

**ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ /  
PEDAGOGICAL PSYCHOLOGY**

УДК 37.015.31

DOI: 10.15507/1991-9468.102.025.202101.091-109



Оригинальная статья

**Анализ окулomotorной активности, наблюдаемой  
при изучении образовательного материала  
с экрана****В. А. Соловьева<sup>1,2\*</sup>, С. Б. Вениг<sup>1</sup>, Т. В. Белых<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»,  
г. Саратов, Российская Федерация<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава  
России, г. Саратов, Российская Федерация,\* [v.a.solovyova@gmail.com](mailto:v.a.solovyova@gmail.com)

**Введение.** В исследовании анализируется проблема создания образовательных интернет-ресурсов. Несмотря на многочисленные работы, касающиеся важности использования информационных технологий в образовательном пространстве, остается открытым вопрос об основах рациональной организации данного процесса. Цель статьи – проанализировать закономерности, наблюдающиеся в проявлении окулomotorной активности при чтении обучающимися образовательной информации с экрана, и способы их использования для создания образовательных интернет-ресурсов.

**Материалы и методы.** Для изучения взаимодействия студентов с образовательной информацией на экране авторы использовали метод окулографии. Окулomotorные характеристики обучающихся записывались с помощью системы SMI iView X. Результаты исследования обрабатывались программами BeGaze, IBM SPSS Statistics 22. В эксперименте участвовали 100 респондентов, 50 из которых обучались по естественно-научным направлениям, 50 – по гуманитарным.

**Результаты исследования.** Наличие изображений оказывает влияние на окулomotorную активность обучающихся: студенты совершают меньше фиксаций и саккад, средняя длительность саккад увеличивается, значение показателя Scanpath Length снижается. Направленность обучения формирует стратегии работы с информацией на экране: студенты естественно-научных направлений читают текст дольше, моргают реже, значение показателя Scanpath Length у них выше. При формировании образовательных интернет-ресурсов разработчику следует учитывать, обучающиеся каких направлений будут работать с материалом. Изображения на образовательных интернет-страницах воспринимаются студентами как упрощающий фактор для выполнения когнитивной задачи чтения, однако на сами изображения студенты практически не обращают внимания. Это может быть связано с особенностями процесса обучения, в котором их основное внимание направлено на освоение текстов.

**Обсуждение и заключение.** Результаты исследования открывают новое направление в изучении проблемы рациональной организации процесса обучения с использованием технических устройств. Материалы статьи могут быть интересны разработчикам образовательных интернет-ресурсов, а также практикующим педагогам и психологам.

*Ключевые слова:* окулomotorная активность, движение глаз, айтрекер, фиксация, саккада, моргание, зрительное восприятие, психология восприятия, чтение

© Соловьева В. А., Вениг С. Б., Белых Т. В., 2021

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



*Благодарности:* авторы выражают благодарность декану психологического факультета Л. Н. Аксеновской за предоставленную возможность проведения эксперимента на айтрекере и сотрудникам лаборатории когнитивной психологии Е. М. Зинченко, Е. Б. Князеву за оказанную поддержку и своевременные консультации по возникающим вопросам, анонимным рецензентам данной статьи за проделанную работу.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Для цитирования:* Соловьева, В. А. Анализ окуломоторной активности, наблюдаемой при изучении образовательного материала с экрана / В. А. Соловьева, С. Б. Вениг, Т. В. Белых. – DOI 10.15507/1991-9468.102.025.202101.091-109 // Интеграция образования. – 2021. – Т. 25, № 1. – С. 91–109.

Original article

## Analysis of Students' Oculomotor Activity Observed when Reading from the PC Screen

V. A. Solovyova<sup>a,b\*</sup>, S. B. Venig<sup>a</sup>, T. V. Belykh<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Saratov State University, Saratov, Russian Federation

<sup>b</sup> V.I. Razumovsky Saratov State Medical University,  
Saratov, Russian Federation,

\* v.a.solovyova@gmail.com

**Introduction.** This paper analyzes the problem of formation of educational Internet resources. Despite numerous works concerning the importance of using information technologies in the education, the issue of its rational organization remains understudied. The purpose of the article is to analyze what patterns are observed when students read educational information from the screen, and how these patterns can be used to create educational Internet resources.

**Materials and Methods.** To study the interaction of students with educational information on the screen, the authors used the method of oculography. The results were processed using the BeGaze and IBM SPSS Statistics 22 programs. In total 100 respondents participated in the experiment, 50 of which were trained in the natural sciences, 50 – in the humanities.

**Results.** It is determined that the presence of media text influences the oculomotor activity of students: students commit fewer fixations and saccades, the average duration of saccades increases, the value of the Scanpath Length indicator decreases. It was revealed that the orientation of training forms strategies for working with information on the screen: students of natural sciences read texts longer, blink less often; they have a higher Scanpath Length value. When forming educational Internet resources, the developer should take into account the students' specialisms with reference to e-material. It should also be borne in mind that the presence of images on educational Internet pages is perceived by students as a simplifying factor for completing the cognitive task of reading, but students practically do not pay attention to the images themselves. This may be attributed to the specificity of the learning process, when their main focus is on written texts acquisition.

**Discussion and Conclusion.** The results of the study open a new direction in the study of the problem of rational organization of the student's learning process using technical devices and may be of interest to developers of educational Internet resources, as well as practicing teachers.

*Keywords:* oculomotor activity, eye movement, eye tracker, fixations, saccades, blinks, visual perception, psychology of perception, reading

*Acknowledgments:* The authors are thankful to Prof. L.N. Aksenovskaya, Dean of Psychology Faculty of Saratov State University for the opportunity to work with the eye-tracker and the staff of the cognitive psychology laboratory of Saratov State University E. Zinchenko and E. Knyazev for support and timely advice. The authors also would like to thank the anonymous reviewers of this article for their work.

*The authors declare no conflict of interest.*

*For citation:* Solovyova V.A., Venig S.B., Belykh T.V. Analysis of Students' Oculomotor Activity Observed when Reading from the PC Screen. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*. 2021; 25(1):91-109. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.102.025.202101.091-109>

### Введение

В связи с расширением влияния информационных технологий на жизнедеятельность человека необходимо понимать, каким образом можно устроить максимально продуктивную работу системы «человек – машина». Данный вопрос актуален и для образовательного пространства, поскольку современный обучающийся необратимым образом интегрирован в технологическую информационную культуру и свои образовательные потребности реализует преимущественно с ее помощью. В выбранном контексте формируется вопрос: каким образом обучающийся взаимодействует с образовательной информацией на экране [1]. Для его решения необходимо учитывать особенности читающего – возраст, образование, языковые знания, т. е. все, что закладывает основу его когнитивных процессов. Должны учитываться и условия, формирующие образовательную ситуацию, например, характеристики текста – его лингвистическая сложность, структуризация, оформление.

Возможными источниками сбора научно проверяемой информации в рамках обозначенной проблематики могут стать методы инструментальной психодиагностики, позволяющие расширить знания в области когнитивной деятельности человека (процессы внимания, изучения, запоминания). Наиболее известным и повсеместно используемым среди них, на наш взгляд, является метод окулографии [2], позволяющий отследить характер визуального взаимодействия с объектом исследования.

Цель данной работы – проанализировать, какие закономерности лежат в чтении обучающимися образовательной информации с экрана и как их можно использовать для создания образовательных интернет-ресурсов.

Объектом исследования выступает субъектная психофизиология обучающихся,

предметом – восприятие студентом образовательной информации с экрана.

### Обзор литературы

Окулография или айтрекинг (англ. eye – глаз, tracking – отслеживание) – это технология, используемая для отслеживания, регистрации и записи движений глаз пользователя, которые иначе называются окуломоторными характеристиками. В основе методики лежит оценка отражения инфракрасного цвета роговицей глаза [3]. Область применения данного инструмента достаточно широка – социально-политические и демографические исследования [4], UX-тестирования, разработка компьютерных игр, технологий виртуальной реальности [5], когнитивная лингвистика, медицина и веб-дизайн [6], диагностика состояния здоровья спортсменов и их готовность к соревнованиям [7], процессы изучения, переработки и анализа информации, в том числе применительно к процессам поиска информации, чтения и перевода текстов, выполнения тестов, принятия решений<sup>1</sup>.

Можно выделить достоинства и недостатки метода окулографии в изучении когнитивных процессов при чтении информации. Перечислим достоинства:

1. Точное отслеживание и детализирование зоны ресурса, куда был направлен прямой взгляд исследуемого [8]. Это в свою очередь косвенно характеризует индивидуальную логику интеграции компонентов текста в целостное семантическое образование<sup>2</sup>.

2. Бесконтактный характер, использование методологии не мешает процессу чтения [1; 9].

3. Объективность полученных результатов, исключение грубой ошибки из-за необходимости калибровки оборудования.

К недостаткам можно отнести следующие:

1. Невозможность отследить, какая информация схватывается периферическим

<sup>1</sup> Соловьева В. А. Различия в восприятии информации на экране – физики и лирики // Нано- и био-медицинские технологии. Управление качеством. Проблемы и перспективы: сборник научных статей. Саратов: СГУ, 2018. С. 200–208. URL: [https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2018/05/08/sbornik\\_fnbmt\\_v\\_100letiyu\\_f-m.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2018/05/08/sbornik_fnbmt_v_100letiyu_f-m.pdf) (дата обращения: 08.10.2020).

<sup>2</sup> Оганов С. Р., Корнев А. Н. Саккады как показатель индивидуальной вариативности стратегий анализа текста: чтение научного текста студентами 2–4 курсов // Когнитивная психология: методология и практика. Коллективная монография. СПб.: Изд-во ВВМ, 2015. С. 212–220.



зрением<sup>3</sup>. Учитывая, что информация вне фиксируемого слова также обрабатывается, возможна диссоциация между фиксацией и вниманием [10]. Потому результаты экспериментов с использованием айтрекинга еще не характеризуют механизм протекания когнитивных процессов.

2. Отсутствие четко разработанного стандартизированного инструментария по анализу получаемых характеристик [11], что предопределяет сложность интерпретации полученных результатов и их сопоставления к когнитивным процессам<sup>4</sup> [8]:

2.1. Распределение внимания еще не означает понимания текста: пока глаза читающего находятся в процессе движения, он не воспринимает текст [12], новая информация усваивается полностью, если укладывается в существующие когнитивные рамки читающего.

2.2. Наличие задержки взгляда может трактоваться двояко: внимание могло привлечь как содержание, так и оформление.

Следует учитывать, что движение глаз опосредованно может рассказать о мыслях, эмоциях и чувствах человека.

При использовании метода окулографии обычно оцениваются следующие метрологические характеристики: моргания, фиксации, саккады, а также показатель Scanpath Length – длина пути, пройденного взглядом. Рассмотрим их подробнее.

*Моргания.* Механизм моргания А. Р. Шакурова определяется, «как часть процесса зрительного восприятия выполняет ряд защитных функций и находится во взаимозависимой связи с процессами восприятия и переработки зрительной информации» [13]. При моргании часть информации теряется, так как подавляется восприятие визуальной информации, поэтому при выполнении сложной когнитивной задачи, требующей повышенного внимания, количество и частота морганий снижаются. Данный факт позволяет сделать выводы о сконцентрированности

обучающегося при изучении информации с экрана. Согласно исследованиям Л. Н. Орчада, при внимательном изучении материала число морганий снижается до пяти в минуту [14]. Повышенное значение показателя будет характеризовать низкую нагрузку на рабочую память [15], что может быть интерпретировано в нескольких ключах: рассеянность или незаинтересованность обучающегося при выполнении задания [16] или же относительная простота задания.

*Фиксации* – стабильное состояние движения глаз, характеризующее когнитивные усилия испытуемого детализировать воспринимаемую информацию. Во время фиксаций визуальные сигналы подаются в мозг, потому данный показатель характеризует, как испытуемый обрабатывает информацию<sup>5</sup>. Увеличение длительности фиксации означает возрастающую нагрузку на рабочую память (например, при чтении редко употребляемых слов и сложных грамматических структур, выполнении сложных мыслительных задач). Если продолжительность фиксаций ниже, то, по мнению И. А. Дегтяренко и А. Б. Леоновой, это будет говорить о «доминировании процессов пространственного распределения внимания в поле восприятия и меньшей упорядоченности стратегий зрительного поиска» [17]. Потому данный показатель может использоваться как для определения удобочитаемости текста<sup>6</sup> [18], так и для характеристики сконцентрированности обучающегося при изучении образовательного материала.

*Саккады*, согласно Дж. Загерманну, являются быстрыми движениями глаз, которые могут наблюдаться между двумя фиксациями. Каждое такое движение длится в среднем 30–80 мс [15]. Считается, что новая информация во время саккад не приобретается [19]. При интерпретации данного метрологического показателя делаются следующие предположения:

<sup>3</sup> Hilal M. Using Eye Tracking for Evaluation of Information Visualisation in Web Search Interfaces. Doctorate Thesis. RMIT University, Melbourne, Victoria, Australia, 2013. 224 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/16745783.pdf?repositoryId=583> (дата обращения: 08.10.2020).

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Барабаничиков В. А., Жегалло А. В. Айтрекинг: Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике: учебное пособие. М.: Когито-центр, 2014. 128 с.

большее количество саккад может указывать на процесс поиска информации, а не на ее внимательное прочтение<sup>7</sup>. В результате исследований было выявлено, что неуспевающие студенты совершают достоверно большее количество саккад<sup>8</sup>; увеличение скорости и длины саккады будет характеризовать высокую когнитивную нагрузку; уменьшение скорости саккады может указывать на усталость участника исследования [15].

*Scanpath Length.* Данный показатель характеризует общий объем информации, изученный через расчет длины пройденного взглядом пути. Данная характеристика анализируется при задачах поиска как источник информации об оптимальном расположении объектов и, соответственно, эргономичности интернет-страниц<sup>9</sup> [20].

В. Чжан относит чтение к сложной когнитивной задаче [21], это не просто пассивный процесс узнавания слов в строке, а активный процесс, в ходе которого читающий индивидуально определяет, где следует зафиксировать свое внимание. И. Ю. Мур отмечает, что обычно в поле внимания попадают от 20 до 70 % слов в строке [12]. Далее читающий, считает С. Уэйншенк, интерпретирует и предугадывает содержание текста<sup>10</sup>. В результате формируется шаблон обработки человеком информации, знание которого позволит предугадывать успешность прочтения текста, распределения внимания.

При анализе метрологических oculomotorных характеристик – фиксаций и регрессий, было определено, что наибольшее внимание уделяется сложным словам для устранения их неоднозначности. Это объясняется дополнительной когнитивной нагрузкой на оперативную память, которую испытывает читающий для интерпретации смысла всего предложения. Учитывая, что человек в процессе чтения применяет имплицитные знания

о структуре языка, лексика языка и структура предложений оказывают определенное систематическое влияние на движение глаз, характер когнитивной деятельности, как и синтаксические и семантические характеристики слов [22]. Г. Э. Рэйни с соавторами сюда же относят следующие параметры текста: длину слов, частоту их использования в тексте, лексическую двусмысленность слов и выражений, ограничения, формируемые контекстом, сложность предложений [23].

Результаты исследований показывают, что окуломоторные характеристики при изучении текстов на родном и иностранном языках имеют статистически значимые различия – при изучении текстов на родном языке возрастают число и частота фиксаций, на иностранном (в рассматриваемом случае на английском) – число и частота саккад [24]. В. А. Демарева определяет, что значение имеет и уровень владения языком – чем выше уровень знания английского, тем менее длительные фиксации совершают испытуемые [9]. Оказывают влияние тип и размер шрифта. Согласно результатам исследований Г. Франкена, чем больше размер шрифта, тем быстрее студенты читают текст, при этом увеличивается количество фиксаций и уменьшается их продолжительность [25]. С. Уэйншенк дополняет – избыточное количество декоративных элементов в шрифте может затруднить распознавание образов букв и усложнить когнитивную задачу<sup>11</sup>.

Несмотря на многочисленность публикаций по данной проблематике, практически отсутствуют исследования по изучению возможностей применения окулографии, которые позволили бы определить базовые положения по формированию образовательных интернет-ресурсов. По мнению О. А. Залаты и Ю. А. Еременко, «внедрение инновационных технологий в образовательный процесс должно быть

<sup>7</sup> Hilal M. Using Eye Tracking for Evaluation of Information Visualisation in Web Search Interfaces.

<sup>8</sup> Оганов С. Р., Корнев А. Н. Саккады как показатель индивидуальной вариативности стратегий анализа текста: чтение научного текста студентами 2–4 курсов.

<sup>9</sup> Барабанищев В. А., Жегалло А. В. Айттрекинг: Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике: учебное пособие.

<sup>10</sup> Уэйншенк С. 100 главных принципов дизайна. СПб.: Питер, 2012. 272 с.

<sup>11</sup> Там же.



взвешенным и основанным на результатах научных исследований» [26]. Авторы статьи впервые проанализировали различия в изучении образовательного материала на экране у студентов гуманитарного и естественно-научного профилей обучения и в восприятии образовательного текста на экране с изображениями и без них.

### Материалы и методы

Для выполнения эксперимента использовалась технология Eye-tracking (видеоокулография). Запись движения глаз велась с помощью системы SMI iView X, модель RED 500 System (SensoMotorik Instruments GmbH). Полученные результаты обрабатывались программами SMI Be Gaze, IBM SP SS Statistics 22.

#### Алгоритм проведенной работы

##### *Разработка стимульного материала.*

В рамках эксперимента были подготовлены 10 страниц с образовательным содержанием по пяти предметам. Тематика подбиралась таким образом, чтобы материал был малоизвестным для испытуемых, а структура разработанных страниц отражала реально используемый в сети формат представления образовательного контента. При этом были исключены дополнительные факторы: наличие рекламы, ссылки на другие страницы сайта, цвета подложки страницы. По каждому предмету были созданы по две страницы, при этом одна из страниц обязательно сопровождалась изображениями. Различным образом оформлялся текст (членение на 2 или 3 колонки, подача материала без абзацного отступа и с отступом, выделение цветом, полужирным шрифтом или курсивом смысловых единиц текста), т. е. формировались структура и концептуальные моменты, на которых предположительно должно было бы быть сконцентрировано внимание испытуемых.

*Проект опросников для характеристики работы испытуемых с материалом.* Первая часть вопросов направлена на выявление запоминаемости материала: к каждой странице были подготовлены три содержательных вопроса по изученному материалу. Для того чтобы было возможно определить, каким образом ис-

пытуемый выбрал тот или иной вариант ответа, были разработаны три фиксирующие модели, одну из которых студент выбирал вместе с вариантом ответа: «знал ответ на вопрос ранее», «отвечал интуитивно», «запомнил при изучении материала». Далее анализировалось субъективное отношение респондентов к изученному материалу: после проведения эксперимента испытуемому предоставлялись распечатки страниц, на основании которых он оценивал по 10-балльной шкале сложность прочитанного материала, а также описывал собственные ощущения – насколько легко или сложно было работать с ресурсом и почему.

1. Определение когнитивной задачи, которая ставится перед испытуемым: «Изучить образовательный материал на экране и ответить на три вопроса по содержанию».

2. Формирование группы выборки. Выборка – 100 студентов старших курсов ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский университет им. Н. Г. Чернышевского», из них: 50 обучаются по гуманитарному направлению; 50 – по естественно-научному.

3. Формирование итогового сценария исследования. Сценарий эксперимента был построен следующим образом:

– знакомство с местом работы, объяснение правил пользования прибором, постановка цели (когнитивная задача);

– калибровка прибора;

– демонстрация испытуемому в установленной очередности разработанных страниц, после каждой из которых представлялись страницы с содержательными вопросами, ответы на которые он выбирал кликом мышки. Время на изучение материала не ограничено;

– описание своих ощущений согласно второй части опросника (см. п. 3).

От участников исследования требовалось сконцентрировать свое внимание на представленном материале, поэтому для сохранения их максимальной концентрации было принято решение разделить эксперимент на два этапа, не превышающие 20–30 мин. каждый. Такое решение продиктовано результатами пробного

эксперимента. В нем участвовали шесть студентов, для которых непрерывное изучение десяти страниц подряд (около часа работы) оказалось утомительным.

### Результаты исследования

Прежде всего была изучена характеристика «время прочтения текста». При оценке времени, затраченном обучающимися на чтение текста, статистически значимых различий между страницами без изображений и с ними обнаружено не было. Учитывая, что в отличие от текста в оценке не отражен «объем» графики, которую изучали и старались отразить обучающиеся, можно предположить, что на прочтение текстов без сопутствующего иллюстративного материала студентам требовалось больше времени. Данный факт может характеризовать сразу несколько положений. Предположим, что время прочтения взаимосвязано с глубиной прочтения, тогда можно сделать вывод – студент читает текст без графики более внимательно. Если же длительность чтения текста будет скорее характеризовать его неэргономичность и сложность для восприятия, то страницы с графическим материалом могут быть охарактеризованы как более приспособленные для студенческих потребностей. Частично данный факт подтверждают ответы студентов, которые в большинстве своем постулировали, что с визуальным материалом изучение страницы более легкое и удобное (по критерию Стьюдента различия в субъективном оценивании значимые). Однако провести однозначную параллель между данным выводом и глубиной прочтения текста невозможно.

Было определено, что студенты естественно-научных направлений на изучение информации тратят больше времени (были зафиксированы статистически значимые различия согласно критерию Стьюдента). Скорее всего это связано с их большей успешностью в ответах на вопросы по содержанию материала (табл. 1). При полноценном (с пониманием) чтении

текста одно слово рассматривается около 200 мс, при беглом – величина показателя внимательности снижается<sup>12</sup>. Согласно полученным результатам, студенты естественно-научных и гуманитарных направлений читали текст очень внимательно (среднее время прочтения одного слова – 534 и 486 мс соответственно).

Следующим этапом исследования стала обработка результатов окуломоторной активности обучающихся. Были изучены следующие характеристики: частота и продолжительность морганий, количество совершенных фиксаций, их частота и продолжительность, число совершенных саккад, их частота и продолжительность, длина пути, пройденного взглядом (Scanpath Length).

1. *Частота и продолжительность морганий.* В среднем участники эксперимента совершили около 17 морганий в минуту (рис. 1), и только 15 % участников моргали реже 5 раз в минуту. Для определения эффективности запоминания информации студентами [27] были изучены их ответы на содержательные вопросы, которые позволили выявить успешность запоминания информации по только что прочитанному материалу. Так, студенты, моргавшие в течение всего эксперимента менее 5 раз, чаще запоминали и давали правильные ответы (табл. 2). Следовательно, имеющиеся в литературе сведения о зависимости между частотой моргания и внимательностью обучающихся для ситуации чтения с экрана частично подтверждены. Однако не следует терять из вида дополнительные причины, которые могли вызвать учащенное моргание респондентов. Например, чтение текста с экрана могло вызвать повышенное утомление и сухость глаз [28], особенно в связи с тем, что для оформления был выбран белый цвет подложки; участники исследования могли быть тревожными, настороженными или усталыми; выбранные темы были простыми либо сложными.

Частота морганий в среднем статистически не изменялась при изучении всех предъявленных стимулов. Следовательно,

<sup>12</sup> Барабанищikov В. А., Жегалло А. В. Айттрекинг: Методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике: учебное пособие.

ни тематика текстов, ни структуризация информации на данный параметр значительным образом не влияют (см. рис. 1, табл. 1).

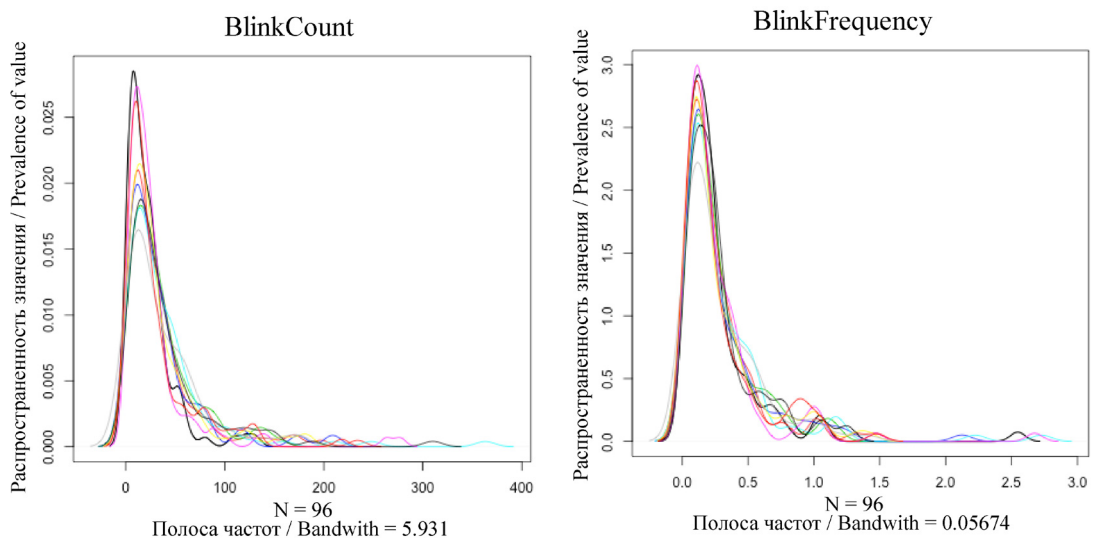
Далее было проанализировано, влияют ли направление обучения на частоту и продолжительность морганий. По результатам исследования оказалось, что студенты естественно-научных направлений моргают реже, чем студенты-гуманитарии (раз-

личия по критерию Манна – Уитни статистически значимые). В выборке моргавших реже 5 раз/мин. их также больше: в случае поиска информации – в 1,2 раза; чтения – в 1,8 раз [29]. Кроме того, студенты естественно-научных направлений чаще запоминали и давали правильные ответы, реже отвечали наугад, однако значимость указанных различий не подтверждена (табл. 2).

Т а б л и ц а 1. Параметры морганий

T a b l e 1. **Blinking characteristics**

Страница с изображениями / Pages with pictures	Параметры морганий / Blinking characteristics		
	Количество, ед. / Number, unit	Частота, ед./сек / Frequency, unit/s.	Средняя продолжительность, мс / Average duration, ms
стимул 1 / stimulus 1	22,55	0,272	228,57
стимул 2 / stimulus 2	35,31	0,272	252,14
стимул 3 / stimulus 3	35,49	0,287	239,46
стимул 4 / stimulus 4	40,09	0,306	273,38
стимул 5 / stimulus 5	30,04	0,280	225,69
стимул 6 / stimulus 6	33,35	0,275	245,84
стимул 7 / stimulus 7	36,08	0,277	232,15
стимул 8 / stimulus 8	40,51	0,286	260,16
стимул 9 / stimulus 9	30,03	0,272	242,84
стимул 10 / stimulus 10	36,34	0,264	316,49



Р и с. 1. Распределение значений, показанных испытуемыми, по параметрам «количество морганий», «частота морганий» на десяти предъявленных стимулах

F i g. 1. Distribution of the values of parameters “Blinks count”, “Blinks frequency” shown by the test persons on 10 presented stimuli



Т а б л и ц а 2. Сравнение успешности запоминания информации между студентами исследуемых выборок

T a b l e 2. Comparison of efficiency of memorizing information between students of the studied samples

	Верные ответы, % / Percentage of cor- rect answers	Запомненные правильные ответы, % / Percentage of memorized correct answers	Ответы, сделанных наугад, % / Percentage of random answers
Выборка 1 / Sample 1			
Студенты, моргавшие реже 5 раз/мин. (n = 15) / Students blinking less than 5 times/m, (n = 15)	68,2	48,7	30,8
Студенты, моргавшие чаще 5 раз/мин. (n = 85) / Students blinking more than 5 count/m, (n = 85)	59,8	37,3	41,9
Значимость различий по t-критерию Стьюдента / Significance of differences by Student's t-test	неопределенный / indefinite	значимый / significant	неопределенный / indefinite
Выборка 2 / Sample 2			
Студенты естественно-науч- ных направлений (n = 50) / Students of natural sciences (n = 50)	63,4	41,3	39,1
Студенты гуманитарных направлений (n = 50) / Humanities students (n = 50)	58,5	36,6	41,1
Значимость различий по t-критерию Стьюдента / Significance of differences by Student's t-test	неопределенный / indefinite	незначительный / insignificant	незначительный / insignificant
Значимость различий по U-критерию Манна – Уитни / Significance of differences according to Mann-Whitney U-test	неопределенный / indefinite	неопределенный / indefinite	незначительный / insignificant

Корреляционный анализ обнаружил наличие очень слабой отрицательной связи между частотой морганий и правильно-стью ответов студентов.

2. *Фиксации* – количество, частота, длительность. По результатам проведенного исследования было выявлено, что

при изучении текстов без графических материалов, по сравнению с текстами с изображениями, общее количество совершенных фиксаций выше – в среднем 414 против 346, статистически значимые различия по критерию Стьюдента (табл. 3, рис. 2).

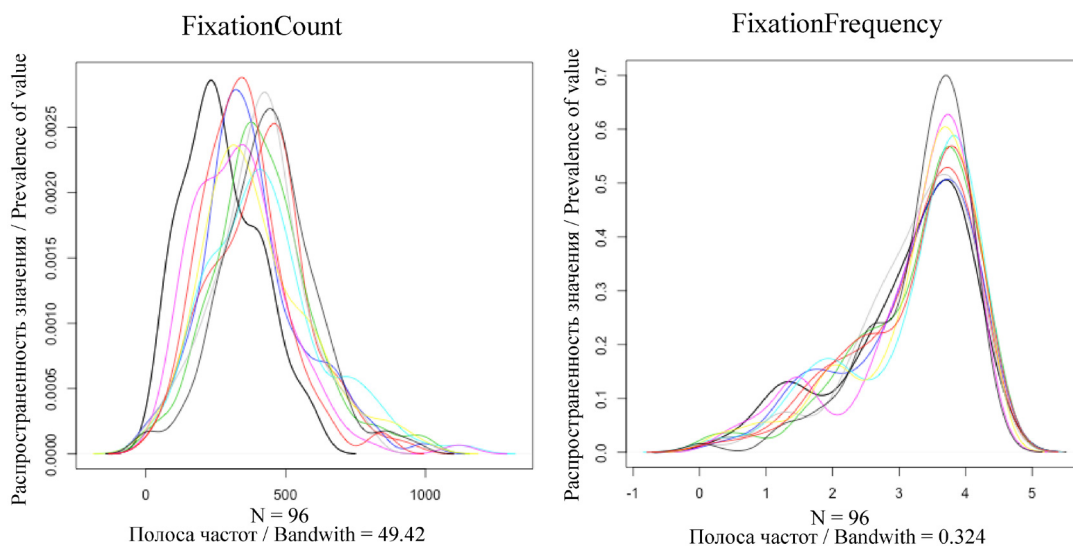
Т а б л и ц а 3. Параметры фиксации

T a b l e 3. Fixation characteristics

Страницы с изображениями / Pages with pictures	Параметры фиксации / Fixation characteristics		
	Количество, ед. / Number, unit	Частота, ед./сек. / Frequency, unit/s.	Средняя продолжительность, мс / Average duration, ms
1	2	3	4
стимул 1 / stimulus 1	273,73	3,118	146
стимул 2 / stimulus 2	419,27	3,232	156
стимул 3 / stimulus 3	381,35	3,182	152
стимул 4 / stimulus 4	418,50	3,201	152

Окончание табл. 3 / End of table 3

	1	2	3	4
стимул 5 / stimulus 5		332,52	3,145	156
стимул 6 / stimulus 6		382,27	3,210	155
стимул 7 / stimulus 7		405,54	3,217	154
стимул 8 / stimulus 8		441,99	3,298	157
стимул 9 / stimulus 9		338,73	3,250	153
стимул 10 / stimulus 10		409,01	3,174	154



Р и с. 2. Распределение значений, показанных испытуемыми, по параметрам «количество фиксаций» и «частота фиксаций» на десяти предъявленных стимулах

Fig. 2. Distribution of the values of parameters “Fixation count”, “Fixation frequency” shown by the test persons on 10 presented stimuli

Такие тексты должны были восприниматься студентами как субъективно более сложные, что было подтверждено в ходе оценивания сложности изученных страниц участниками эксперимента.

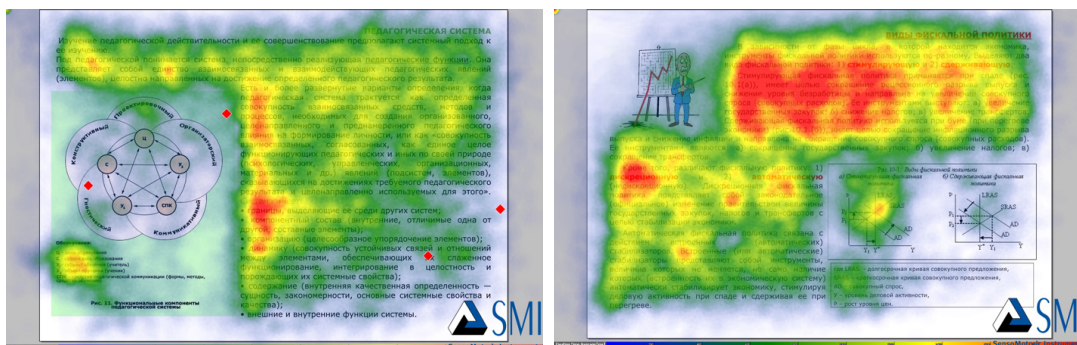
Показатель глубины прочтения рассчитывался как среднее число фиксаций в расчете на одно слово прочитанного текста. Чем менее детально читается текст, тем меньше фиксаций в среднем приходится на одно слово<sup>13</sup>. Статистически значимых различий в данном показателе для страниц без иллюстративного материала и с ним обнаружено не было (в среднем 500 фиксаций на слово). В оценку вклю-

чено только количество слов, а «объем» графики, изучение которого гипотетически также требует определенных временных и когнитивных усилий, остается вне поля зрения, что должно вносить погрешность в измерения. Однако при анализе тепловых карт страниц графики и рисунки при чтении остались «слепой зоной» для студента (рис. 3), как и при выполнении задачи поиска информации [30].

Показатель частоты фиксаций статистически не различался для данных выборок (193 фиксации в минуту против 191 фиксации, рис. 2). Частота фиксаций тесно связана с уровнем сложности задания<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Барбанищев В. А., Жегалло А. В. Регистрация и анализ направленности взора человека. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2013. 316 с.

<sup>14</sup> Там же.



Р и с. 3. Распределение внимания обучающихся при изучении образовательных страниц с графикой (тепловые карты)

F i g. 3. Students' attention distribution while studying pages with pictures (heat maps)

Однако значимой связи между ним и уровнем сложности текста, который определялся с помощью индексов Флеша и Фога, а также по субъективным оценкам студентов, не выявлено.

Показатель длительности фиксации статистически не различался для данных выборок (155 мс против 152 мс). Разброс полученных значений – 146–157 мс (для 1 страницы). Учитывая, что длительность фиксации является индикатором увеличения внимания [15], возросшее значение может быть обосновано тем, что при изучении первой страницы студенты менее серьезно относились к поставленному заданию, однако после затруднений по выбору ответов на вопросы по содержанию первой страницы стали более вни-

мательны. Согласно проводимым ранее исследованиям, длительность фиксации при чтении для более опытных читателей составляет 200–250 мс [21], но из-за множества факторов (времени чтения, настроения читающего, сложности текстов) значения могут располагаться в диапазоне от 100 до 500 мс [19]. Полученные результаты могут означать либо относительную простоту поставленной задачи, либо различия в данных характеристиках между русскоязычными и англоязычными студентами.

Коэффициент корреляции между указанными показателями и оценками сложности текста, определенными с помощью метода экспертной оценки, индексов Флеша и Фога, оказался очень слабым (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Корреляция между окуломоторными характеристиками и характеристиками текста

T a b l e 4. Correlation between oculomotor characteristics and text characteristics

Показатель	Количество текстовых символов / Number of text characters	Время, затраченное на чтение одного текстового символа / Time taken to read text character	Сложность текста по индексу Флеша / The complexity of the text by the Flash index	Сложность текста по индексу Фога / The complexity of the text by the Fog index	Сложность текста по оценкам студентов / The complexity of the text by students marks
1	2	3	4	5	6
Число фиксаций / Number of fixations	0,17	0,58	0,12	-0,17	0,03
Частота фиксаций / Fixation frequency	0,02	-0,09	0,02	-0,02	0,04
Длительность фиксаций / Fixation duration	0,02	0,07	0,03	-0,05	0,08

1	2	3	4	5	6
Число саккад / Number of saccades	0,120	0,570	0,09	-0,12	-0,06
Частота саккад / Saccade frequency	-0,040	-0,006	-0,02	0,05	-0,11
Длительность саккад / Saccade duration	0,004	-0,040	-0,05	0,11	-0,06
Длина пути, пройденного взглядом / Scanpath Length	0,330	0,520	0,07	-0,16	0,06

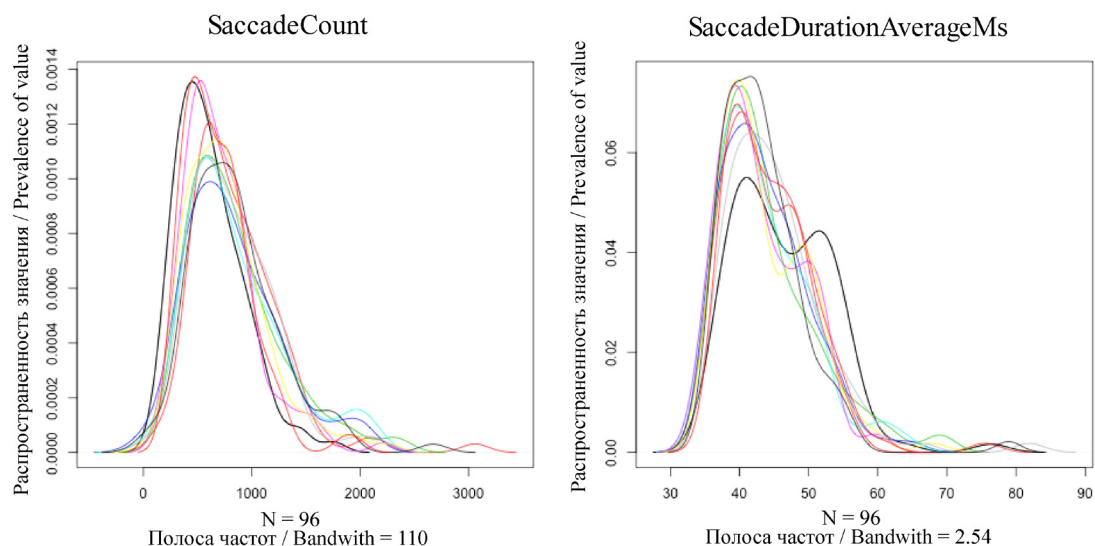
Несмотря на то, что студенты естественно-научных направлений совершали большее количество фиксаций при изучении стимулов, чем студенты гуманитарных направлений, полученные расхождения по критерию Манна – Уитни оказались статистически не значимыми. Схожие результаты наблюдались и для прочих характеристик данного подраздела.

3. *Саккады* – количество, частота, длительность. Результаты проведенного эксперимента показали, что при изучении страниц без графического материала, по сравнению со страницами с дополнительной графикой, возрастало количество саккад (различия по критерию Манна – Уитни статистически

значимы, рис. 4); средняя длительность саккад снижалась (различия по критерию Манна – Уитни статистически значимые); скорость и частота саккад статистически не различалась.

Среднее значение данных характеристик в разрезе по предъявленным стимулам представлено в таблице 5.

Согласно полученным результатам можно сделать предположение, что механизм работы обучающихся с текстовой информацией без дополнительного использования графики скорее должен напоминать поисковый просмотр, наличие же иллюстративного материала способствует большей концентрации внимания (увеличение когнитивной нагрузки).



Р и с. 4. Распределение значений, показанных испытуемыми, по параметрам «число саккад» и «средняя длительность саккад»

F i g. 4. Distribution of the values of parameters “Saccade Count”, “Saccade average duration” shown by the test persons on 10 presented stimuli

Таблица 5. Параметры саккадических движений

Table 5. Saccade characteristics

Страницы с изображениями / Pages with pictures	Параметры саккадических движений / Saccade characteristics			
	Количество, ед. / Number, unit	Частота, ед./сек. / Frequency, count/s.	Средняя продол- жительность, мс / Average duration, ms	Скорость, °/сек. / Velocity, °/s
стимул 1 / stimulus 1	607,7	6,94	46,46	80,17
стимул 2 / stimulus 2	852,2	6,42	44,51	82,43
стимул 3 / stimulus 3	833,8	6,70	43,50	82,16
стимул 4 / stimulus 4	854,8	6,45	43,72	81,06
стимул 5 / stimulus 5	698,7	6,65	43,25	78,62
стимул 6 / stimulus 6	749,3	6,30	44,00	82,40
стимул 7 / stimulus 7	823,9	6,46	44,96	76,06
стимул 8 / stimulus 8	851,4	6,23	43,20	78,55
стимул 9 / stimulus 9	674,4	6,43	44,36	83,41
стимул 10 / stimulus 10	856,1	6,54	43,78	79,43

Однако анализ корреляции данных параметров с продуктивностью ответов обучающихся показал следующие результаты: совершая большее количество саккад, студенты давали больше верных ответов, снижение длительности саккад приводило к лучшему запоминанию правильных ответов (слабый и очень слабый коэффициент корреляции соответственно). Расхождений в саккадических характеристиках у студентов различных направлений не было обнаружено.

4. *Scanpath Length*. Показатель *Scanpath Length* оказался связан с количеством изученных текстовых знаков и временем их прочтения (слабый и средний коэффициент корреляции соответственно, см. табл. 3).

На страницах без изображений значение показателя возрастало (статистически значимые различия по критерию Стьюдента). В связи с тем, что студенты естественно-научных направлений тратили больше времени на изучение страницы, значения данной характеристики также статистически отличались от результатов студентов гуманитарных направлений.

Далее было проанализировано, коррелирует ли данный показатель с продуктивностью работы обучающихся с информацией на странице (ответами на содержательные вопросы). Была выявлена

слабая корреляция с процентом верных ответов обучающихся.

#### Обсуждение и заключение

Проведенное исследование позволило сделать выводы, что студенты естественно-научных направлений читают образовательный материал дольше, моргают реже, значение показателя *Scanpath Length* у них выше, чем у обучающихся гуманитарных направлений. Возможной причиной возникновения подобного результата является специфика обучения – студенты-гуманитарии привыкли ориентироваться в больших объемах информации, поэтому используют «сканирующий» тип чтения, в то время как студенты естественно-научных направлений нацелены на более фундаментальную проработку программного материала, требующего большей концентрации внимания (что также подтверждается тем, что на изучение материала они тратили больше времени). Учитывая, что направление обучения оказывает влияние на процесс распределения внимания обучающихся, студентам естественно-научного профиля следует предоставлять основную информацию в сжатом виде, содержащую максимально сконцентрированные дидактические единицы.

Также в работе были обнаружены следующие статистически значимые разли-



чия при чтении информации без изображений: участники эксперимента совершали большее количество фиксаций и саккад, средняя длительность саккад снижалась, возрастало значение показателя Scanpath Length, обучающиеся оценивали такие страницы как сложные для восприятия. Вопросы, ответ на которые содержался в изображениях, вызывали у студентов наибольшие затруднения. Следовательно, положение относительно пользы от использования изображений остается неподтвержденным. На данный момент получены спорные результаты: студенты их воспринимают как упрощающее задание, однако сами картинки оказываются вне поля зрения обучающегося. Результат анализа окуломоторных характеристик, с одной стороны, характеризует работу со стимулами, содержащими изображения, как более активную (по результатам анализа саккад), с другой стороны – как менее продуктивную (по результатам анализа правильности ответов). Необходимы повторные исследования с увеличением объема стимульного материала и большим количеством проверочных вопросов.

Студенты запоминали правильные ответы в том случае, если реже моргали, совершали больше фиксаций и саккад меньшей длительности, значение показателя Scanpath Length было выше. Данные положения можно учитывать при обработке результатов экспериментов схожей направленности и при поиске наиболее оптимальных структур для образовательных интернет-страниц с использованием метода окулографии.

Полученные результаты вносят вклад в исследование проблемы рациональной организации процесса обучения студентов с использованием образовательных материалов на экране и открывают направления для дальнейшей работы: поиск оптимальной структуры для создания образовательных интернет-ресурсов, предназначенных для обучающихся различных направлений; определение параметров для изображений образовательного характера, которые могли бы привлечь и удержать внимание обучающихся. Материалы статьи могут быть полезны для разработчиков образовательных интернет-ресурсов, психологов образования и практикующих педагогов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Anson, C. M. Tracking the Mind's Eye: A New Technology for Researching Twenty-First-Century Writing and Reading Processes / C. M. Anson, R. A. Schwegler // *College Composition and Communication*. – 2012. – Vol. 64, no. 1. – Pp. 151–171. – URL: [https://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=writing\\_facpubs](https://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=writing_facpubs) (дата обращения: 08.10.2020).
2. Барabanщиков, В. А. Методы регистрации движений глаз в психологии: основы учебно-методического комплекса / В. А. Барabanщиков, А. В. Жегалло // *Экспериментальная психология*. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 132–137. – URL: [https://psyjournals.ru/files/68185/exp\\_2014\\_n1\\_Barabanshikov.pdf](https://psyjournals.ru/files/68185/exp_2014_n1_Barabanshikov.pdf) (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.
3. Николаева, Е. И. Окулография как психологический инструмент: параметры и их психологическое и психофизиологическое обеспечение / Е. И. Николаева, Н. В. Сутормина. – DOI 10.34985/g9536-2433-1133-b // *Вестник психофизиологии*. – 2020. – № 3. – С. 42–56. – URL: <http://psyphysjorn.ru/Вестник психофизиологии №3 2020.pdf> (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.
4. Возможности использования окулометрических технологий для проведения социально-политических и демографических исследований / И. Н. Авдеева, Б. А. Букач, Э. В. Лихачева [и др.]. – DOI 10.25629/НС.2020.11.17 // *Человеческий капитал*. – 2020. – № 11 (143). – С. 193–201. – URL: [https://humancapital.ru/wp-content/uploads/2020/11/202011\\_p193-201.pdf](https://humancapital.ru/wp-content/uploads/2020/11/202011_p193-201.pdf) (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.
5. Акиншин, В. Д. Метод айтрекинга. Применение айтрекинга для оценки качества графического интерфейса пользователя / В. Д. Акиншин // *Colloquium-journal*. – 2020. – № 9, ч. 1. – С. 12–16. – URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2020/04/colloquium-journal-961-chast-1.pdf> (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.
6. Назина, О. Д. Окулография: прорыв в лингвистике и психофизиологии / О. Д. Назина // *Актуальные проблемы филологии*. – 2020. – № 20. – С. 229–231. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44254651> (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.





22. Latanov, A. V. Eye Movement Parameters While Reading Show Cognitive Processes of Structural Analysis of Written Speech / A.V. Latanov, V. N. Anisimov, A. M. Chernorizov. – DOI 10.11621/pir.2016.0210 // Psychology in Russia: State of the Art. – 2016. – Vol. 9, issue 2. – Pp. 129–150. – URL: [http://psychologyinrussia.com/volumes/pdf/2016\\_2/psychology\\_2016\\_2\\_10.pdf](http://psychologyinrussia.com/volumes/pdf/2016_2/psychology_2016_2_10.pdf) (дата обращения: 08.10.2020).
23. Raney, E. G. Using Eye Movements to Evaluate the Cognitive Processes Involved in Text Comprehension / E. G. Raney, S. J. Campbell, J. C. Bovee. – DOI 10.3791/50780. – Текст : электронный // Journal of Visualized Experiments. – 2014. – Issue 83. – URL: <https://www.jove.com/t/50780/using-eye-movements-to-evaluate-cognitive-processes-involved-text> (дата обращения: 08.10.2020).
24. Igolkina, N. I. Oculomotor Activity of the Russian Learners of English during the Perception of Verbal Stimuli in Russian and English Languages / N. I. Igolkina, T. V. Belykh // International Annual Edition of Applied Psychology: Theory, Research, and Practice. – 2016. – Vol. 3, issue 1. – Pp. 112–122. – URL: [https://interpsy.sgu.ru/system/files\\_force/10\\_oculomotor\\_activity\\_of\\_the\\_russian\\_learners\\_of\\_english\\_during\\_the\\_perception\\_of\\_verbal\\_stimuli.pdf?download=1](https://interpsy.sgu.ru/system/files_force/10_oculomotor_activity_of_the_russian_learners_of_english_during_the_perception_of_verbal_stimuli.pdf?download=1) (дата обращения: 08.10.2020).
25. Franken, G. Eye-Tracking Study of Reading Speed from LCD Displays: Influence of Type Style and Type Size / G. Franken, A. Podlesek, K. Možina. – DOI 10.16910/jemr.8.1.3. – Текст : электронный // Journal of Eye Movement Research. – 2015. – Vol. 8, no. 1. – URL: <https://bop.unibe.ch/JEMR/article/view/2395/3591> (дата обращения: 08.10.2020).
26. Залата, О. А. Оценка восприятия образовательного контента на различных уровнях мультимедиа / О. А. Залата, Ю. А. Еременко. – DOI 10.15507/1991-9468.101.024.202004.678-691 // Интеграция образования. – 2020. – Т. 24, № 4. – С. 678–691. – URL: <http://edumag.mrsu.ru/index.php/en/articles-en/99-20-4/867-10-15507-1991-9468-101-024-202004-10> (дата обращения: 08.10.2020). (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.
27. Quick Minds don't Blink: Electrophysiological Correlates of Individual Differences in Attentional Selection / S. Martens, J. Munneke, H. Smid, A. Johnson. – DOI 10.1162/jocn.2006.18.9.1423 // Journal of Cognitive Neuroscience. – 2006. – Vol. 18, issue 9. – Pp. 1423–1438. – URL: <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/jocn.2006.18.9.1423> (дата обращения: 08.10.2020).
28. Blink Rate and Incomplete Blinks in Six Different Controlled Hard-Copy and Electronic Reading Conditions / M. Argiles, G. Cardona, E. Perez-Cabre, M. Rodriguez. – DOI 10.1167/iovs.15-16967 // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2015. – Vol. 56. – Pp. 6679–6685. – URL: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2463760> (дата обращения: 08.10.2020).
29. Venig, S.B. Eye-Tracking: Regularities of Educational Information Searching / S. B. Venig, V. A. Solovyova // International Annual Edition of Applied Psychology: Theory, Research, and Practice. – 2016. – Vol. 3, issue 1. – Pp. 97–111. – URL: [https://interpsy.sgu.ru/system/files\\_force/9\\_eye-tracking\\_regularities\\_of\\_educational\\_information\\_searching.pdf?download=1](https://interpsy.sgu.ru/system/files_force/9_eye-tracking_regularities_of_educational_information_searching.pdf?download=1) (дата обращения: 08.10.2020).
30. Изучение когнитивных процессов обучающихся при поиске образовательной информации на экране / Н. А. Клоктунова, В. А. Соловьева, М. И. Барсукова, А. М. Кузьмин. – DOI 10.32744/pse.2019.3.25 // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 3 (39). – С. 326–340. – URL: <https://pnojurnal.wordpress.com/2019/07/02/kloktunova-solovyova-barsukova-kuzmin> (дата обращения: 08.10.2020). – Рез. англ.

Поступила 08.10.2020; одобрена после рецензирования 26.01.2021; принята к публикации 29.01.2021.

*Об авторах:*

**Соловьева Валентина Александровна**, аспирант, старший преподаватель кафедры материаловедения, технологии и управления качеством ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского» (410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83), старший преподаватель кафедры педагогики, образовательных технологий и профессиональной коммуникации ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России (410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5016-4009>**, **Researcher ID: E-8180-2017**, [v.a.solovyova@gmail.com](mailto:v.a.solovyova@gmail.com)

**Вениг Сергей Борисович**, декан факультета нано- и биомедицинских технологий, заведующий кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского» (410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83), доктор физико-математических наук, профессор, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4759-5828>**, **Scopus ID: 6602849960**, **Researcher ID: D-6181-2013**, [sergey.venig@gmail.com](mailto:sergey.venig@gmail.com)

**Белых Татьяна Викторовна**, заведующий кафедрой консультативной психологии ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского» (410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83), док-







ka = Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Linguistics. 2007; (2):49-60. Available at: <https://vestnik-mgou.ru/Issue/IssueFile/54> (accessed 08.10.2020). (In Russ., abstract in Eng.)

13. Shakurova A.R. Analysis of Visual Perception Features by Corneal Reflex Components Examination. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* = Kazan Medical Journal. 2014; 95(1):82-86. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.17816/KMJ1462>

14. Orchard L.N., Stern J.A. Blinks as an Index of Cognitive Activity During Reading. *Integrative Physiological & Behavioral Science*. 1991; 26(2):108-116. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02691032>

15. Zagermann J., Pfeil U., Reiterer H. Measuring Cognitive Load using Eye Tracking Technology in Visual Computing. *BELIV '16: Proceedings of the Sixth Workshop on Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization*. 2016. p. 78-85 (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/2993901.2993908>

16. Smilek D., Carriere J.S., Cheyne J.A. Out of Mind, Out of Sight Eye Blinking as Indicator and Embodiment of Mind Wandering. *Psychological Science*. 2010; 21(6):786-789. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797610368063>

17. Degtyarenko I.A., Leonova A.B. Experimental Elaboration of the Complex Approach to Websites Usability Evaluation. *Psikhologicheskiye issledovaniya* = Psychological Research. 2012; (2):6. Available at: <http://psystudy.ru/index.php/num/2012n2-22/654-degtyarenko22.html> (accessed 08.10.2020). (In Russ.)

18. Soh O. Examining the Reading Behaviours and Performances of Sixth Graders for Reading Instruction: Evidence from Eye Movements. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 2016; 12(4). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1137>

19. Lai M.-L., Tsai M.-J., Yang F.-Y. et al. A Review of Using Eye-Tracking Technology in Exploring Learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*. 2013; 10:90-115. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>

20. Holland C., Komogortsev O.V. Biometric Identification via Eye Movement Scanpaths in Reading. *2011 International Joint Conference on Biometrics (IJCB)*. IEEE; 2011. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1109/IJCB.2011.6117536>

21. Zhan W., Shen Z. ESL Reading Research Based on Eye Tracking Techniques. *Journal of Software Engineering*. 2015; 9(3):419-428. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3923/jse.2015.419.428>

22. Latanov A.V., Anisimov V.N., Chernorizov A.M. Eye Movement Parameters While Reading Show Cognitive Processes of Structural Analysis of Written Speech. *Psychology in Russia: State of the Art*. 2016; 9(2):129-150. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.11621/pir.2016.0210>

23. Raney E.G., Campbell S.J., Bovee J.C. Using Eye Movements to Evaluate the Cognitive Processes Involved in Text Comprehension. *Journal of Visualized Experiments*. 2014; (83). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.3791/50780>

24. Igolkina N.I., Belykh T.V. Oculomotor Activity of the Russian Learners of English During the Perception of Verbal Stimuli in Russian and English Languages. *International Annual Edition of Applied Psychology: Theory, Research, and Practice*. 2016; 3(1):112-122. Available at: [https://interpsy.sgu.ru/system/files\\_force/10\\_oculomotor\\_activity\\_of\\_the\\_russian\\_learners\\_of\\_english\\_during\\_the\\_perception\\_of\\_verbal\\_stimuli.pdf?download=1](https://interpsy.sgu.ru/system/files_force/10_oculomotor_activity_of_the_russian_learners_of_english_during_the_perception_of_verbal_stimuli.pdf?download=1) (accessed 08.10.2020). (In Eng.)

25. Franken G., Podlesek A., Možina K. Eye-Tracking Study of Reading Speed from LCD Displays: Influence of Type Style and Type Size. *Journal of Eye Movement Research*. 2015; 8(1). (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.16910/jemr.8.1.3>

26. Zalata O.A., Eremenko Yu. A. Assessment of the Perception of Educational Content at Various Levels of Multimedia. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2020; 24(4):678-691. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: [10.15507/1991-9468.101.024.202004.678-691](https://doi.org/10.15507/1991-9468.101.024.202004.678-691)

27. Martens S., Munneke J., Smid H., Johnson A. Quick Minds Don't Blink: Electrophysiological Correlates of Individual Differences in Attentional Selection. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2006; 18(9):1423-1438. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.9.1423>

28. Argiles M., Cardona G., Perez-Cabre E., Rodriguez M. Blink Rate and Incomplete Blinks in Six Different Controlled Hard-Copy and Electronic Reading Conditions. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2015; 56:6679-6685. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.15-16967>

29. Venig S.B., Solovyova V.A. Eye-Tracking: Regularities of Educational Information Searching. *International Annual Edition of Applied Psychology: Theory, Research, and Practice*. 2016; 3(1):97-111. Available at: [https://interpsy.sgu.ru/system/files\\_force/9\\_eye-tracking\\_regularities\\_of\\_educational\\_information\\_searching.pdf?download=1](https://interpsy.sgu.ru/system/files_force/9_eye-tracking_regularities_of_educational_information_searching.pdf?download=1) (accessed 08.10.2020). (In Eng.)

30. Kloktunova N.A., Solovyova V.A., Barsukova M.I., Kuzmin A.M. The Study of the Cognitive Processes of Students in the Search for Educational Information on the Screen. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* = Perspec-

tives of Science and Education. 2019; (3):326-340. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.3.25>

Submitted 08.10.2020; approved after reviewing 26.01.2021; accepted for publication 29.01.2021.

*About the authors:*

**Valentina A. Solovyova**, Ph.D. Student, Senior Lecturer of the Chair of Material Sciences, Technologies and Quality Management, Saratov State University (83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russian Federation), Senior Lecturer of the Chair of Pedagogy, Educational Technologies and Professional Communication, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University (112 Bolshaya Kazachya St., Saratov 410012, Russian Federation), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5016-4009>**, **Researcher ID: E-8180-2017**, [v.a.solovyova@gmail.com](mailto:v.a.solovyova@gmail.com)

**Sergey B. Venig**, Dean of the Faculty of Nano- and Biomedical Technologies, Head of the Chair of Material Sciences, Technologies, and Quality Management, Saratov State University (83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russian Federation), Dr.Sci. (Phis.-Math.), Professor, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4759-5828>**, **Scopus ID: 6602849960**, **Researcher ID: D-6181-2013**, [sergey.venig@gmail.com](mailto:sergey.venig@gmail.com)

**Tatiana V. Belykh**, Head of the Chair of Counseling Psychology, Saratov State University (83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russian Federation), Dr.Sci. (Psychol.), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2478-3460>**, **Researcher ID: S-1870-2016**, [tvbelih@mail.ru](mailto:tvbelih@mail.ru)

*Contribution of the authors:*

V. A. Solovyova – study and analysis of scientific literature; experiment scripting; processing and analysis of research results; preparation and correction of the text.

S. B. Venig – assistance in the search for scientific literature; approval of the experiment scripting; assistance in conducting the experiment; verification of analysis of experimental results; approval of the text.

T. V. Belykh – correction of the experiment scripting; assistance in the formation of a sample of subjects and in the collection of experimental data; recommendations for the processing and analysis of experimental results and their verification; correction of the text of the scientific article.

*The authors have read and approved the final manuscript.*