



УДК 159.91+37.015.31+808.5

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2501.02](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2501.02)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

Взаимосвязи самооценки трудностей в понимании студентами научного текста, представленного на бумажном и цифровом носителях, с окулографическими показателями

Л. А. Цветкова¹, Е. А. Никитина¹, Н. В. Сутормина¹, А. А. Сбитнева¹, А. В. Микляева¹¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Санкт-Петербург, Россия

Проблема и цель. В статье рассматривается проблема качества понимания студентами научного текста, представленного в традиционном формате, а также на экране монитора компьютера и экране смартфона. Цель исследования заключается в выявлении взаимосвязей самооценки трудностей в понимании студентами научного текста, представленного на бумажном и цифровом носителях, и окулографических показателей, характеризующих чтение этого текста.

Методология. В экспериментальном исследовании приняли участие 55 студентов, разделенных на три подгруппы: читавшие текст научной статьи на бумажном носителе, на мониторе для компьютера и на экране смартфона. Окулографические характеристики фиксировали с помощью бинокулярного айтрекера *Pupil Core*. Оценка трудностей в понимании учебного текста осуществлялась с помощью авторской модификации опросника Т. В. Борзовой «Понимание научного текста».

Результаты. Выделены три вида трудностей в понимании студентами текста научной статьи: трудности осмысления материала, трудности запоминания, трудности концентрации.

При анализе данных, полученных в группе студентов, работавших с бумажным носителем, выявлены отрицательные взаимосвязи показателей трудностей в понимании текста и окулографических характеристик, указывающих на концентрацию на материале статьи и когнитивную вовлеченность в его обработку.

Финансирование проекта: Исследование выполнено в рамках реализации внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия); проект № 23ВГ по теме «Когнитивные факторы эффективного усвоения учебного материала в образовательном процессе, реализуемом с применением цифровых образовательных технологий».

Библиографическая ссылка: Цветкова Л. А., Никитина Е. А., Сутормина Н. В., Сбитнева А. А., Микляева А. В. Взаимосвязи самооценки трудностей в понимании студентами научного текста, представленного на бумажном и цифровом носителях, с окулографическими показателями // Science for Education Today. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 24–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2501.02>

✉ Автор для корреспонденции: Анастасия Владимировна Микляева, a.miklyaeva@gmail.com

© Л. А. Цветкова, Е. А. Никитина, Н. В. Сутормина, А. А. Сбитнева, А. В. Микляева, 2025

При работе со статьей, представленной на экране монитора компьютера, субъективные трудности в понимании положительно взаимосвязаны с показателями, ассоциирующимися с когнитивной вовлеченностью в работу с текстом и сосредоточенностью на ней. При чтении с экрана смартфона наблюдается разнообразие стратегий когнитивной обработки информации на фоне сниженной концентрации на тексте статьи и недооценки трудностей в его понимании.

Заключение. Авторами делается вывод о том, что различия в стратегиях когнитивной обработки информации при работе с текстом научной статьи, представленным на бумажном носителе, экране монитора компьютера и экране смартфона, опосредуют успешность усвоения материала.

Ключевые слова: понимание научного текста; трудности понимания текста; окулографические характеристики чтения; когнитивная регуляция; метакогнитивная регуляция; бумажный носитель информации; цифровой носитель информации.

Постановка проблемы

В современной практике высшего образования уделяется большое внимание развитию академической инициативности и самостоятельности студентов, которые неразрывно связаны с навыками самостоятельного поиска и анализа научных материалов. В контексте высшего образования приобретают особую важную роль навыки студентов, связанные с пониманием научных текстов¹ [1; 2]. Понимание текста, в том числе научного, предполагает установление взаимосвязи языковых значений и непосредственного опыта, в результате которого субъект реконструирует его содержание в процессах смыслопорождения. В ходе взаимодействия с текстом в сознании читателя возникает его смысловая проекция благодаря «встрече» знаниевых структур, составляющих неотъемлемую сторону образа мира субъекта, с представленной

в тексте информацией, формируется отношение к тексту и его оценка (как интересного или неинтересного, полезного или бесполезного и т. д.), что, в свою очередь, составляет основу интерпретации текста, предполагающей соотнесение имеющейся в тексте информации с актуализируемыми знаниями².

Понимание обеспечивает субъекту возможность применять знания, полученные при прочтении текста, для решения разнообразных практических задач, возникающих в жизнедеятельности в целом, и учебных задач, что определяет, как отмечается в исследованиях³ [3; 4], критически важную роль понимания для результативности образовательной активности. Однако, как свидетельствуют результаты российских исследований последних лет [5; 6], у большинства студентов навыки понимания научных текстов сформированы недо-

¹ Каменева-Любавская Е. Н., Борзова Т. В. Развитие навыков понимания научного текста как путь успешного андрагогического обучения // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. – 2023. – № 10. – С. 233. EDN: NCMYXT.

² Зинченко В. П. Работа понимания // Психологическая наука и образование. – 1997. – № 3. – С. 42–52. URL: https://psyjournals.ru/journals/pse/archive/1997_n3/pse_1997_n3_Zinchenko.pdf

Знаков В. В. Психология понимания мира человека: монография. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. – 488 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26455980>

³ Фанталов А. Н., Малязина М. А. К вопросу о стратификации уровней и критериев понимания научного текста в отечественной психолого-педагогической науке // Проблемы современного педагогического образования. – 2016. – № 11. – С. 136.

статочно: студенты испытывают существенные трудности, связанные как с самостоятельной интерпретацией прочитанных научных текстов и применением представленной в них информации для решения практических задач, так и с удержанием фокуса внимания на изучаемом материале, а также с припоминанием его содержания впоследствии⁴.

Особое значение проблема затруднений в понимании научного текста приобретает в контексте цифровизации образования, благодаря которой студенты постепенно переходят от чтения научных текстов, представленных на бумажных носителях, к работе с цифровыми носителями информации – смартфонами, компьютерами, ноутбуками, планшетными устройствами. Отмечается, что при работе с текстом, представленным на цифровом устройстве, процессы смыслопорождения при взаимодействии с текстом усложняются⁵. Исследователи в качестве причины этого указывают изменение характера чтения, которое определяет возможность взаимодействия субъекта с текстом. Так, в исследовании [7] показано, что читатели, когда читают с экрана, как правило, быстро просматривают отдельные информационные фрагменты и не сосредотачиваются на содержании, что снижает качество чтения, поскольку читатели недостаточно глубоко вникают в общий смысл прочитанного [7]. Имеются данные о том, что чтение текста с цифрового носителя проигрывает работе с текстом на бумажном носителе

по параметрам точности, концентрации внимания и утомляемости, несмотря на то, что текст на цифровом носителе в значительно большей степени может быть настроен под конкретную познавательную задачу, решаемую читателем [8]. Эти различия становятся особенно значимыми в условиях дополнительной визуальной нагрузки, которая типична в первую очередь для чтения текстов, представленных онлайн⁶ [9; 10], в также при взаимодействии читателя с типичными для онлайн-пространства гипертекстами, которые, сущностно отличаясь от традиционного для бумажных носителей линейного текста [11], требуют от субъекта значительно более выраженных усилий по когнитивной и метакогнитивной регуляции образовательной активности [11; 12]. Помимо этого, характеристики чтения текста с использованием цифрового устройства могут опосредоваться техническими характеристиками этого устройства, включая размер и разрешение экрана, а также инструменты навигации [8]. Согласно результатам недавних эмпирических исследований [13; 14], более благоприятные условия для понимания информации предоставляют цифровые устройства с большим экраном и клавиатурой. Кроме того, показано [15], что смартфон, существенно повышая доступность информации, может снижать когнитивную вовлеченность субъекта в ее обработку.

Сказанное выше определяет актуальность для современного высшего образова-

⁴ Иванова В. П. Уровневый характер понимания научного текста // Психологическая наука и образование. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 53–61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=pnooet> EDN: PNOOET

⁵ Шехтман Н. А. Понимание речевого произведения и гипертекст. – Самара: СГУПС, 2018. – 166 с. URL:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37159448> ISBN: 978-5-8428-1114-4 EDN: ZANSUH

⁶ Звягина Н. В., Суховерхова А. М. Особенности зрительного восприятия текстовой информации на веб-страницах с анимированными рекламными баннерами // Вестник Северного (арктического) федерального университета. Серия: медико-биологические науки. – 2015. – № 3. – С. 5–13. EDN: ULHAGF

ния дифференцированного анализа трудностей в понимании студентами научных текстов, представленных на бумажных и цифровых носителях, поскольку учет различий между параметрами работы с «бумажным» и «цифровым» текстом в образовательном процессе, несомненно, является важнейшим фактором повышения результативности учебной деятельности студентов, реализуемой с использованием цифровых образовательных технологий.

В логике психологического анализа феномена понимания, в которой он предстает в единстве обеспечивающих его психических механизмов (прежде всего, памяти, внимания и мышления⁷), а также механизмов метакогнитивной регуляции [16; 17], целесообразно рассматривать трудности, связанные с пониманием научного текста, как в рефлексивном ключе, с опорой на самооценку различных характеристик понимания самими студентами как субъектами взаимодействия с текстом⁸, так и с использованием объективных методов их оценки, в частности с применением окулографии, позволяющей благодаря регистрации различных параметров движения глаз или зрачка описывать различные когнитивные процессы, происходящие в данный момент [18]. Сегодня этот метод с успехом используется для анализа характеристик визуального взаимодействия субъекта с текстом [9; 10; 19; 20; 21]. Применение окулографических методов для оценки характеристик понимания научных текстов студентами представляется весьма перспективным в контексте преодоления ограничений традиционно используемых с этими целями опросных

методов, обусловленных зависимостью их результатов от рефлексивных навыков студентов. Однако современными исследователями констатируется сложность «психологической» интерпретации окулографических показателей посредством их соотнесения с характеристиками когнитивных процессов [22].

Отметим, однако, что в указанных исследованиях окулографические параметры рассматривались как маркеры когнитивных характеристик человека, проявляющихся при его взаимодействии с различными визуальными стимулами (причем необязательно текстовыми), и не анализировались в качестве коррелятов трудностей, связанных с пониманием текстов, в том числе научных, работа с которыми составляет неотъемлемую сторону образовательной активности современных студентов. Это определило цель нашего исследования, которая заключается в выявлении взаимосвязи самооценки трудностей в понимании студентами научного текста, представленного на бумажном и цифровом носителях, с окулографическими показателями, характеризующими чтение этого текста.

Методология исследования

Исследование направлено на решение двух вопросов: 1) как связаны между собой самооценки трудностей в понимании текста научной статьи и параметры движения глаз и зрачка, фиксируемые в процессе чтения текста? 2) являются ли эти взаимосвязи универсальными для работы с текстом научной статьи, представленным на бумажном и цифровых носителях? Гипотеза исследования заключается в том, что взаимосвязи самооценки

⁷ Знаков В. В. Психология понимания мира человека: монография. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. – 488 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26455980>

⁸ Иванова В. П. Уровневый характер понимания научного текста // Психологическая наука и образование. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 53–61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=pnooet> EDN: PNOOET

трудностей в понимании научной статьи и окулографических показателей в целом будут соответствовать тенденциям, характеризующим взаимосвязи различных когнитивных функций и параметров движения глаз при визуальном взаимодействии с информацией, однако в случае работы с текстом, представленным на цифровом носителе, эти взаимосвязи будут усиливаться из-за усложнения процессов его понимания.

Исследование носило экспериментальный характер. Студенты младших курсов психологического и психолого-педагогического направлений подготовки очной формы обучения ($n = 55$, средний возраст – 19,8 лет, 92,7 % девушек) получали задание ознакомиться с текстом научной статьи, рекомендованной к прочтению в рамках учебной дисциплины «Общая психология». Студенты принимали участие в исследовании на основе добровольного информированного согласия, участие в исследовании не имело статуса учебного задания и не оценивалось в качестве учебного задания.

Текст объемом 1918 слов был представлен подгруппе 1 ($n = 21$) на бумажном носителе (в оригинальном формате журнальных страниц, распечатанных на листах бумаги А4), подгруппе 2 ($n = 17$) – на экране монитора компьютера (диагональ экрана – 17 дюймов, разрешение – 1280×1024 , формат документа – .pdf), оборудованного клавиатурой и устройством для управления курсором («мышью»), обеспечивающими возможности навигации по тексту, подгруппе 3 ($n = 17$) – на экране смартфона (диагональ экрана – 6,67 дюйма, разрешение 2340×1080 , формат документа – .pdf). Опрос, проведенный после выполнения задания, показал, что два испытуемых уже были знакомы с текстом статьи, предложенной в качестве стимульного материала, вследствие чего их результаты были

исключены из дальнейшего анализа, и количество респондентов в подгруппах, работавших со статьей с компьютерного монитора и экрана смартфона, сократилось до 16 человек в каждой.

Для оценки трудностей студентов в понимании научного текста использовался подход, предложенный Т. В. Борзовой [5], в рамках которого разработан опросник «Понимание научного текста». В нашем исследовании применялась модификация опросника, позволившая получить данные о самооценке трудностей, возникших у студентов при работе с конкретным научным текстом. Модификация проводилась с использованием метода фокус-групп, в ходе работы которых студенты ($n = 46$, средний возраст, половой состав, направление и этап обучения аналогичен характеристикам экспериментальных подгрупп) давали свои оценки понятности формулировок оригинального опросника, а также выбирали формулировки, наиболее точно отражающие их субъективный опыт трудностей в понимании научного текста. В результате была составлена анкета, включающая девять утверждений (табл. 1), для оценки степени согласия с которыми студентам была предложена 5-балльная шкала Ликерта. Факторизация полученных данных позволила выделить три фактора с суммарной дисперсией 66,9 %: трудности осмысления (фактор 1), трудности запоминания (фактор 2) и трудности концентрации (фактор 3). Удовлетворительная согласованность пунктов, составивших каждый фактор (альфа Кронбаха 0,87, 0,92 и 0,90 соответственно), определила возможность суммирования оценок (с учетом знаков коэффициентов факторных нагрузок) по утверждениям, вошедшим в каждый фактор, и использовать в дальнейшем анализе полученные в результате суммарные оценки.

Таблица 1

Факторная структура анкеты, использованной для оценки трудностей в понимании научного текста

Table 1

Factor structure of the questionnaire used to assess difficulties in understanding the scientific text

Утверждения	Фактор 1. Трудности осмысления	Фактор 2. Трудности запоминания	Фактор 3. Трудности концентрации
1. Я испытывал(-а) трудности с пониманием текста	0,73	0,37	0,23
2. Мне было трудно вычленить основные мысли	0,72	-0,02	0,38
3. Мне было трудно систематизировать и структурировать прочитанное	0,76	0,10	0,40
4. При чтении статьи мне удалось сконцентрироваться	-0,13	0,00	-0,53
5. В процессе чтения я терял(-а) нить рассуждения	0,34	-0,04	0,77
6. Чтобы понять статью, мне пришлось перечитывать некоторые моменты несколько раз	-0,03	0,35	0,60
7. Скорее всего, я забуду содержание этой статьи довольно быстро	0,22	0,83	0,06
8. Мне будет сложно вспомнить определения, имена и даты, которые упоминались в статье	0,18	0,77	-0,06
9. Я могу пересказать содержание прочитанной статьи своими словами	-0,79	-0,24	0,20
<i>Доля дисперсии</i>	<i>0,28</i>	<i>0,20</i>	<i>0,18</i>

Использовались бинокулярные айтрекеры Pupit Core компании Pupit Labs, работающие при помощи технологии темного зрачка (поддерживает пять точек калибровки; рабочая частота айтрекера – 200 Гц; точность – 0,6 угловых градуса), с помощью которого фиксировали следующие параметры, характеризующие работу участников с первыми двумя страницами текста (3515 знаков из 15710): количество фиксации (в абсолютных единицах), средняя длительность фиксации (в миллисекундах), наибольшая длительность

фиксации (в миллисекундах), количество морганий (в абсолютных единицах), диаметр зрачка (в пикселях), время чтения (в секундах).

Обобщая данные о взаимосвязях различных характеристик понимания текста и параметров окулографической активности в процессе чтения, можно отметить, что повышение трудности текста сопровождается увеличением количества и продолжительности фиксации, а также количества саккад [23]. Помимо этого, длительность фиксации может рассмат-

риваться как показатель концентрации внимания [9; 24], а также как степень вовлеченности в когнитивную обработку стимулов, указывающую на их субъективную сложность для субъекта [25; 26]. О высокой когнитивной нагрузке может свидетельствовать также увеличение количества саккад, их скорости и длины, тогда как снижение скорости саккад может интерпретироваться как показатель утомления [27]; в целом меньшее количество саккад ассоциируется с более выраженной концентрацией [28], как и изменения диаметра зрачка [29], а также сокращение количества морганий [30]. Повышение частоты морганий, напротив, отражает низкую концентрацию внимания и снижение нагрузки на рабочую память, что позволяет считать частоту моргания

прямым маркером актуального уровня когнитивной нагрузки [31].

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программного пакета Statistica10.0 и включала в себя расчет описательных статистик ($M \pm S$), сравнительный (критерий Краскела – Уоллиса, H ; критерий Манна – Уитни, U) и корреляционный (коэффициент корреляции Спирмена, r_s) анализ.

Результаты исследования

На первом этапе были проанализированы взаимосвязи самооценки трудностей в понимании текста научной статьи и окулографических характеристик, фиксируемых в процессе чтения текста (табл. 2).

Таблица 2

Описательные статистики, характеризующие самооценки трудностей в понимании текста научной статьи, окулографические характеристики, фиксируемые в процессе чтения текста, и их взаимосвязи (на совокупной выборке)

Table 2

Descriptive statistics characterizing self-assessments of difficulties in understanding the text of a scientific article, oculographic characteristics recorded during the reading of the text, and their interrelationships (based on an aggregated sample)

Показатели	$M \pm S$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Трудности осмысления	10,67±3,95	1,00	0,35*	0,46*	-0,08	-0,25	-0,20	-0,27*	-0,11	-0,16
2. Трудности запоминания	6,91±1,99		1,00	0,26	0,08	0,15	-0,25	-0,03	-0,06	-0,20
3. Трудности концентрации	9,47±2,49			1,00	0,35*	0,17	-0,13	0,10	-0,14	0,18
4. Количество фиксаций	552,71±244,03				1,00	0,62*	0,03	0,22	0,25	0,61*
5. Средняя длительность фиксации	139,02±17,51					1,00	0,08	0,08	0,51*	0,24
6. Наибольшая длительность фиксации	248,26± 71,03						1,00	0,07	-0,02	0,48*
7. Количество морганий	23,23±22,06							1,00	-0,02	0,37*
8. Диаметр зрачка	21,83±4,95								1,00	0,01
9. Время чтения	143,49±47,02									1,00

Примечание: * – $p \leq 0,05$.

Note: * – $p \leq 0,05$.

Приведенные значения показателей самооценок трудностей в осмыслении, запоминании и концентрации при чтении научной статьи (2,67, 3,44 и 3,15 соответственно) указывают на то, что студенты в большей степени отмечают трудности, связанные с запоминанием текста и сосредоточением на нем, трудности в осмыслении текста оцениваются студентами как несколько менее выраженные. Зафиксирована отрицательная взаимосвязь комплекса самооценок трудностей в понимании текста и комплекса окулографических характеристик, включающих время чтения, количество фиксаций, наибольшую длительность фиксаций и количество морганий.

Отметим, что показатели трудностей в понимании научного текста, выделенные в результате факторного анализа, в целом релевантны основным когнитивным механизмам понимания, указанным в литературе (память, внимание, мышление)⁹, что подтверждает тезис о том, что субъект понимания выступает центром всех обеспечивающих его психических процессов [5]. Учитывая, что отбор утверждений для анкеты осуществлялся на основе анализа результатов работы студенческих фокус-групп, можно констатировать, что студенты достаточно точно рефлексируют структуру потенциальных трудностей в понимании научного текста, имеющих когнитивную природу. При этом трудности, связанные с запоминанием информации, представленной в статье, оцениваются студентами как более выраженные, в сравнении с трудностями, проявляющимися в дефиците сосредоточения, и тем более в сравнении с трудностями, находящими отражение в вычленении и ассимиляции основных идей текста. Между тем именно показатель трудностей осмысления является, с одной стороны, системообразующим

для комплекса показателей, характеризующих различные аспекты понимания научного текста, с другой – связывающим их прямыми и опосредованными отрицательными взаимосвязями с такими окулографическими характеристиками, как время чтения, количество фиксаций, наибольшая длительность фиксаций и количество морганий. Эти данные указывают на то, что наибольшая субъективная выраженность трудностей, связанных с пониманием научного текста, характерна для тех студентов, которые прочитали текст быстро, продемонстрировав при этом наименьшее количество морганий и фиксаций, а также наименьшую длительность фиксаций. Окулографические показатели позволяют интерпретировать трудности в понимании текста научной статьи в первую очередь как следствие недостаточной концентрации внимания [9; 24] и низкой когнитивной нагрузки [31] в процессе чтения. Сокращение времени чтения в ситуации работы с научным текстом, судя по всему, указывает не на синтетический способ его отражения, который обеспечивает «экономия времени» при чтении отдельных слов и предложений [23], а на недостаточную глубину его осмысления. В целом это позволяет сделать вывод о том, что универсальной причиной возникновения трудностей в понимании студентами научной статьи является недостаточная когнитивная вовлеченность в работу с текстом.

На втором этапе исследования был осуществлен сравнительный анализ показателей трудностей в понимании текста и окулографических показателей, характеризующих процесс чтения, полученных в подгруппах испытуемых, работавших с текстами, представленными на разных носителях (табл. 3), а также проанализированы корреляционные взаимосвязи, полученные в этих подгруппах (табл. 4).

⁹ Знаков В. В. Психология понимания мира человека: монография. – М.: Изд-во «Институт психологии

РАН», 2016. – 488 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26455980>

Таблица 3

Описательные статистики показателей понимания текста и окулографических характеристик чтения в подгруппах, работавших с текстом, представленным на разных носителях

Table 3

Descriptive statistics of indicators of text comprehension and oculographic reading characteristics in subgroups who worked with text presented in different media

Показатели	Подгруппа 1 (текст на бумажном носителе), M±S	Подгруппа 2 (текст на экране монитора компьютера), M±S	Подгруппа 3 (текст на экране смартфона), M±S	N
Трудности осмысления	11,52±4,61	10,35±3,35	9,94±3,65	–
Трудности запоминания	7,19±1,99	7,65±1,80	5,82±1,81	7,93*
Трудности концентрации	9,86±2,10	10,18±1,94	8,29±3,08	6,95*
Количество фиксаций	521,71±208,87	678,53±213,54	465,18±273,19	8,58*
Средняя длительность фиксации	135,44±15,59	146,57±20,35	135,90±15,13	–
Наибольшая длительность фиксации	228,86±30,05	227,52±31,30	292,96±108,84	6,21*
Количество морганий	29,43±28,95	20,71±15,15	18,06±16,75	–
Диаметр зрачка	20,98±6,32	23,06±5,00	21,64±2,31	–
Время чтения	139,19±53,98	145,88±41,94	146,41±44,96	–

Примечание: * – $p \leq 0,05$.

Note: * – $p \leq 0,05$.

Таблица 4

Корреляционные взаимосвязи между показателями понимания текста и окулографическими характеристиками чтения в подгруппах, работавших с текстом, представленным на разных носителях

Table 4

Correlations between indicators of text comprehension and oculographic reading characteristics in subgroups working with text presented in different media

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
В подгруппе, работавшей с текстом на бумажном носителе									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Трудности осмысления	1,00	0,56*	0,55*	-0,41	-0,45*	-0,38	-0,19	-0,33	-0,31
2. Трудности запоминания		1,00	0,37	-0,18	-0,06	-0,09	-0,20	0,08	-0,08
3. Трудности концентрации			1,00	0,11	0,13	-0,19	0,17	-0,11	-0,01
4. Количество фиксаций				1,00	0,50*	0,32	0,48*	-0,08	0,82*
5. Средняя длительность фиксации					1,00	0,24	0,10	0,39	0,18
6. Наибольшая длительность фиксации						1,00	0,07	0,11	0,55*
7. Количество морганий							1,00	0,00	0,57*
8. Диаметр зрачка								1,00	-0,12

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Время чтения									1,00
В подгруппе, работавшей с текстом, представленным на экране монитора компьютера									
1. Трудности осмысления	1,00	0,13	0,53*	0,26	-0,05	-0,24	-0,41	0,00	-0,05
2. Трудности запоминания		1,00	-0,11	0,24	0,29	-0,21	0,04	-0,28	-0,21
3. Трудности концентрации			1,00	0,48	0,13	0,09	-0,24	-0,13	0,52*
4. Количество фиксаций				1,00	0,67*	-0,29	-0,08	0,26	0,26
5. Средняя длительность фиксации					1,00	0,01	-0,08	0,18	0,24
6. Наибольшая длительность фиксации						1,00	0,09	-0,09	0,52*
7. Количество морганий							1,00	0,12	0,27
8. Диаметр зрачка								1,00	-0,07
9. Время чтения									1,00
В подгруппе, работавшей с текстом, представленным на экране смартфона									
1. Трудности осмысления	1,00	0,09	0,26	-0,04	-0,26	0,14	-0,32	-0,05	-0,04
2. Трудности запоминания		1,00	0,13	-0,06	0,19	-0,02	-0,09	-0,09	-0,25
3. Трудности концентрации			1,00	-0,14	-0,16	-0,08	0,34	-0,34	-0,23
4. Количество фиксаций				1,00	0,55*	0,19	0,15	0,48*	0,78*
5. Средняя длительность фиксации					1,00	-0,03	0,18	0,73*	0,19
6. Наибольшая длительность фиксации						1,00	0,37	-0,03	0,49*
7. Количество морганий							1,00	-0,01	0,24
8. Диаметр зрачка								1,00	0,32
9. Время чтения									1,00

Примечание: * – $p \leq 0,05$.

Note: * – $p \leq 0,05$.

Достоверные различия между подгруппами зафиксированы по таким показателям трудностей в понимании текста статьи, как трудности запоминания и трудности концентрации, которые оказались наиболее высокими в подгруппе студентов, работавших с текстом, представленным на экране монитора компьютера, и самими низкими в подгруппе студентов, читавшими текст с экрана смартфона. Попарное сравнение позволило зафиксировать отсутствие значимых различий по этим показателям между подгруппами, работавшими с бумажным текстом и текстом,

представленным на экране монитора компьютера ($p > 0,05$), а также зафиксировать достоверные различия между этими подгруппами и подгруппой, использовавшей смартфон ($68,0 \leq U \leq 107,0$ при $p \leq 0,05$). Аналогичная тенденция, не достигшая, однако, уровня статистической значимости, зафиксирована и для показателя трудностей в осмыслении текста. Эти данные указывают на то, что использование смартфона в качестве носителя информации при чтении научной статьи способствует снижению субъективных трудностей, связанных с ее пониманием, что может быть

обусловлено меньшей когнитивной вовлеченностью и менее выраженной когнитивной и метакогнитивной регуляцией чтения теми студентами, которым текст научной статьи был представлен на экране смартфона. Это предположение частично подтвердилось благодаря результатам корреляционного анализа.

Структура взаимосвязей, полученных в подгруппе студентов, работавших со статьей, представленной на бумажном носителе, в целом аналогична той, которая получена на материале общей выборки: обнаружены отрицательные связи между комплексом показателей, характеризующих трудности в понимании научной статьи, с одной стороны, с показателями времени чтения и длительности фиксаций, с другой стороны. В подгруппе студентов, работавших со статьей, представленной на экране монитора компьютера, связи между показателями трудностей в понимании текста, временем чтения и длительностью фиксаций оказались, напротив, положительными. В подгруппе студентов, использовавших смартфон, статистически значимых связей между показателями трудностей в понимании текста и окулографическими характеристиками чтения не обнаружено. Можно предположить, что за различиями в характере взаимосвязей, обнаруженных в подгруппах студентов, работавших с бумажным носителем и экраном монитора компьютера, кроется тенденция к более выраженной метакогнитивной регуляции [12], значение которой при использовании компьютера как инструмента образовательной активности, вероятно, осознается студентами в связи с переносом навыков взаимодействия с гипертекстом [11], типичных для ситуации взаимодействия с экраном монитора, на чтение линейного текста. В этом контексте удлинение фиксаций может

отражать произвольные усилия по концентрации внимания [9; 24] на тексте читаемой научной статьи в случае осознания тех или иных трудностей в понимании, а увеличение общего времени чтения, возможно, указывает на более выраженную аналитичность при работе с текстом. Отсутствие значимых корреляций в подгруппе студентов, использовавших смартфон, в свою очередь, может быть интерпретировано как отсутствие единого «окулографического портрета» чтения научной статьи с экрана смартфона, что, весьма вероятно, связано с существенным вкладом индивидуальных психофизиологических характеристик студентов в выбор эффективных стратегий использования смартфона как инструмента учебной деятельности [11]. Обобщая результаты, можно с большой долей уверенности предположить, что более низкие оценки субъективных трудностей в понимании научной статьи студентами, использовавшими для работы смартфон, отражают характерную для работы с этим устройством меньшую глубину понимания, связанную с менее выраженной концентрацией на тексте, о чем свидетельствует достоверно более низкое, в сравнении с другими подгруппами, количество фиксаций на фоне выраженной неравномерности их длительности.

Заключение

В заключение обобщим выявленные взаимосвязи самооценки трудностей в понимании студентами научного текста, представленного на бумажном и цифровом носителях, с окулографическими показателями, характеризующими чтение этого текста.

Было выделено три вида трудностей в понимании студентами текста научной статьи: трудности осмысления материала, трудности его запоминания, а также трудности концентрации, отражающие основные когнитивные

механизмы понимания (мышление, память и внимание соответственно). Установлено, что выделенные виды трудностей в понимании научного текста тесно связаны между собой и в ситуации недифференцированного анализа (без учета характера носителя информации) взаимосвязаны с окулографическими показателями, указывающими на недостаточную концентрацию на материале статьи и низкую когнитивную вовлеченность в его обработку (временем чтения, количеством фиксаций, наибольшей длительностью фиксаций и количеством морганий). Последующий анализ с учетом носителя, с помощью которого была представлена статья, показал, что описанные тенденции в полной мере воспроизводятся при работе с текстом статьи, представленным на бумажном носителе. Однако претерпевают существенные изменения при работе со статьей, представленной на экране монитора компьютера: в этом случае, напротив, субъективные трудности в понимании ассоциируются с окулографическими показателями, указывающими на когнитивную вовлеченность в работу с текстом и сосредоточенность на ней, что было проинтерпретировано как отражение более выраженных тенденций к когнитивной и метакогнитивной регуляции образовательной активности, реализуемой с использованием цифрового устройства с большим монитором, клавиатурой и устройством управления курсором. Обнаруженное в исследовании отсутствие взаимосвязи показателей трудностей в понимании статьи и окулографических характеристик чтения ее текста с экрана смартфона, с нашей точки зрения, указывает на разнообразие стратегий когнитивной обработки информации студентами, использующими смартфон, которое, однако, происходит на фоне сниженной и неравномерной по интенсивности концентрации на тексте и сопровож-

дается недооценкой трудностей в его понимании. Таким образом, гипотеза о том, что взаимосвязи самооценки трудностей в понимании научной статьи и окулографических показателей в целом соответствуют тенденциям, характеризующим взаимосвязи различных когнитивных функций и параметров движения глаз при визуальном взаимодействии с информацией, в нашем исследовании нашла подтверждение. Однако гипотеза о том, что в случае работы с текстом, представленным на цифровом носителе, эти взаимосвязи будут усиливаться в силу усложнения процессов его понимания, оказалась опровергнутой, что позволило сформулировать предположение о различиях в стратегиях работы студентов с текстом научной статьи, представленным на бумажном и цифровых носителях. Проверка этого предположения, которая требует анализа процессуальных характеристик взаимодействия студентов с текстом научной статьи, представленным на разных носителях, составляет перспективное направление дальнейших исследований.

Представленное в статье исследование, безусловно, имеет ряд ограничений, ключевые из которых связаны с неполнотой психометрической проверки анкеты, используемой для оценки трудностей в понимании научной статьи, отсутствием данных о динамике окулографических характеристик в течение работы с текстом (этим, например, может быть обусловлено отсутствие значимых результатов для окулографического показателя «диаметр зрачка»), содержательной однородностью стимульного текста (студенты читали профильный для своего направления образования текст социогуманитарной направленности, научные статьи из иных областей знания не использовались) и привлечением к участию в эксперименте студентов-психологов, для ко-



торых может быть характерна профессиональная специфичность навыков когнитивной и метакогнитивной регуляции. Кроме того, следует отметить, что студенты, работавшие с научной статьей на цифровых носителях, получали текст в офлайн-формате, что исключало дополнительную визуальную нагрузку, типичную для онлайн-взаимодействия с научными текстами, наиболее характерного в ситуации использования цифровых устройств.

Вместе с тем полученные данные, на наш взгляд, являются важными как для изучения психологических механизмов понимания научных текстов студентами, так и для оценки возможностей и ограничений различных цифровых устройств как носителей информации, значимой в контексте образовательной активности студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Antonelli M., Donelli D. Reading and understanding scientific articles // *The Clinical Teacher*. – 2020. – Vol. 17 (6). – P. 612–616. DOI: <https://doi.org/10.1111/tct.13159>
2. Katz J., Smolyn J. Becoming Scientifically Literate: Developing Epistemic Practices Through Reading Scientific Papers // *The Science Teacher*. – 2024. – Vol. 91 (1). – P. 58–63. URL: <https://my.nsta.org/resource/130754> DOI: <https://doi.org/10.1080/00368555.2023.2292336>
3. Кулешова И. Г., Кисельников И. В., Брейтигам Э. К. Содержание фаз понимания учебного материала // *Science for Education Today*. – 2019. – № 5. – С. 97–109. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.1905.06>
4. Мосунова Л. А. Управление чтением художественных текстов как процессом порождения смысла // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. – 2018. – № 2. – С. 135–152. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1802.08>
5. Борзова Т. В. Опросник «Понимание научного текста»: поиски путей диагностики понимания в обучении // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки*. – 2020. – Т. 22, № 72. – С. 15–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43136156> DOI: <https://doi.org/10.37313/2413-9645-2020-22-72-15-26>
6. Jannah F., Ni'mah M., Hasanah S. An Analysis of Student's Reading Interest in Scientific Article // *Journey: Journal of English Language and Pedagogy*. – 2023. – Vol. 6 (1). – P. 178–184. DOI: <https://doi.org/10.33503/journey.v6i1.2646>
7. Sujaini H., Safriadi N., Khairiyah D. System interactive reader using eye-tracker technology in ebook reader // *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. – 2024. – Vol. 13 (3). – P. 1676–1684. DOI: <https://doi.org/10.11591/eei.v13i3.5877>
8. Войскунский А. Е., Солодов М. Ю. Влияние свойств электронного текста на эффективность и результативность чтения: литературный обзор // *Психология человека в образовании*. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 134–142. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44034124> DOI: <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2020-2-2-134-142>
9. Соловьева В. А., Вениг С. Б., Белых Т. В. Анализ окулomotorной активности, наблюдаемой при изучении образовательного материала с экрана // *Интеграция образования*. – 2021. – Т. 25, № 1. – С. 91–109. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44869233> DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.102.025.202101.091-109>



10. Борзова Т. В., Мосунова Л. А. Условия развития смыслового понимания информации в процессе обучения // *Science for Education Today*. – 2020. – № 1. – С. 7–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2001.01>
11. Микляева А. В., Безгодова С. А., Николаева Е. И. Информационный онлайн-поиск как элемент образовательной активности современных школьников и студентов: когнитивные и психофизиологические предпосылки эффективности. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. – 216 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56363619> EDN
12. Самойлов О. М., Морозов З. А., Петухова Д. Р., Долженко К. И. Метакогнитивная регуляция как фактор, влияющий на эффективность обучения в условиях применения цифровых образовательных технологий: систематический обзор литературы // *Психология человека в образовании*. – 2023. – Т. 5, № 4. – С. 519–535. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60006592> DOI: <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2023-5-4-519-535>
13. Andrew M., Taylorson J., Langille D. J., Grange A., Williams N. Student attitudes towards technology and their preferences for learning tools/devices at two universities in the UAE // *Journal of Information Technology Education: Research*. – 2018. – Vol. 17. – P. 309–344. DOI: <https://doi.org/10.28945/4111>
14. Strzelecki A. Eye-tracking studies of web search engines: A systematic literature review // *Information (Switzerland)*. – 2020. – Vol. 11 (6). – P. 300. DOI: <https://doi.org/10.3390/INFO11060300>
15. Andrei E. Adolescent English Learners' Use of Digital Technology in the Classroom // *Educational Forum*. – 2018. – Vol. 83 (1). – P. 102–120. DOI: <https://doi.org/10.1080/00131725.2018.1478474>
16. McGray H. G., Tour E., Tsang T. K. Helping Students to Metacognitively Read Scientific Literature With Talking to the Text // *CourseSource*. – 2023. – Vol. 10. – P. 28. DOI: <https://doi.org/10.24918/cs.2023.28>
17. Xie Y. Wang J., Li S., Zheng Y. Research on the influence path of metacognitive reading strategies on scientific literacy // *Journal of Intelligence*. – 2023. – Vol. 11 (5). – P. 78. DOI: <https://doi.org/10.3390/jintelligence11050078>
18. Ребрейкина А. Б., Левкович К. М. Разработка методик на основе айтрекинга для диагностики когнитивных функций у детей // *Современная зарубежная психология*. – 2024. – Т. 13, № 2. – С. 33–43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=68520280> DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2024130203>
19. Vajs I., Papić T., Ković V., Savić A. M., Janković M. M. Accessible Dyslexia Detection with Real-Time Reading Feedback through Robust Interpretable Eye-Tracking Features // *Brain Sciences*. – 2023. – Vol. 13 (3). – P. 405. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci13030405>
20. El Hmimdi A. E., Kapoula Z., Sainte Fare Garnot V. Deep learning-based detection of learning disorders on a large scale dataset of eye movement records // *BioMedInformatics*. – 2024. – Vol. 4 (1). – P. 519–541. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedinformatics4010029>
21. Ktistakis E., Gleni A., Tsilimbaris M. K., Plainis S. Comparing silent reading performance for single sentences and paragraphs: an eye movement-based analysis // *Clinical and Experimental Optometry*. – 2023. – Vol. 107 (4). – P. 449–456. DOI: <https://doi.org/10.1080/08164622.2023.2237974>
22. Miller B. W. Using Reading Times and Eye-Movements to Measure Cognitive Engagement // *Educational Psychologist*. – 2015. – Vol. 50 (1). – P. 31–42. DOI: <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1004068>
23. Звягина Н. В., Талеева А. И., Кузнецова Д. А. Особенности окулomotorных реакций у студентов при восприятии текстовой информации // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 145–152. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45726635> DOI: <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z052>



24. Zivan M., Horowitz-Kraus T. Parent—child joint reading is related to an increased fixation time on print during storytelling among preschool children // *Brain and Cognition*. – 2020. – Vol. 143. – P. 105596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2020.105596>
25. Оганов С. Р., Корнев А. Н. Окуломоторные характеристики как показатель сформированности навыка анализа письменного текста у детей 9-11 и 12-14 лет // *Специальное образование*. – 2017. – № 3. – С. 112–121. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30162421>
26. Molina R., Redondo B., Vera J., García J. A., Muñoz-Hoyos A., Jiménez R. Children with Attention-deficit/Hyperactivity Disorder Show an Altered Eye Movement Pattern during Reading // *Optometry and Vision Science*. – 2020. – Vol. 97 (4). – P. 265–274. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001498>
27. Hauschild K. M., Pomales-Ramos A., Strauss M. S. The visual array task: A novel gaze-based measure of object label and category knowledge // *Development Science*. – 2021. – Vol. 24 (2). – P. e13015. DOI: <https://doi.org/10.1111/desc.13015>
28. Vargas-Cuentas N. I., Roman-Gonzalez A., Gilman R. H., Barrientos F., Ting J., Hidalgo D., Jensen K., Zimic M. Developing an eye-tracking algorithm as a potential tool for early diagnosis of autism spectrum disorder in children // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12 (11). – P. e0188826. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188826>
29. Viglione A., Mazziotti R., Pizzorusso T. From pupil to the brain: New insights for studying cortical plasticity through pupillometry // *Frontiers in Neural Circuits*. – 2023. – Vol. 17. – P. 1151847. DOI: <https://doi.org/10.3389/fncir.2023.1151847>
30. 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. – Vol. 21 (6). – P. 786–789. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797610368063>
31. Yoo K., Ahn J., Lee S.-H. The confounding effects of eye blinking on pupillometry, and their remedy // *PLoS One*. – 2021. – Vol. 16 (12). – P. e0261463. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261463>

Поступила: 30 ноября 2024 Принята: 10 января 2025 Опубликовано: 28 февраля 2025

Заявленный вклад авторов:

Цветкова Лариса Александровна: интерпретация результатов исследования, подготовка дrafта статьи.

Никитина Екатерина Александровна: сбор теоретического материала, литературный обзор.

Сутормина Надежда Владимировна: сбор эмпирического материала, выполнение статистических процедур, оформление текста статьи.

Сбитнева Алина Александровна: сбор эмпирического материала, выполнение статистических процедур.

Микляева Анастасия Владимировна: организация исследования, концепция и дизайн исследования и общее руководство.

Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.



Информация о конфликте интересов:

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

Информация об авторах

Цветкова Лариса Александровна

доктор психологических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник,
научно-исследовательская лаборатория когнитивных исследований в образовании,
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
наб. р. Мойки, д. 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4080-7103>
SPIN-код: 2815-8700
E-mail: larac@mail.ru

Никитина Екатерина Александровна

доктор биологических наук, доцент, профессор,
кафедра анатомии и физиологии человека и животных,
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
наб. р. Мойки, д. 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-8392>
SPIN-код: 7844-8621
E-mail: nikitinaea@herzen.spb.ru

Сутормина Надежда Владимировна

младший научный сотрудник,
научно-исследовательская лаборатория когнитивных исследований в образовании,
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
наб. р. Мойки, д. 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-8496>
SPIN-код: 7957-8122
E-mail: nadya.sutormina.92@mail.ru

Сбитнева Алина Александровна

старший преподаватель,
кафедра общей и социальной психологии,
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
наб. р. Мойки, д. 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3825-296X>
SPIN-код: 4676-9541
E-mail: a.sbitneva@gmail.com



Микляева Анастасия Владимировна

доктор психологических наук, доцент, профессор,
кафедра общей и социальной психологии,

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
наб. р. Мойки, д. 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8389-2275>

SPIN-код: 9471-8985

E-mail: a.miklyaeva@gmail.com

The relationship between students' self-assessments of difficulties in understanding scientific texts presented on paper or digital devices and eye-tracking indicators

Larisa A. Tsvetkova¹, Ekaterina A. Nikitina¹, Nadezhda V. Sutormina¹,
Alina A. Sbitneva¹, Anastasia V. Miklyaeva  ¹

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. The article examines the problem of the quality of students' understanding of a scientific text presented in a traditional format, as well as on a computer and smartphone screen. The purpose of the study is to identify the relationship between students' self-assessments of difficulties in understanding scientific texts presented on paper or digital devices, and eye-tracking indicators of reading.

Materials and Methods. The experimental study involved 55 students divided into three subgroups: those who read the text of a scientific article on paper, on a computer monitor and on a smartphone screen. The eye-tracking characteristics were recorded using a Pupil Core binocular eyetracker. The assessment of difficulties in understanding the educational text was carried out using the author's modification of T. V. Borzova's 'Understanding the scientific text' questionnaire.

Results. The results show three types of difficulties in students' understanding of a scientific article: difficulties in comprehending the material, difficulties in memorization, and difficulties in concentration. The study has revealed: (1) negative correlations between difficulties in understanding the text and eye-tracking characteristics indicating concentration on the article and cognitive involvement in reading in the group of students who read the paper text; (2) positive correlations between subjective difficulties in understanding and indicators associated with cognitive involvement in reading with the text and concentration on it in the group of students who read the text on the computer monitor; (3) no correlations in the group of students who read the text on the smartphone

Acknowledgments

The study was financially supported by the Herzen State Pedagogical University of Russia by an internal grant. Project No. 23VG ("Cognitive factors of effective assimilation of information in the educational process implemented using digital technologies").

For citation

Tsvetkova L. A., Nikitina E. A., Sutormina N. V., Sbitneva A. A., Miklyaeva A. V. The relationship between students' self-assessments of difficulties in understanding scientific texts presented on paper or digital devices and eye-tracking indicators. *Science for Education Today*, 2025, vol. 15 (1), pp. 24–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2501.02>

  Corresponding Author: Anastasia V. Miklyaeva, a.miklyaeva@gmail.com

© Larisa A. Tsvetkova, Ekaterina A. Nikitina, Nadezhda V. Sutormina, Alina A. Sbitneva, Anastasia V. Miklyaeva, 2025

screen, that suggests a variety of cognitive information processing strategies accompanied by reduced concentration on the text and underestimation of difficulties in understanding in this group.

Conclusions. The authors conclude that differences in cognitive information processing strategies when reading the scientific text presented on paper, a computer monitor and a smartphone screen determine learning attainments.

Keywords

Understanding scientific text; Text understanding difficulties; Eye-tracking characteristics of reading; Cognitive regulation; Metacognitive regulation; Paper text; Digital text.

REFERENCES

1. Antonelli M., Donelli D. Reading and understanding scientific articles. *The Clinical Teacher*, 2020, vol. 17 (6), pp. 612-616. DOI: <https://doi.org/10.1111/tct.13159>
2. Katz J., Smolyn J. Becoming scientifically literate: developing epistemic practices through reading scientific papers. *The Science Teacher*, 2024, vol. 91 (1), pp. 58-63. URL: <https://my.nsta.org/resource/130754> DOI: <https://doi.org/10.1080/00368555.2023.2292336>
3. Kuleshova I. G., Kiselnikov I. V., Breitigam E. K. Stages of understanding educational material: The issues of contents. *Science for Education Today*, 2019, vol. 9, no. 5, pp. 97–109. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.1905.06>
4. Mosunova L. A. Managing reading of literary texts as a process of search for meaning. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2018, vol. 8, no. 2, pp. 135–152. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1802.08>
5. Borzova T. V. Questionnaire “understanding of the scientific text”: Search for ways to diagnose understanding in learning. *The Proceedings of the Samara Academy of Sciences (RAS). Social Sciences, Humanities, Biomedical Sciences*, 2020, vol. 22 (72), pp. 15-26. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43136156> DOI: <https://doi.org/10.37313/2413-9645-2020-22-72-15-26>
6. Jannah F., Ni'mah M., Hasanah S. An analysis of student's reading interest in scientific article. *Journey: Journal of English Language and Pedagogy*, 2023, vol. 6 (1), pp. 178-184. DOI: <https://doi.org/10.33503/journey.v6i1.2646>
7. Sujaini H., Safriadi N., Khairiyah D. System interactive reader using eye-tracker technology in ebook reader. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 2024, vol. 13 (3), pp. 1676-1684. DOI: <https://doi.org/10.11591/eei.v13i3.5877>
8. Voiskunsky A. E., Solodov M. Y. How features of digital text affect reading efficiency and comprehension. Literature review. *Psychology in Education*, 2020, vol. 2 (2), pp. 134-142. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44034124> DOI: <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2020-2-2-134-142>
9. Solovyova V. A., Venig S. B., Belykh T. V. Analysis of students' oculomotor activity observed when reading from the PC screen. *Integration of Education*, 2021, vol. 25 (1), pp. 91-109. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44869233> DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.102.025.202101.091-109>
10. Borzova T. V., Mosunova L. A. The conditions for fostering meaningful understanding of information in learning. *Science for Education Today*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 7–24. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2001.01>
11. Miklyaeva A. V., Bezgodova S. A., Nikolaeva E. I. *Online information search as an element of educational activity of modern schoolchildren and students: cognitive and psychophysiological*



- prerequisites for effectiveness*. Saint Petersburg: Publishing House of the Herzen State Pedagogical University of Russia, 2023, 216 p. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56363619>
12. Samoilov O. M., Morozov Z. A., Petukhova D. R., Dolzhenko K. I. Metacognitive regulation as a factor influencing the effectiveness of learning through digital educational technologies. *Psychology in Education*, 2023, vol. 5 (4), pp. 519-535. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60006592> DOI: <https://doi.org/10.33910/2686-9527-2023-5-4-519-535>
 13. Andrew M., Taylorson J., Langille D. J., Grange A., Williams N. Student attitudes towards technology and their preferences for learning tools/devices at two universities in the UAE. *Journal of Information Technology Education: Research*, 2018, vol. 17, pp. 309-344. DOI: <https://doi.org/10.28945/4111>
 14. Strzelecki A. Eye-tracking studies of web search engines: A systematic literature review. *Information (Switzerland)*, 2020, vol. 11 (6), pp. 300. DOI: <https://doi.org/10.3390/INFO11060300>
 15. Andrei E. Adolescent English learners' use of digital technology in the classroom. *Educational Forum*, 2018, vol. 83 (1), pp. 102-120. DOI: <https://doi.org/10.1080/00131725.2018.1478474>
 16. McGray H. G., Tour E., Tsang T. K. Helping students to metacognitively read scientific literature with talking to the text. *CourseSource*, 2023, vol. 10, pp. 28. DOI: <https://doi.org/10.24918/cs.2023.28>
 17. Xie Y. Wang J., Li S., Zheng Y. Research on the influence path of metacognitive reading strategies on scientific literacy. *Journal of Intelligence*, 2023, vol. 11 (5), pp. 78. DOI: <https://doi.org/10.3390/jintelligence11050078>
 18. Rebreikina A. B., Levkovich K. M. Development of eye-tracking based techniques for diagnosing children's cognitive functions. *Modern Foreign Psychology*, 2024, vol. 13 (2), pp. 33-43. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=68520280> DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2024130203>
 19. Vajs I., Papić T., Ković V., Savić A. M., Janković M. M. Accessible dyslexia detection with real-time reading feedback through robust interpretable eye-tracking features. *Brain Sciences*, 2023, vol. 13 (3), pp. 405. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci13030405>
 20. El Hmimdi A. E., Kapoula Z., Sainte Fare Garnot V. Deep learning-based detection of learning disorders on a large scale dataset of eye movement records. *BioMedInformatics*, 2024, vol. 4 (1), pp. 519-541. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedinformatics4010029>
 21. Ktistakis E., Gleni A., Tsilimbaris M. K., Plainis S. Comparing silent reading performance for single sentences and paragraphs: an eye movement-based analysis. *Clinical and Experimental Optometry*, 2023, vol. 107 (4), pp. 449-456. DOI: <https://doi.org/10.1080/08164622.2023.2237974>
 22. Miller B. W. Using reading times and eye-movements to measure cognitive engagement. *Educational Psychologist*, 2015, vol. 50 (1), pp. 31-42. DOI: <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1004068>
 23. Zvyagina N. V., Taleeva A. I., Kuznetsova D. A. Features of oculomotor reactions in students when perceiving textual information. *Journal of Biomedical Research*, 2021, vol. 9 (2), pp. 145-152. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45726635> DOI: <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z052>
 24. Zivan M., Horowitz-Kraus T. Parent-child joint reading is related to an increased fixation time on print during storytelling among preschool children. *Brain and Cognition*, 2020, vol. 143, pp. 105596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2020.105596>



25. Oganov S. R., Kornev A. N. Oculomotor characteristics as an indicator of the formation of the skill of analyzing written text in children aged 9-11 and 12-14 years. *Special Education*, 2017, no. 3, pp. 112-121. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30162421>
26. Molina R., Redondo B., Vera J., García J. A., Muñoz-Hoyos A., Jiménez R. Children with attention-deficit/hyperactivity disorder show an altered eye movement pattern during reading. *Optometry and Vision Science*, 2020, vol. 97 (4), pp. 265-274. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001498>
27. Hauschild K. M., Pomales-Ramos A., Strauss M. S. The visual array task: A novel gaze-based measure of object label and category knowledge. *Development Science*, 2021, vol. 24 (2), pp. e13015. DOI: <https://doi.org/10.1111/desc.13015>
28. Vargas-Cuentas N. I., Roman-Gonzalez A., Gilman R. H., Barrientos F., Ting J., Hidalgo D., Jensen K., Zimic M. Developing an eye-tracking algorithm as a potential tool for early diagnosis of autism spectrum disorder in children. *PLoS One*, 2017, vol. 12 (11), pp. e0188826. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188826>
29. Viglione A., Mazziotti R., Pizzorusso T. From pupil to the brain: New insights for studying cortical plasticity through pupillometry. *Frontiers in Neural Circuits*, 2023, vol. 17, pp. 1151847. DOI: <https://doi.org/10.3389/fncir.2023.1151847>
30. 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, vol. 21 (6), pp. 786-789. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797610368063>
31. Yoo K., Ahn J., Lee S.-H. The confounding effects of eye blinking on pupillometry, and their remedy. *PLoS One*, 2021, vol. 16 (12), pp. e0261463. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261463>

Submitted: 30 November 2024

Accepted: 10 January 2025

Published: 28 February 2025



This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).

The authors' stated contribution:

Larisa A. Tsvetkova

Contribution of the co-author: interpretation of the results, preparation of the draft article.

Ekaterina A. Nikitina

Contribution of the co-author: collecting theoretical material, literary review.

Nadezhda V. Sutormina

Contribution of the co-author: collecting empirical data, performing statistical procedures, formatting the text of the article.

Alina A. Sbitneva

Contribution of the co-author: collecting empirical data, performing statistical procedures.

Anastasia V. Miklyaeva

Contribution of the co-author: organization of research, concept and design of research and general guidance.





All authors reviewed the results of the work and approved the final version of the manuscript.

Information about competitive interests:

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

Information about the Authors

Larisa Alexandrovna Tsvetkova

Doctor of Psychological Sciences, Professor, Leading Researcher,
Research Laboratory of Cognitive Research in Education,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka Emb., 1911186, Saint Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4080-7103>,
E-mail: larac@mail.ru

Ekaterina Alexandrovna Nikitina

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Department of Anatomy and Physiology of Humans and Animals,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka Emb., 1911186 Saint Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-8392>,
E-mail: nikitinaea@herzen.spb.ru

Nadezhda Vladimirovna Sutormina

Junior Researcher,
Research Laboratory of Cognitive Research in Education,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka Emb., 1911186 Saint Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-8496>,
E-mail: nadya.sutormina.92@mail.ru

Alina Alexandrovna Sbitneva

Senior Lecturer,
Department of General and Social Psychology,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka Emb., 1911186 Saint Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3825-296X>,
E-mail: a.sbitneva@gmail.com



Anastasia Vladimirovna Miklyaeva

Doctor of Psychological Sciences, Professor,
Department of General and Social Psychology,
Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka Emb., 1911186 Saint Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8389-2275>,
E-mail: a.miklyaeva@gmail.com