеческого поведения запечатлены в сказках в образной форме, но при этом в тексте нет готовых ответов о том, как правильно себя вести и как стоит относиться к событиям из жизни персонажей. Мораль народной сказки, в целом, представляет собой определенную систему нравственных ценностей человека.

К анализу процесса чтения существуют различные подходы. В контексте естественнонаучной парадигмы применяется метод эксперимента, позволяющий исследователю получить качественную и количественную характеристику данного процесса на основе исследования движений глаз. Движения глаз – важная операциональная составляющая чтения, тесно связанная со всеми когнитивными процессами, включая праксис. Метод регистрации движений глаз применялся еще в самых ранних исследованиях процесса чтения. Существует такое предположение, что глазодвигательная активность человека синхронна с когнитивной динамикой, сопровождающей чтение, и что содержание скрытого когнитивного процесса, протекающего в данный момент времени, совпадает с содержанием того текстового фрагмента, который в этот момент фиксирует взглядом читатель [15]. По сравнению с просмотром зрительной воспринимаемой ситуации процесс чтения, являющийся уникальным родом деятельности, характерным лишь для человека, в основном, оказывает влияние на изменения лишь на уровне реализации одного из параметров саккад – их ориентацию. При работе с изображениями или видео взор наблюдателя сосредоточен преимущественно в центральной области сцены (рисунок 1 (Б)), при чтении же паттерн движений глаз принципиально иной – он представляет собой сканирующую последовательность саккад и фиксаций, полностью охватывающих весь текст (рисунок 1 (А)).



Рисунок 1 – Сравнение распределений фиксаций взора по изображению. А – при чтении текста, Б – при рассмотрении рисунка

Такое положение взора может объясняться энергетической выгодностью для зрительной системы: картина воспринимается как бы в общем, но при этом взор легко может быть перенаправлен в любую точку периферии и наблюдателю необходимо меньшее количество саккад для получения общей информации, чем при работе с текстом. В работе [2] было показано, что за счет увеличения общего количества совершаемых саккад увеличивается и нагрузка на зрительный анализатор, что при определенных обстоятельствах (например, в послеоперационный период) может негативно сказаться на его состоянии.

Благодаря автоматической природе саккад их основные характеристики будут идентичными при чтении любого текста [9]. В этом плане теряют свой первоначальный смысл ранее актуальные теории, согласно которым слова привлекают внимание читающего, и на каждое слово возникает саккада. Целью данной работы являлось исследование взаимосвязи между параметрами движений глаз при чтении текста и качеством интерпретации заложенной в нем информации – скрытой морали.

Гипотеза исследования

В качестве гипотезы в данной работе нами рассматривалось наличие специфических особенностей понимания морали известных народных сказок с учетом темпа восприятия зрительно предъявляемых наблюдателю текстов.

Методическое обеспечение исследования

Для проведения исследований была использована система iView X RED 250, которая имеет частоту дискретизации в 250 Гц для записи движения глаз. Эта система осуществляет полностью автоматизированную обработку изображения на основе бесконтактного трекинга глаз и компенсации движения головы, автоматически отслеживает динамику глазодвигательных реакций и компенсирует движения головы в широком рабочем диапазоне, выдавая точные данные о направлении взгляда и зрачке.

Процедура эксперимента

В качестве обследуемых были приглашены студенты гуманитарного профиля из различных вузов Санкт-Петербурга в возрасте 20–22 лет. Количество участников эксперимента составило 25 человек. Им были предложены для прочтения тексты пяти народных сказок, разделенных на слайды. Содержание каждого текста отличалось наличием скрытой морали, которая соотносилась с морально-нравственными дихотомиями: честность – ложь, честность – воровство, честность – коварство и обман, трудолюбие – манипулирование и праздный образ жизни, доброта – жадность.

После прочтения обследуемым необходимо было заполнить анкету, направленную на изучение понимания прочитанного материала. Для этого вначале каждому обследуемому предлагалось написать краткое изложение содержания сказок (по типу школьного изложения), определить основную мораль сказки и оценить нравственные качества главных персонажей. Все письменные ответы – оценочные высказывания студентов по 6-балльной

шкале (от 0 до 5) анализировались независимой группой экспертов (13 человек). Количество всех полученных баллов каждым студентом усреднялось, чтобы выявить общие закономерности в понимании текстов сказок и соотнести их с показателями глазодвигательных реакций по время чтения. Помимо этого экспериментатором также фиксировалось время прочтения текста и рассчитывались такие параметры, как количество фиксаций взора и печатных знаков, охватываемых за время одной фиксации.

Результаты и их обсуждение

При сравнении исследуемых параметров со временем прочтения текста были выявлены и подтверждены следующие закономерности: чем больше время прочтения, т.е. чем медленнее читал обследуемый, тем большее количество фиксаций взора совершалось, и чем больше фиксаций взора совершалось, тем меньше печатных знаков захватывалось глазом за одну фиксацию. Эти данные свидетельствуют о наличии пространственно-временной фильтрации при пропуске информации. При увеличении числа захватываемых фовеолой знаков уменьшается скорость обработки. Вероятно, существует средняя скорость обработки знаков, вводимых параллельно и последовательно, т.е. пространственно-временной квант обработки информации. В работе [3] авторами были сопоставлены индивидуальные особенности архитектуры фовеа с вероятностью правильного распознавания ориентации разрыва в элементе Ландольта при наличии помехи, и выявлена зависимость вероятности правильных ответов от диаметра фовеа и фовеолы в определенных условиях: чем больше диаметр фовеолы, тем выше вероятность правильного ответа. Область фовеа и фовеолы (рисунок 2) характеризуется наибольшей остротой зрения, так как плотность рецепторов в этой области наибольшая. Помимо этого, здесь мало выражены (а в области фовеолы и вовсе отсутствуют) слои сетчатки, которые располагаются между

слоем фоторецепторов и стекловидным телом, и это облегчает доступ света к фоторецепторам.

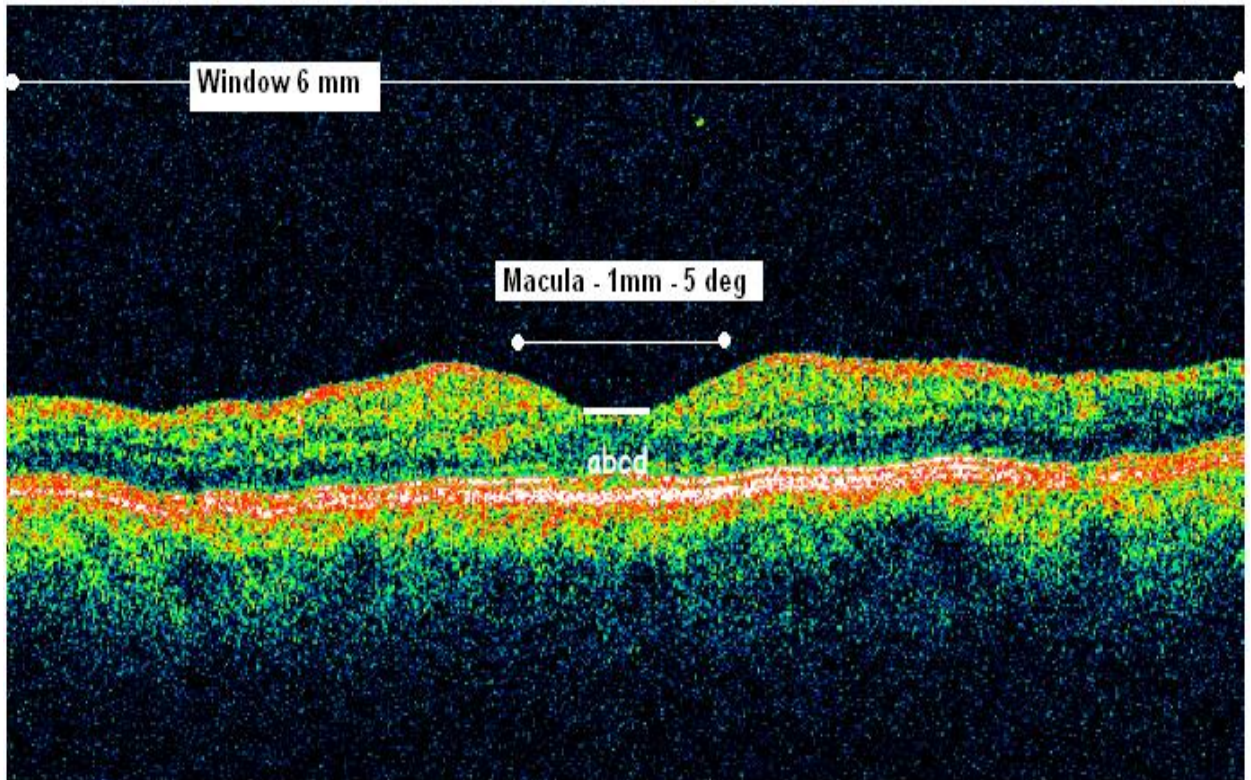


Рисунок 2 – Виртуальный срез сетчатки – сканограмма, полученная методом оптической когерентной томографии. Широкой белой линией обозначена область фовеолы. Буквы – пример захватываемых ею печатных знаков

Если предположить, что при различных размерах фовеа и фовеолы плотность рецепторов остается приблизительно одинаковой, то больший размер центральной ямки облегчает доступ фотонов к большему количеству фоторецепторов, и, тем самым, улучшает качество распознавания стимулов на пределе разрешения. Это, в свою очередь, позволяет нам сделать предположение, что пропускная способность может определяться размерами фовеолы.

Длительность саккады составила в среднем 50 мс. Длительность саккады согласно литературным данным в норме варьирует от 10 до 80 мс. Количество возвратов в среднем составило 4 на слайд. В среднем на один слайд текста читатель совершал 62 фиксации (минимум 48, максимум – 70).

Средняя продолжительность фиксации составляла 0,32 секунды, что совпадает с данными А.Л. Ярбуса о том, что средняя продолжительность фиксации обычно лежит в пределах 0,2–0,4 секунды [10]. Время фиксации имеет достаточно большую вариативность – от 100 до 500 мс, средняя продолжительность – 200–250 мс [23]. Исследователи выяснили, что минимально необходимое время фиксации, достаточное для достоверного опознавания слова, составляет примерно 50 мс [16, 20, 25]. Все остальное время тратится на анализ слова и его соотношений с контекстом и на решение о том, куда переместить точку фиксации. При чтении про себя продолжительность фиксации меньше, а амплитуда саккады больше, чем при чтении вслух [21]. Количество и длительность фиксации зависит от сложности текста, и эти значения оказывались больше по мере усложнения текстов. А. Ландольт в 1891 году в своих исследованиях движений глаз при чтении различных типов текста показал, что при чтении текста на иностранном языке глаз читателя совершает большее количество пауз (остановок, фиксаций), нежели при чтении на родном языке. Подробное изучение движения глаз при чтении (с привлечением в качестве читателей большого количества учащихся различных возрастов) провел Э. Тейлор. В его работах было показано, что с ростом опытности изменяется количество фиксаций, возвратов, длительность фиксации.

Скорость чтения в данном эксперименте составила приблизительно 1333 знака в минуту (229 слов в минуту). В среднем за одну фиксацию глаз читателя захватывал 7 знаков (рисунок 3), что также вполне согласуется с уже существующими литературными данными о том, что в момент остановки движения глаз происходит захват от 4 до 8 знаков, соответствующих разрешающей способности наблюдателя при работе с текстом.

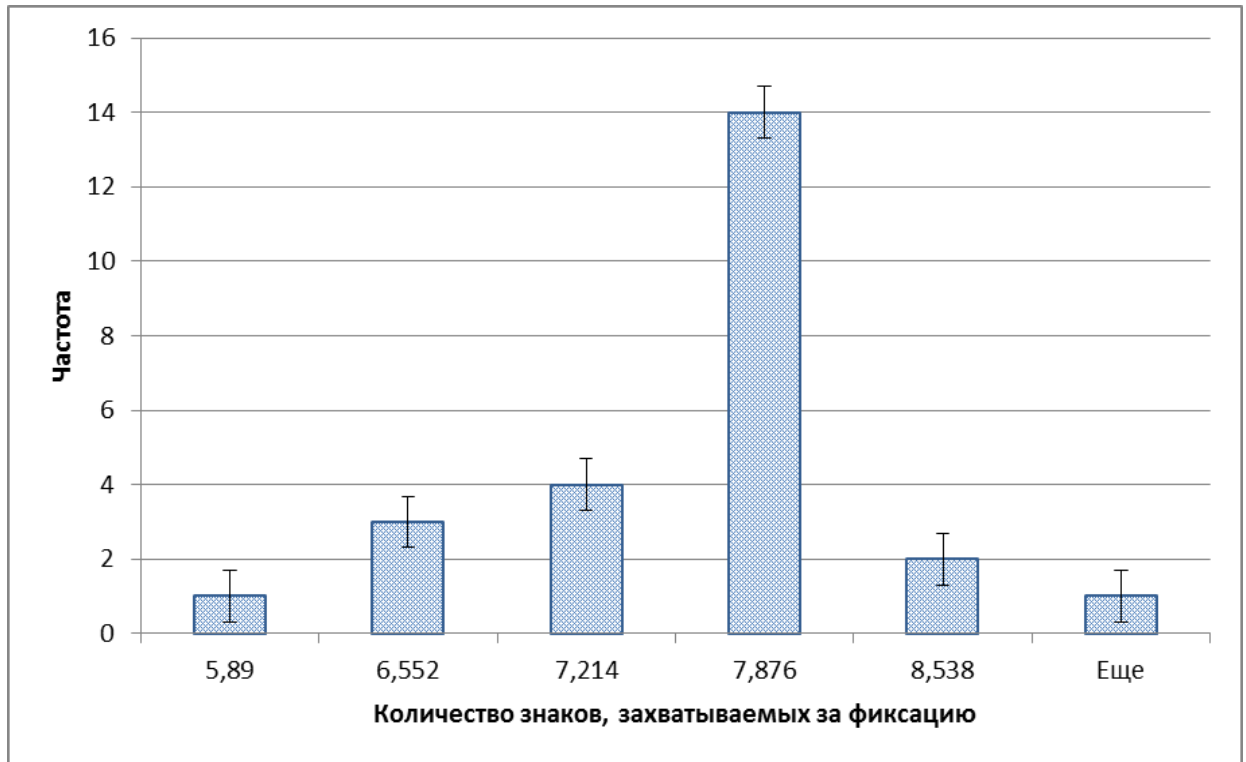


Рисунок 3 – Распределение частот встречаемости количества знаков, захватываемых глазом за фиксацию

Захват этих знаков происходит как восприятие единой целостной фигуры гештальта, определяемого возможностями фовеолы [6]. Диаметр фовеа (область с наибольшей остротой зрения) составляет примерно 21', при этом угловой размер знака примерно от 3' до 5' (при хорошем разрешении), таким образом, исходя из этих данных, можно вычислить, что в область хорошего разрешения в период фиксации попадает как раз от 4 до 7 знаков.

При анализе взаимосвязей исследуемых нами параметров факторный анализ дает три независимых фактора: первый связал время прочтения, количество фиксаций, количество знаков на одну фиксацию, длительность фиксации, скорость чтения; второй – оценку понимания и число возвратов (отрицательно); третий (простой фактор) – длительность саккады.

Интерпретация полученных результатов позволяет отметить отсутствие зависимости между пониманием скрытой морали сказок от времени прочтения их текстов. Скорость чтения не отражается на качестве восприятия и интерпретации информации, заложенной в тексте. Взаимосвязь

понимания скрытой морали также отсутствует и с такими параметрами, как количество знаков, захватываемых за фиксацию и средняя длительность саккады. Полученный факт согласуется с данными литературы, свидетельствующими о том, что декодирование и интерпретация прочитанного – относительно независимые навыки [17]. Однако, несмотря на отсутствие зависимости между пониманием скрытой морали и вышеназванными параметрами, корреляционный анализ показал наличие связи между количеством возвратов и пониманием. Это может быть связано с тем, что локус распределения внимания не всегда совпадает с направлением взора [12, 14] и, вероятно, наблюдателю приходилось возвращать направление взора к той области, содержание которой было упущено или представило сложность для восприятия.

Помимо того в экспертной группе были выбраны два участника наиболее различные по целому ряду параметров (возраст, образование, пол) и было проведено сравнение выставленных ими экспертных оценок между собой (рисунок 4). Такая зависимость показывает, что все возможные различия в оценке такого материала разными людьми минимальны.

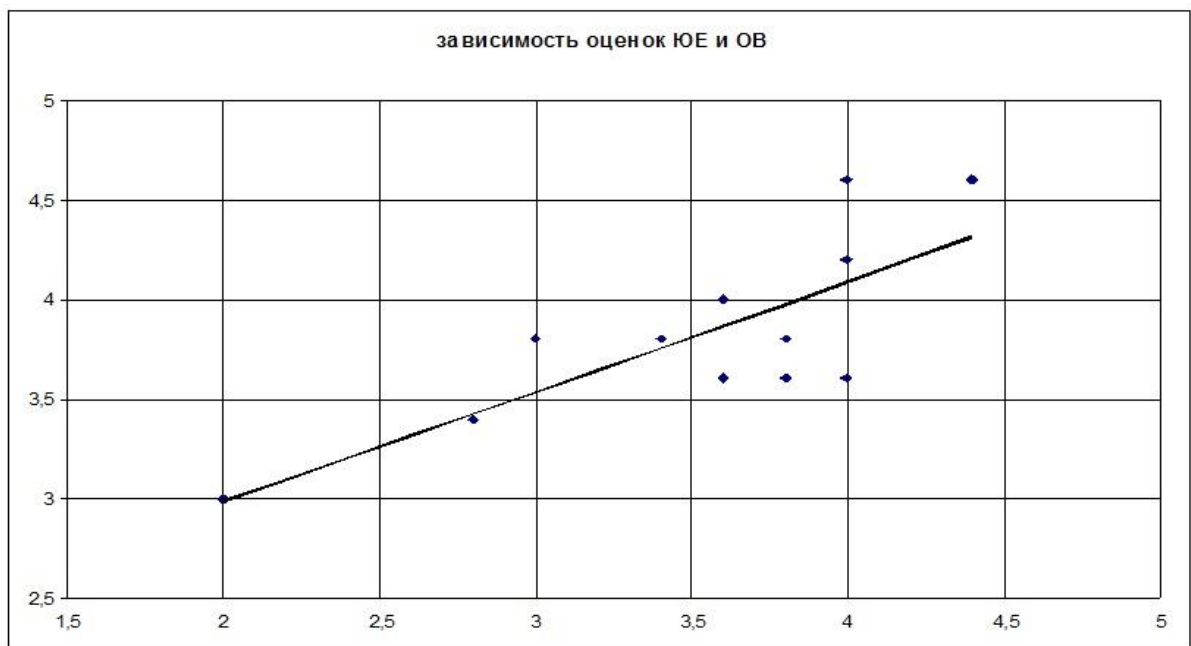


Рисунок 4 – Взаимосвязь оценок на примере двух участников экспертной группы

Несмотря на отсутствие зависимости по результатам этой работы, следует отметить что это не означает, что данной зависимости нет в принципе. На скорость чтения и интерпретацию информации могут повлиять многие, как внешние, так и внутренние факторы: возраст, опытность читателя (чем неопытнее читатель, тем чаще его глаз останавливается на строке, тем меньше скорость чтения), сложность текста, важность извлекаемой из текста информации, окружающая читателя обстановка, психологическое и физическое состояние читателя. Например, примерно 90% всего времени чтения при чтении нот занимают фиксации. И само чтение нот отличается от чтения «обычного» текста – оно подчинено темпу музыкального произведения и ограничено его временем и временем, необходимым для быстрой обработки информации исполнителем. Зрительная форма читаемого текста и его содержание – категории многомерные, которые описываются большим количеством признаков и каждый из этих признаков по-разному может влиять на тот или иной параметр или совокупность параметров глазодвигательной активности.

С помощью методик, позволяющих вносить изменения в текст в зависимости от параметров движений глаз, было установлено, что при чтении область внимания или, по крайней мере, зона детекции зрительных событий – так называемое «функциональное зрительное поле» – распределено относительно точки фиксации не симметрично, а со сдвигом в сторону обычного направления сканирования текста: если в экспериментах одна из букв вдруг начинала вращаться на своей позиции, то такие изменения замечались на расстоянии 4-х позиций слева и 14-ти справа от точки фиксации [1, 23]. Помимо этого эти исследования также выявили связь продолжительности зрительных фиксаций с общей частотностью слов в языке, трудностями их понимания и соответствием семантическому и синтаксическому контексту. В свою очередь, на размер оперативного поля зрения (и, в свою очередь, на объем фиксации) влияет его пространственная

организация. Поэлементное размещение информации ведет к такому же поэлементному способу ее восприятия [4].

Известно, что при чтении около 25–30% слов не фиксируются. Обычно это служебные и короткие, двух-четырёх буквенные слова. В исследованиях [13, 15, 22] показано, что полноценные слова зафиксированы в 85% случаев, тогда как служебные слова – 35% случаев. С другой стороны, на длинных или незнакомых читателю словах могут совершаться множественные фиксации и рефиксации. Существует прямое соотношение между длиной слова и вероятностью его фиксации [19]. На пробелах между словами фиксации не совершаются [11, 18], но при отсутствии пробелов возникают некоторые трудности чтения текста. Эти данные подтверждают, что процесс чтения – это не просто процесс распознавания букв и слов, но и их понимание, осознание смысла предложения и текста в целом. Слова в предложении связаны друг с другом семантическим и лексическим образом, составляя определенную мысль и стройное описание. Влияние психолингвистических факторов отражается на характере движений глаз при чтении.

Кроме того, следует учитывать, что значимость локализации и длительности фиксации взора не обязательно обеспечивает полную и точную информацию о локусе и длительности реализации когнитивных процессов с учетом различных условий переработки информации. В исследованиях [12, 14] показано, что локус распределения внимания не всегда совпадает с направлением взора – внимание и другие познавательные процессы могут быть сосредоточены на чем-то находящемся вне области фиксации. Сам термин «фиксация» предполагает неподвижность взора относительно некоего внешнего объекта. Однако в процессе фиксации возможны медленные, дрейфовые движения глаз, приводящие к смещению взгляда по объекту, что делает нечеткими различия между отдельными фиксациями. От таких неоднозначностей свободно понятие «длительность межсаккадических

интервалов», так как в нем нет привязки к внешнему или внутреннему плану деятельности, а также не предъявляется требование к неподвижности глаз. Длительность этих интервалов служит параметром оценки сложности психических процессов [5]. Средняя длительность межсаккадических интервалов в проведенном исследовании чтения сказок составила 0,3 с, что соответствует уровню непосредственного взаимодействия.

На полученных результатах, несомненно, сказался и тот факт, что в данном эксперименте обследуемым предлагались простые и знакомые с раннего возраста тексты народных сказок, и, таким образом, это не дает оснований полностью отрицать наличие взаимосвязи между скоростью чтения и пониманием скрытой морали прочитанного. Вероятно также и то, что использованный в данной работе подход в оценке понимания не дает нам полное право утверждать, что взаимосвязь достоверно отсутствует. Понимание морали, заложенной в тексте сказки, непосредственно связано с реализацией сложных когнитивных процессов и требует более детального изучения.

Список использованных источников

1. Барабанщиков В.А. Динамика зрительного восприятия. М., Наука. 1990.
2. Бауэр С.М., Бегун П.И., Ламминпия А.М., Шелепин Ю.Е. Об энергозатратах глаза при чтении // Сборник трудов конференции "Биомеханика глаза 2009". М. 2009. С. 3-6.
3. Вахрамеева О.А., Сухинин М.В., Моисеенко Г.А., Муравьева С.В., Пронин С.В., Волков В.В., Шелепин Ю.Е. Изучение порогов восприятия в зависимости от геометрии фовеа. Сенсор. Системы. 27 (2). 2013. С. 122-129.
4. Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. М., Изд-во МГУ. 1978.
5. Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Теория и методы анализа проблемностей в сложной операторской деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа. М., Институт психологии РАН. 1999. С. 6-79.
6. Кемпбелл Ф.В., Шелепин Ю.Е. Возможности фовеолы в различении объектов. Сенсор. Системы. 4(2), 1990. С. 181-185.
7. Лебедева И.С. Творческая и практическая значимость заданий при обучении чтению студентов технического вуза. Высшее гуманитарное образование XXI века: Проблемы и перспективы. // Мат-лы пятой междун. науч.-практ. конф. Самара, ПГСГА, 2010.
8. Радина Н.К. Истории и сказки в психологической практике. СПб., 2006.
9. Филин В.А. Автоматия саккад. М., Изд-во МГУ, 2002.
10. Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. М., Наука, 1965.
11. Abrams S.G., Zuber B.L. Some temporal characteristics of information processing during reading. Reading Research Quarterl. 12, 1972. P. 41-51.

12. Bouma H. Visual search and reading: Eye movements and functional visual field: A tutorial review. *Attention and performance*. Hillsdale, NJ. Erlbaum. 7, 1978.
13. Carpenter P.A., Just M.A. What your eyes do while your mind is reading. *Eye movements in reading: Perceptual and language processes*. New York. Academic Press, 1983. P. 275-307.
14. Currie C., McConkie G.W., Carlson-Radvansky L.A., Irwin, D.E. The role of the saccade target object in the perception of a visually stable world. *Perception & Psychophysics*. 62, 2000. P. 673-683.
15. Just M.A., Carpenter R.A. A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*. 87, 1980. P. 329-35.
16. Ishida T., Ikeda M. Temporal properties of information extraction in reading studied by a text-mask replacement technique. *Journal of the Optical Society A: Optics and Image Science*. 6, 1989. P. 1624-1632.
17. Magnusson E., Naucler K. Reading and spelling in language disordered children – linguistic and metalinguistic prerequisites: report on a longitudinal study. *Clinical Linguistics and Phonetics*. 4, 1990. P. 49-61.
18. Rayner K. Parafoveal identification during a fixation in reading. *Acta Psychologica*. 39, 1975. P. 272-282.
19. Rayner K., McConkie G.W. What guides a reader's eye movements. *Vision Research*. 16, 1976. P. 829-837.
20. Rayner K. Eye movements, perceptual span, and reading disability. *Annals of Dyslexia*. 33, 1983. P. 163-173.
21. Rayner K. Visual selection in reading, picture perception, and visual search: A tutorial review. *Attention and performance*. Hillsdale, NJ. Erlbaum. 10, 1984.
22. Rayner K., Duffy S.A. On-line comprehension processes and eye movements in reading. *Reading research: Advances in theory and practice*. New York. Academic Press, 1988. P. 13-66.

23. Rayner K., Sereno S.C. Eye movements in reading: Psycholinguistic studies. Handbook of psycholinguistics. NY. Academic Press, 1994.
24. Rayner K. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. Psychological Bulletin. 124(3), 1998. P. 372-422.
25. Slowiaczek M.L., Rayner K. Sequential masking during eye fixations in reading. Bulletin of the Psychonomic Society. 25, 1987. P. 175-178.