



оригинальная статья

<https://elibrary.ru/besuqe>

Модификация методики буквенного варианта корректурной пробы в условиях предъявления стимульного материала в электронном формате

Симонова Дарья Игоревна

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия, Москва
<https://orcid.org/0009-0003-6072-0368>
 Simona.Di88@yandex.ru

Никишина Вера Борисовна

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия, Москва
 eLibrary Author SPIN: 6779-0519
<https://orcid.org/0000-0003-2421-3652>
 Scopus Author ID: 56725620100

Аннотация: За многолетнее использование общепринятого инструментария, направленного на диагностику когнитивного процесса внимания, осуществлялось лишь несколько попыток модернизировать методики и стандартизировать нормативные значения, заложенные в них. При проведении теоретико-методологического анализа были установлены противоречия данных как в направлении назначений методик, так и в критериальных аспектах. Определился запрос в перенесении диагностического материала для определения параметров когнитивных процессов в электронный формат и получении более объективных данных с помощью новых технологий программно-аппаратных методов, считывающих психофизиологические показатели. Цель – модифицировать методики буквенного варианта корректурной пробы для предъявления стимульного материала в электронном формате. Задачи: провести теоретико-методологический анализ в исследовательском поле изучения феномена внимания и методов его диагностики; разработать стимульный материал по аналогии с заложенными принципами в методиках стандартного диагностического инструментария для диагностики свойств внимания; исследовать психофизиологические параметры глазодвигательных реакций, активных в процессе воздействования внимания при предъявлении электронного стимула с использованием технологии окулографии. Выборка составила 90 человек (33 мужчины и 57 женщин) в возрасте 16–70 лет. В результате исследования разработанная модификация методики буквенного варианта диагностики внимания с применением технологии окулографии позволила получить результаты глазодвигательных реакций, описывающие особенности реализации процесса внимания, который благодаря смене стадий организует обработку информации, а также установить такой феномен внимания, как слепота невнимания. Определены стратегии поиска и некоторые тенденции проявления глазодвигательных реакций в процессе внимания. Выявлено, что в процессе решения задачи на поиск целевого стимула с ограничением времени респондентами реализуются не только две базовые стратегии (считывание элементарных единиц информации с последующей интеграцией их в единый образ; поиск по символическому содержанию с последующей селективной обработкой и выбором целевого стимула из потока информации), которые мы предполагали в начале работы, но и дополнительные: полное игнорирование целевого слова; сокращение объема целевого стимула (неполный ответ) при полном его обнаружении по глазодвигательным реакциям; механическое комбинирование элементов для выполнения поставленной задачи; привнесение (конфабуляция).

Ключевые слова: свойства внимания, методика поиска целевых объектов, психофизиологические параметры свойств внимания, феномены внимания, корректурная пробы

Цитирование: Симонова Д. И., Никишина В. Б. Модификация методики буквенного варианта корректурной пробы в условиях предъявления стимульного материала в электронном формате. *СибСкрипт*. 2024. Т. 26. № 5. С. 672–684. <https://doi.org/10.21603/sibscript-2024-26-5-672-684>

Поступила в редакцию 15.03.2024. Принята после рецензирования 20.05.2024. Принята в печать 20.05.2024.

full article

Modifying the Methodology of Letter Cancellation Test for Digital Representation

Daria I. Simonova

Pirogov Russian National Research Medical University, Russia, Moscow

<https://orcid.org/0009-0003-6072-0368>

Simona.Di88@yandex.ru

Vera B. Nikishina

Pirogov Russian National Research Medical University, Russia, Moscow

eLibrary Author SPIN: 6779-0519

<https://orcid.org/0000-0003-2421-3652>

Scopus Author ID: 56725620100

Abstract: Standard tools of attention diagnosis have seen only a few attempts of modernization. A theoretical and methodological analysis revealed data contradictions both in assignment and criteria. Digital versions of cognitive diagnostic material could be more objective due to modern hardware and software methods that register psychophysiological indicators. This research was an attempt to digitalize a standard letter variant of letter cancellation test. It involved a theoretical and methodological analysis of attention studies and diagnostic methods. The authors developed new stimulus material for digital attention tests and studied them using oculography. The research involved 90 people (33 men and 57 women) aged 16–70 y.o. The oculography revealed a set of oculomotor reactions that made it possible to describe the peculiarities of attention process and its stages, as well as to establish such a phenomenon as inattention blindness. The experiment also revealed some stable patterns in search strategies and oculomotor reactions that occurred during the testing. While searching for a target stimulus in a limited time, respondents usually employ two basic strategies: 1) they read elementary units of information to integrate them into a single image; 2) they stick to symbolic content with subsequent selective processing to select the target stimulus from the information flow. In this research, however, the participants also used additional strategies: 3) they completely ignored the target word; 4) they reduced the volume of the target stimulus (incomplete response) with its complete detection by oculomotor reactions; 5) they combined elements mechanically; 6) they turned to confabulation.

Keywords: attention profile, methodology of search for target objects, psychophysiological parameters of attention, attention phenomena, cancellation tests

Citation: Simonova D. I., Nikishina V. B. Modifying the Methodology of Letter Cancellation Test for Digital Representation. *SibScript*, 2024, 26(5): 672–684. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/sibscript-2024-26-5-672-684>

Received 15 Mar 2024. Accepted after peer review 20 May 2024. Accepted for publication 20 May 2024.

Введение

Изучение внимания как объекта исследования имеет противоречия относительно разных научных взглядов на протяжении всего исторического периода. К настоящему времени не сформировано единой концепции в понимании процесса внимания, его сути и механизмов. С периода оформления психологии как самостоятельной науки определение внимания формировалось в множественных теориях. Внимание рассматривалось как побочный продукт психики [Гальперин 1998], как независимый процесс, имеющий свои свойства и функции, как регуляторный диффузный процесс, необходимый для реализации всех остальных психических функций [Дормашев, Романов 1995]. Несмотря на противоречивость в понимании природы и механизмов внимания, диагностика

данного процесса и инструментарий, который был когда-то разработан, являются относительно устоявшимися в исследовательском поле. На сегодняшний день в процессе внимания определяется сложность в самостоятельной идентификации его продукта и в общем фиксации его свойств, что просматривается и в инструментарии для его диагностики, который, исторически сложившись, стабильно существует в первоначальном виде без особых изменений.

Более распространенными методиками в диагностике свойств внимания являются несколько тестов, в параметры проведения которых вложены разные принципы (табл. 1). Представленные методики укоренились в диагностическом аппарате исследования внимания, однако изучение исследовательского поля

на предмет точности критериальных параметров, вложенных в методику, и представление стимульного материала разнятся в источниках. В данном исследовании мы сосредоточили внимание на одной из методик диагностики – корректурной пробе Бурдона.

Библиометрический анализ в научной информационной базе профессиональных ресурсов РИНЦ показал, что с течением времени исследовательский интерес к корректурной пробе возрастает (рис. 1). К 2022 г. было зафиксировано максимальное количество исследований с использованием этой методики в заданной глубине – 10 лет (2013–2022 гг.).

Полученные показатели по применению в практической деятельности корректурной пробы являются невысокими относительно других методов диагностики внимания, но такие показатели публикационной

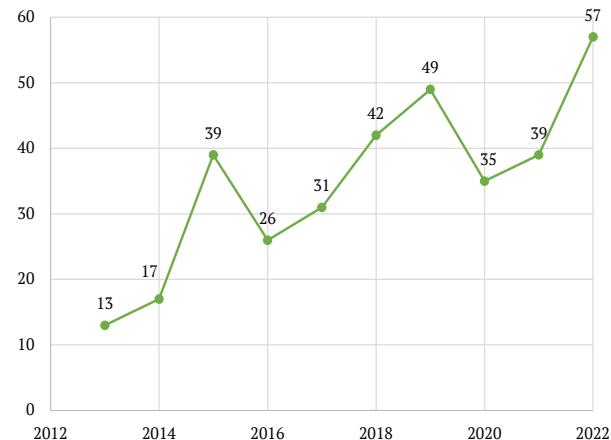


Рис. 1. Динамика публикационной активности по запросу корректурная проба, 2013–2022 гг.

Fig. 1. Publications on cancellation test, 2013–2022

Табл. 1. Методики диагностики свойств внимания

Tab. 1. Methods of attention diagnostics

Целевое назначение	Процедура проведения	Диагностические параметры
Корректурная проба (тест Бурдона)		
Диагностика свойств внимания	Тест проводится с помощью специальных бланков с рядами расположенных в случайном порядке букв. Исследуемый просматривает текст или бланк ряд за рядом и вычеркивает определенные указанные в инструкции буквы или знаки. Время работы – 5 минут. Каждую минуту испытуемый получает команду <i>stop</i> , по которой он должен отметить вертикальной чертой место, где он остановил свой просмотр на время команды экспериментатора, и продолжать работать дальше	<ul style="list-style-type: none"> устойчивость концентрация
Тест Мюнстерберга		
Диагностика свойств внимания	Текст представляет собой рандомную последовательность букв, в которой зашифрованы слова. Задача испытуемого – просматривая строку за строкой, как можно быстрее найти эти слова. Найденные слова помечаются (подчеркиваются). Искать следует существительные в именительном падеже единственного числа без использования специфических терминов и аббревиатур; если слова пересекаются или входят друг в друга, то используют слово наибольшей длины. Время прохождения – 2 минуты. Экспериментатор фиксирует время выполнения; количество найденных слов; количество слов, неправильно воспринятых испытуемым; количество слов, неправильно подчеркнутых; количество слов, которые подчеркнуты сверх нормы	<ul style="list-style-type: none"> избирательность концентрация
Таблицы Шульте		
Диагностика свойств внимания и работоспособности	Таблицы Шульте представляют собой набор цифр (от 1 до 25), расположенных в случайном порядке в клетках. Испытуемый должен показать и назвать в заданной последовательности (как правило, возрастающей от единицы до двадцати пяти) все цифры. Предлагается подряд четырех–пять неидентичных таблиц Шульте, в которых цифры расположены в различном порядке. Регистрируется время, затраченное испытуемым на показывание и называние всего ряда цифр в каждой таблице в отдельности	<ul style="list-style-type: none"> устойчивость распределение концентрация

активности могут быть связаны с разночтениями в названии методики и с возможными ее вариациями. Например, в профессиональной литературе можно встретить такие названия, как буквенный тест или буквенная проба [Рудик 1926], а также название, трансформированное под цифровые модификации данной методики [Хохлов, Фёдорова 2016]. При этом существуют и разные авторские модификации теста Бурдона, такие как таблица Анфимова (тест Бурдона-Анфимова), тест Бурдона-Рудика и др.

Проведенный анализ выявил противоречия, которые существуют как в самом описании метода, так и в критериях оценки диагностических показателей.

1. Разночтения с первоначальным вариантом корректурной пробы Б. Бурдона [Bourdon 1895], созданной в 1895 г., относятся не только к названию методики (корректурная пробы, буквенная пробы, тест Бурдона-Рудика и т. д.), но и к наполнению

стимульного материала (рис. 2). Так как ни в первоисточнике, ни в другой научной литературе не прописаны четкие критерии к стимульному материалу (шрифт, конкретный набор букв, размер, количество строк, количество букв в строке, формат расположения, интервалы между буквами и т. д.), это приводит к появлению в диагностическом инструментарии разных вариаций стимулов, которые все соотносятся с первоначальным вариантом, но при этом не все из них имеют данные о стандартизации варианта такого представления.

2. Диагностические параметры в методике корректурной пробы рассматривались в методологии ассоциативной психологии в рамках изучения связи узнавания и различения, что на сегодняшний момент развития научных взглядов не соотносится с пониманием протекания когнитивных процессов и их свойств. Также в научном поле не осталось

Корректурные пробы

КИГОШЛЩДУИВЫАКАЫКЕНГЦФРУ
ПЛОВЫЧСТВКУЦЫАФВСЧЯИНТОУ
УВМСТРНЕПМАУЦЫВКТНГОЛШБ
ЗОЛЬГРШМАВСРТДБКУВСТРЬБ
ТРГТОИМПРГТМСЧВАПИУЦЫВЛ
ИПЫЦИЗЮБҮНГШШЛГВКМИАД
РНТМКАКЕПРНЛДАМТЬБАШИБ
ДЖШДЗЮДЗБЖВПРОЛДШЗЭДВ
ЦАКАПНГРГИМСВКПЕСТГЕНШИГ
РТЛДЖХЭЗЮЕШГТЬЗЭЖОНГБЮ
КВИТРОГЛЬБДЖУФЧАЧУКЕНГ
ИГРПИТЬБЮДЖЭЗХУКУФЧСА
АВЧСТИГОЛШАЦВСТЬКМТЛД
ОШАКПТЬБДЖЭХЭЦКУЧСМТВИШ
ВЧЯСИТОГШАЙФРДЗЭОКПЮДБ
ОВКИГШИУЦЕЮЦИФСЯУЦОИАВП
ЙЦУКЕИГШЗХЩЭЖДЛОРПАВЫФЯ
ЯЧСФЫВИЦУХЭРЭЖДЮБКАМИПЕ
ЮДЩБОТРНПИМАКУВСИЦИФЯ
ФКЕАПИТЬЛШГОЮЖЭХДЗДОПЫФ
ЯИЕНРТЛОГШЛБЮДЖЭЗКУЧСЫС
ЕНКУВАСИТЬБЛДЖЭХЪФЧСВА
ГОБЬЮДЩОПАЦУЧТИПЕНРАВКУ

ВКЕСВСНАИСАИСНАВХНКХИСХВХЕКВИСНАЕН
ХВХЕИСНЕИНАИЕКНХИКХЕКВИСХВИХХЕВХВА
АКВИСКАИСВЕКВХАНИСНЕХИКХСАКСКАВЕНАХ
ВХВИНАВСИСНАИХЕХКИСНАИХКХЕИСВИСИЕА
НАХКЕХВИСНАИХВИКХСАИСНКХВИАКЕИСНК
СНАХЕКХСНАКСВЕБАИСНАСНКИХКХАСЕНКА
ЕКНВИСКХВЕХСНАИСКЕСИКНАЕСНКХКВНКАИСН
ИХКАКСАИСНАЕХВИСНХАИСНКХАИСНКХАИСНХ
ВЕВНКХВАВЕИВИСНАКАХВЕИВНАХИЕАНЕХКЕХН
ИКИВЕАКЕИВАКСВЕИСКНВАХЕСВНКЕСВЕВНК
НСКНВСХИЕСВХКНКВСКВЕВКИЕСВИСИАСА
ХЕВНАИЕНКИВИСНАИСНХАИСНХАИСНКХАИСНК
СХАИЕНАСИСВХКХСЕХВИСНХАИСНХАИСНХ
НКВХВЕКВИСНХАИСНХСКЕВХАВСИСНАЕХ
АХКАСЕСНАИСЕСХКВАИСНАСАВХСНЕИСВКЕСВС
ХИХЕКВИВЕИАИСНХАИХВИХХХЕХСНАЕХ
НВИСНСВАЕХИСНАИНХЕВИВАИСНВИСАСЕНКА
АЕВАЕНХВХИСНАЕКНАИЕВКЕХКЕИСНЕНЕАИСН
САЕИХВКЕВАИСНАЕАСХИАСНХАСКХХВИАЕВАЕН
ИСНАЕКХЕКЕАХНВХАКЕИСНАИКХВСНСИАЕХ
ВХВИСИАИЕКНСАКХИВХИСИАИСНХВКИ
СНАИКВЕХКВКСВКСХИАСЕАКСХХВХНСКНВС
ИСНАЕХКЕХКЕИХНВХАКЕИКНХИКВХСХНАСЕНКА
СНАИСАВКСХАЕХСАИСНАЕСНКХСХЕВКИХНВ
ЕКХЕКИАИВКХЕХИСНАИХКАХЕНАИХХЕКВ
ИХВКВИЕХВКВСНЕИСНВНЕИСНАЕВАНСЕК

Рис. 2. Вариации стимульного материала корректурной пробы
Fig. 2. Stimulus material for various types of letter cancellation tests

Таблица Анфимова

АХКМПРОСТУФРОСТФРАУКАХЕРОПТИСПРОРАВМИТЬБЮШИСКУЕНГШ
ПРВМСПАНПРОМТРАВИФЫВПУКНАЯЧСМТЬБПРОЛДЖЭФЫВРПАВУКЕНГШ
ЩФЫВПРОЛОХЗШГМТРФЭЖДЛОРПАВРФЫВАПРДЛДЖЭХШИГНЕ
УЦИХЗШГНЕКУЦИФЫВАПРДЛДЖЭЙФЧЫЧУВСКАМЕПИНРГТОШЛБЩ
ЮЗЖХЭБЮДШИЛБОГТРНПИМЕАКСВЧУЧИФИЙУКЕНГШИХФЫВАП
ОЛДЖЭЮБЫТИМСЧАФЫВАПРДФЧЫЧУВСКАМЕПИНРГТОШЛБЩЮЗЖХ
БЮДШБЛШОГТРНПИМЕАКСВЧУЧИФИШЛОРТРНПИМАПРНОНЕКУВСАМ
КУВСЧИЦУВСЧИЦИФЫЧВСХЭЖДЛБЛШГОТРЛШГОРПАЕКЕНГШХЗЫ
РНОГЬБЛДШХЗХЭЖДЛОРПАВЫФЦУКЕНГШИХХЮДШЛЬГНРПЕ
АМСВУЦЧИФЫЧУВЫФЦУКЕНГШИХХЯСТИПРОКВРМАЕРГОГШ
ЦДЗХЮДЖЭХЭЖДЛБЛШГОТРНПИМАКУВСЧИЦИФФЫВАПРДЛДЖЭГНШ
КЭИЦУКРОЛДЕАКГНЕКУЦИФЫВАПРДЛДЖЭЮБЫТИМСЧАФИЦУВСКАМЕП
МНЕКУЦИХЗШГНЕКУЦИФЫВАПРДЛДЖЭЮБЫТИМСЧАФИЦУВКЕНТРООЛЯ
АХКМПРОСТУФРОСТФРАУКАХЕРОПТИСПРОРАВМИТЬБЮШИСКУЕНГШ
РЮЩФЫВПРОЛОХЗШГМТРФЭЖДЛОРПАВРФЫВАПРДЛДЖЭХШИГН
КУИХЗШГНЕКУЦИФЫВАПРДЛДЖЭЙФЧЫЧУВСКАМЕПИНРГТОШЛБЩ
ЮЗЖХЭБЮДШИЛБОГТРНПИМЕАКСВЧУЧИФИЙУКЕНГШИХФЫВАП
ОЛДЖЭЮБЫТИМСЧАФЫВАПРДФЧЫЧУВСКАМЕПИНРГТОШЛБЩЮЗЖХ
БЮДШБЛШОГТРНПИМЕАКСВЧУЧИФИШЛОРТРНПИМАПРНОНЕКУВСАМ

АКСИВЕРАМПАОБАСЗЕАЮРАЦКАЧП
ОВРКАНВСАЕРНТРОНКСЧОДВИОЦФ
КАНЕОСВРАЕТГЧКЛИАЫКТРКЯБД
ВРЕСОАКВМТАВНЩЛЧВИЦФВДБОТВ
НСАКРВОЧТНЫУПЛВНПМНКОУЧЛЮН
РВОЕСНАРЧКРЛБКУВСРФЧЗХРЕЛЮ
ЕНРАЕРСКВЧБЩДРАЕПТМИСЕМВШЕ
ОСКВНЕРАОСВЧБШЛОИМАУЧОИПОО
ВКАОСНЕРКВИВМТОБЩВЧИЦНПВИ
СЕНАОВКСЕАВМЛДЖСКНПМЧСИГТШ
КОСНАКСАЕВИЛКЫЧБЩДЖОЛКПМСЧГ

доступных данных о стандартизации вложенных в нее параметров. На настоящий момент актуальной стандартизации корректурной пробы не существует, однако есть модификации теста в версиях цифрового формата, где исследователями приводятся показатели процедуры нормирования [Хохлов, Фёдорова 2016]. Методика в первоначальном своем варианте входит в диагностический инструментарий практикующих специалистов без актуализированных данных стандартизации.

В результате нашего исследования было выявлено следующее:

1. В настоящее время существует запрос на перенос диагностического инструментария в цифровой формат. Процедура переноса требует обновления нормирования диагностических показателей, т. к. простой перенос методики будет некорректным для получения объективных показателей внимания.

2. Разработка нормированных показателей с помощью модификации методики под современное оборудование будет сопряжена с решением вопроса получения более объективных показателей процесса внимания, включая измерения психофизиологических показателей.

3. Современные разработки в области аппаратно-программных методов, в частности технологий окулографии, позволяют исследовать показатели глазодвигательных реакций в процессе решения заданий, направленных на диагностику когнитивных процессов [Carter, Luke 2020; Vanroy et al. 2021], включая внимание и его свойства, отслеживая специфические показатели, не включенные в диагностику стандартного типа на бумажных и цифровых носителях в разных группах с разными нозологиями [Хайруллина и др. 2022; Fernández et al. 2014; Liu et al. 2022] и в группах нормы [Барабанщикова и др. 2019; Блинникова, Ишмуратова 2019; Ярошенко 2019; Carter, Luke 2019; Carter et al. 2019].

В нашем исследовании предлагается решение проблемы модификации методики для диагностики свойств внимания под технологию окулографии с изменением процедуры и формы проведения, заключающуюся в создании стимульного материала по аналогии с существующими методиками с выведением на последующих этапах нормативных значений психофизиологических показателей глазодвигательных реакций в разных возрастных группах. Данная методика является модификацией корректурной пробы Бурдона с использованием диагностических приемов, реализованных в методиках теста Мюнстерберга и таблиц

Шульте. Модификация методики позволит измерять такие свойства внимания, как устойчивость, концентрация, избирательность, распределение.

Цель исследования – модификация методики буквенного варианта корректурной пробы для предъявления стимульного материала в электронном формате.

Методологическим основанием для изучения процесса внимания выступает селективная теория внимания – теория интеграции признаков (Энн Трейсман), исходя из которой данный процесс будет пониматься нами как интегративный, непосредственно взаимосвязанный с восприятием и памятью. Внимание в данном случае обеспечивает двухстадийную обработку информации (стадия предвнимания, стадия сфокусированного внимания), в которой реализуются задачи, необходимые для протекания процесса восприятия. В связи с этим можно выделить несколько основных функций внимания на разных стадиях. На первой стадии (стадии предвнимания) осуществляется селективный сбор и первичная обработка поступающей информации, вторая стадия (стадия сфокусированного внимания) заключается в фокусировке на задаче процесса, ее удержании и определении направленности в последующей обработке первично отобранный информации для дальнейшей идентификации.

Модификация методики буквенного варианта диагностики внимания предполагает нахождение целевого стимула, который необходимо обнаружить испытуемым в процессе визуального поиска. Целевой стимул задан определенным словом и имеет вариации. Решение данной задачи реализуется с помощью процесса внимания, который в свою очередь может вариативно предопределять стратегии поиска для решения поставленной задачи. Были выделены механизмы решения задачи на поиск стимула (рис. 3).

В процессе поиска заданного целевого стимула процесс внимания может реализовываться в нескольких поисковых стратегиях:

1. Осуществление поиска исходя из считывания элементарных единиц информации (перцептивных примитивов) с последующей интеграцией их в единый образ. В данном случае элементарные единицы будут идентифицироваться на первоначальной стадии внимания и ими могут выступать наклон линий, их количество, пересечение, форма и др. Дальнейшая обработка и их объединение происходят на второй стадии, когда внимание концентрируется на определенных признаках, с подключением процесса памяти происходит их группировка и окончательная идентификация с содержательным компонентом.

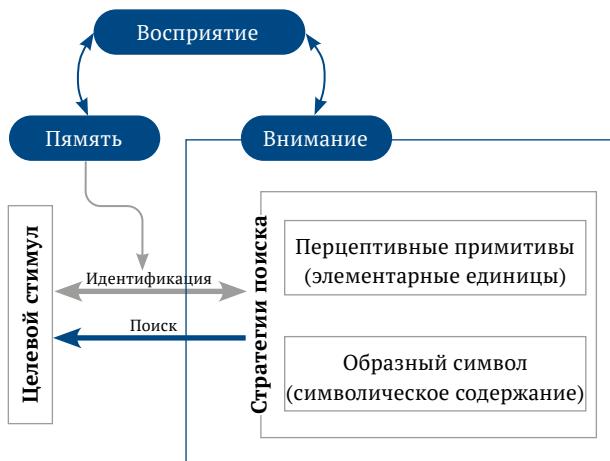


Рис. 3. Концептуальная модель исследования внимания при осуществлении визуального поиска целевого стимула с использованием модификации методики буквенного варианта корректурной пробы

Fig. 3. Research concept for attention studies based on visual search for a target stimulus in modified letter cancellation tests

2. Осуществление поиска по символическому содержанию с последующей селективной обработкой и выбором целевого стимула из потока информации. Поток информации представляет собой определенное наблюдаемое поле, в котором с помощью процесса внимания осуществляется выделение существенных образных форм из общего контекста представляющей информации и дальнейшее сличение со следами памяти найденных символических образов, которые и приводят к определенному результату (выбору целевого стимула).

Внимание в данном случае имеет определенное ограниченное поле, в котором происходит стадийная смена процессов, функционирующих в интеграции с памятью и восприятием.

При этом в процессе поиска заданного целевого стимула при осуществлении визуального поиска задействуется и визуальный анализатор. Визуальный анализ реализуется с задействованием психофизиологических механизмов, таких как глазодвигательные реакции, которые в свою очередь подлежат отслеживанию и могут являться показателями того, как происходит работа когнитивных процессов [Огнев и др. 2020]. Связь глазодвигательных реакций и процесса внимания подтверждалась многими исследователями [Блейхер и др. 2002; Величковский 2024;

Wang et al. 2024]. Измеряемым параметром глазодвигательных реакций в процессе внимания на данном этапе исследования стала средняя амплитуда саккад на целевом стимуле, выделенном как отдельная область в общем стимульном материале в результате обработки (область интереса). В данном случае зафиксированная с помощью технологии окулографии средняя амплитуда саккад может вариативно указывать как на субъективную сложность в реализации поиска [Zelinsky, Sheinberg 1997] и эффективность решения поставленной задачи [Phillips, Edelman 2008], так и на увеличение когнитивной нагрузки [Барабанщиков, Жегалло 2013; Ceder 1977; May et al. 1990; Troy et al. 1972], которую осуществляет испытуемый в результате решения задачи, связанной с визуальным поиском целевого стимула.

Используя методику корректурной пробы, в которой нужно выполнять задачи с помощью визуального поиска с ограничением времени, и стимульный материал, разработанный по аналогии с данной методикой и методиками общепринятого диагностического инструментария, для применения технологии окулографии мы предполагали решить задачи расчета показателей устойчивости и концентрации, распределения и избирательности внимания, а также модифицировать методику буквенного варианта корректурной пробы для диагностики свойств внимания для получения более объективных данных измеряемых параметров процесса внимания. После подсчета результатов исследования данные будут распределены по нормативным категориям показателей свойств внимания, что позволит нам определить норму для выбранного нами возрастного периода и рассмотреть тенденции изменения показателей свойств внимания в других возрастных группах. При этом полученные нами результаты на данном этапе исследования после качественной обработки выявили определенные феномены внимания.

Данная работа является продолжением нашего предыдущего исследования¹.

Методы и материалы

Общий объем выборки составил 90 человек (33 мужчины и 57 женщин) в возрасте 16–70 лет. Всеми испытуемыми было подписано добровольное информированное согласие. Первым этапом перед началом исследования с испытуемыми осуществлялась беседа, в которой уточнялось их текущее функциональное состояние и давались разъяснения по поводу

¹ Симонова Д. И. Модификация методики буквенного варианта корректурной пробы в условиях предъявления стимульного материала в электронном формате: магистерская диссертация. М.: РНИМУ им. Н. И. Пирогова, 2024. 110 с. (науч. руководитель – В. Б. Никишина).

предстоящей процедуры. Время для обследования варьировалось с 11:00 до 15:00 часов в будние дни. После беседы испытуемым предлагалось пройти диагностику, состоящую из эксперимента с применением метода окулографии, направленного на определение параметров глазодвигательных реакций, связанных со свойствами внимания, и методики корректурной пробы на бумажном носителе.

Созданный стимульный материал для работы с айтрекером состоял из 6 стимульных таблиц размером 7x7 (810x758 мм) с набором букв. В каждой таблице зашифровано целевое слово, которое было необходимо постараться найти испытуемому. Зашифрованные слова состоят из 6–7 букв, отличаются по стратегии расположения в стимуле, частью речи и морфемным составом, а также частотой использования. Таблицы с целевыми словами появляются перед испытуемым на ограниченное количество времени для просмотра – 15 секунд. После каждого стимула происходит смена на нейтральный (интерферирующий) стимул, который представлен фиксационным крестом на сером фоне, испытуемому предлагался перерыв и по его готовности диагностика продолжалась дальше. Первые две таблицы построены по принципу одинаковой стратегии расположения в стимульной таблице (по горизонтали) и представляют одну часть речи, являются высокочастотными. На следующих двух таблицах стратегия расположения слова меняется на более сложную – ломаная несколько раз под прямым углом линия, слова являются высокочастотными, представляют одну часть речи. Стратегия расположения слов на 5 и 6 таблицах снова меняется. В таблице 5 зашифрованное слово состоит из меньшего количества букв, чем в остальных таблицах (6 букв) и является высокочастотным, в таблице 6 зашифрованное слово является низкочастотным и состоит из 7 букв.

Также для диагностики внимания нами использовался бумажный вариант методики корректурной пробы Бурдона [Немов 2008]. Испытуемому выдавался бланк со стимульным материалом: 60 рядов с последовательностью разных букв одного размера, в каждом ряду находится по 40 элементов. Задача состояла в том, чтобы согласно инструкции в процессе последовательного поиска на данном стимульном материале отмечать определенным образом заданные исследователем буквы в течение 5 минут, а по команде отмечать чертой каждую минуту место на листе, где он остановился в этот момент в процессе поиска.

Для фиксации параметров глазодвигательных реакций использовался окулограф (айтрекер): модель

GP3 HD – 150 Гц (рабочая частота), точность регистрации данной модели составляет 0,5–1,0 град, калибровка осуществляется по 5–9 точкам. Модель распространена для практического пользования в разных областях исследования (маркетинг, психология и др.). Данный окулограф позволяет с помощью машинного зрения (сенсора) отследить движения глаз в процессе переработки визуальных стимулов и применяется при решении образовательных задач, реализации исследований и отдельных экспериментов.

Результаты

Выявлено несколько феноменов внимания и другие качественные результаты. В процессе прохождения диагностики внимания с применением метода окулографии испытуемые осуществляли поиск целевых стимулов в формате поиска самого длинного слова в таблице. Но так как время просмотра таблицы было ограничено 15 секундами, предлагалось называть все слова, которые можно было найти с дополнительной фиксацией исследователя озвученных вариантов.

В таблице 2 представлена вариативность названных ответов. Чёрным шрифтом напечатаны слова, которые можно отыскать в таблицах, соблюдая все заданные инструкции. Красным шрифтом отмечены те слова, которых не было заложено в стимульный материал, и при повторной проверке таблиц на наличие данных слов, соблюдая все озвученные правила поиска, возможности данных вариантов ответов не обнаружено, что позволяет говорить о субъективном привнесении испытуемыми букв или слов целиком или о конфабуляциях.

С точки зрения теории интеграции признаков это может означать, что на стадии предвнимания, где происходит первичное извлечение и обработка информации, основные базовые структуры (перцептивные примитивы) определяются некорректно за счет суженного объема внимания и пропускной способности распределять его на большое количество объектов одновременно. Соответственно, дальнейшая обработка информации с подключением процесса комбинирования и идентификации найденных объектов с помощью памяти происходит неверно. Концентрация внимания осуществляется на нескольких субъективно частотных для испытуемого вариациях рядом расположенных символов, поэтому в процессе последовательной переработки и комбинации примитивов с помощью сличения каждого найденного признака со следами и интеграции их в один стимул память формирует ложные образы результата.

Табл. 2. Результаты фиксации найденных испытуемыми слов в процессе осуществления поиска

Tab. 2. Word fixation by participants during word search

Стимул 1	Стимул 2	Стимул 3	Стимул 4	Стимул 5	Стимул 6
На, дог, зоч, год, мир, мич, рим, рог , нат, над , миат, дич, диета, знать, этаж, момент, мажЭт, этанол , танго, дичай , гнать, догнать	Чо, КВН, зал, лаз, БАД, баг , бал , хай , лаз, фак, даф, бач, фач, ЦФО, эмдс, шэмкец, весть , леэть, залеэть, конец	БРС, под, пот , тот, несет , жЭст, рот, сто, бро, сок , лот , дот, ток , пол , опт, фад, дота , брот, рота, нота , корт, спать , проспать, добро, эстафета , яблоко , бровь , полтос , доброта	Да, гид, сад, суд, дар, иго, лич , миг, май , ноу , шот, год , там , тюк, диг, даст, ниго, тост, дура, роды , сота, книги , крун, груминг , крунида , батюшка , красота	бит , дву , тик, иго, зуП, гор, рог, миг, МКС, кит, ник, ниш , хор, мох , мич, кину, горе, дичь, клик , квун, тишь , книги , тигOp, универмаг , гореть	ей, ДНБ, уш, зущ, нуб , тиф , мэш , зуб, кол, ник, кин, хак, фак, фол, лог , туз , знак , афган , кофе, кофейник

Прим.: Черным шрифтом напечатаны слова, которые можно отыскать в таблицах, соблюдая все заданные инструкции, красным – слова, которых не было заложено в стимульный материал.

Отметим, что не все ответы, которые были отмечены в таблице как несуществующие, относятся к категории предположительно субъективно высокочастотных сочетаний, некоторые из них не вмещают в себя ни одну из существующих номинаций объектов или действий или же обозначений в русском языке и, скорее, являются результатом процесса механического комбинирования (**дичай**, **крунида**, **дву**). Но при этом это может обуславливаться и высокой мотивацией к прохождению эксперимента и решению задачи найти слова. В таблице 2 представлены и вариации ответов, где в найденных словах присутствуют грамматические ошибки (**жЭст**, **тигOp**, **зуП**), что отвечает похожему механизму некорректного сличения образов в памяти за счет уменьшенной пропускной способности внимания.

В процессе прохождения методики кардинальное изменение стратегии расположения слова менялось после каждого двух просмотренных стимульных таблиц. В первых двух стимульных таблицах расположение слова было стереотипировано имеющимися особенностями чтения, находилось по горизонтали и считывалось слева направо. Успешность нахождения испытуемыми целевого слова на данной стимульной таблице составляет более 50 % (46 испытуемых). При средней амплитуде саккад на области интереса в общей выборке – 2,84. При этом процесс внимания у испытуемых имеет ряд особенностей. Анализируя стратегии поиска в процессе внимания по параметрам фиксации глазодвигательных реакций, было выявлено, что первоначальные механизмы поиска, представленные в концептуальной модели, могут иметь еще несколько вариаций (рис. 4).

В результатах присутствует несколько вариантов стратегий поиска в процессе внимания, которые также влияют на результат определения целевого стимула:

- вариант полного игнорирования целевого слова, т. к. на стадии сфокусированного внимания концентрация испытуемых была в другой области, не связанной с областью интереса или только частично захватывающей ее;
- сокращение объема целевого стимула (неполный ответ) при полном его обнаружении по глазодвигательным реакциям;
- механическое комбинирование элементов для выполнения поставленной задачи;
- привнесение (конфабуляции).

Если сравнивать среднюю амплитуду саккад на области интереса, то стратегия механического комбинирования и полное отсутствие результата имеют приблизительно равную амплитуду со средней амплитудой саккад на области интереса, распределенной на группу (2,84). Привнесение как результат поиска в процессе внимания имеет сниженную амплитуду саккад и, предположительно, может свидетельствовать о субъективной сложности задачи для испытуемого или высокой когнитивной нагрузке в реализации поиска. Сокращение же объема целевого слова и называние в качестве результата неполного слова с остановкой дальнейшего поиска, имеет более высокие показатели средней амплитуды саккад, что может говорить об обратном явлении в отличие от стратегии привнесения.

Стимульные таблицы 3 и 4 отличаются сложной стратегией расположения целевого слова, которая представлена ломающейся под прямым углом

в нескольких местах линией. При этом локализация слов на стимульных таблицах 3 и 4 находится практически в идентичных местах, имеет одинаковое количество букв и представляет собой одну часть речи.

Для стимульной таблицы 3 испытуемые не показали эффективность в нахождении верного целевого слова (рис. 5). Правильно определили его только два испытуемых (менее 2 %). При этом в процессе внимания наблюдаются идентичные стратегии поиска,

как и при выполнении задачи на первых стимульных таблицах. Анализ ответов показал, что большее количество слов-конфабуляций было озвучено испытуемыми в стимульных таблицах 3 и 4. Стимульная таблица 3 содержит в себе 15 вариаций неверных ответов, стимульная таблица 4 – 10 вариаций.

Анализ средней амплитуды саккад на области интереса по выборке – 2,47. Рассматривая средние амплитуды саккад в реализации разных поисковых стратегий в процессе внимания, можно увидеть,

Стимульная таблица 1

З	О	Ч	Й	Л	Д	Ш
Х	Ф	З	Л	М	И	Ч
К	Ь	Е	Р	И	Е	О
Д	О	Г	Н	А	Т	Ь
Л	Й	К	З	Т	Э	Ж
М	М	К	Д	Л	М	А
Л	Д	П	Б	Т	Ь	Щ

Результат отсутствует
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 2,4



Механическое
комбинирование (нат., миат)
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 2,28



Рис. 4. Результаты глазодвигательных фиксаций в процессе выполнения модифицированной методики буквенного варианта корректурной пробы по стимульной таблице 1
Fig. 4. Oculomotor fixations during modified letter cancellation test: stimulus table 1

Стимульная таблица 3

Д	О	Т	Й	Л	Д	Ш
А	Ф	З	Л	М	Н	Ч
К	Д	К	Н	Ь	Г	О
Я	О	П	Т	К	Ш	Ы
Л	Б	Р	О	Ь	Г	Ж
Ж	Э	С	Т	Л	Ф	А
Л	Д	П	А	Т	Ь	Щ

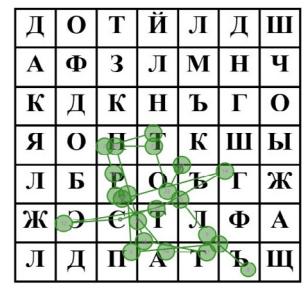
Целевое слово названо верно
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 5,7



Неполный результат (добр.)
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 3,1



Результат в форме привнесения –
названо слово (проспать)
Ср. амплитуда саккад на области
интереса – 1,7



Результат отсутствует
Ср. амплитуда саккад на области
интереса – 2,6



Рис. 5. Результаты глазодвигательных фиксаций в процессе выполнения модифицированной методики буквенного варианта корректурной пробы по стимульной таблице 3
Fig. 5. Oculomotor fixations during modified letter cancellation test: stimulus table 3

что существуют отличия в количественных показателях средней амплитуды саккад, в частности, сильного увеличения амплитуды относительно средних значений при нахождении верного целевого стимула – 5,7; при неполном определении целевого стимула – 3,1. При этом минимальная средняя амплитуда саккад на области интереса наблюдается при осуществлении стратегии с привнесением в результат нового слова (1,7), что вариативно указывает как на повышение когнитивной нагрузки респондента, так и на возможную субъективную сложность в обработке стимула.

Смена стратегии расположения целевого слова менялась и в таблицах 5 и 6. Слова различались по количеству букв, но были похожи по локализации места в стимульной таблице. В стимульной таблице 6 расположение слова было частично похоже на расположение целевых стимулов в таблицах 1 и 2. Часть слова была стереотипно напечатана по горизонтали и читалась слева направо, другая же составная часть уходила вниз по вертикали (рис. 6).

Результаты анализа показали, что в процессе поиска большинство респондентов успешно находили стереотипно расположенную часть слова (*кофе*) – более 70 % (60 человек) назвали его в процессе рассматривания стимульной таблицы и на этом либо заканчивали свой поиск, либо переходили к поиску других стимулов. Только один из респондентов успешно смог найти верное целевое слово. Необходимо отметить и идентичность стратегий поиска по выборке, которая соотносится со стратегиями на других стимульных таблицах. Однако, данная стимульная таблица по результатам выявила и наименьшее количество вариантов ответов испытуемых при решении задачи. Средняя амплитуда саккад на области интереса по выборке – 2,69. Проанализированные данные о средней амплитуде саккад при выявленных стратегиях поиска при реализации процесса внимания соотносятся с предыдущими и выстраиваются в некоторую тенденцию, при которой верно определенное целевое слово на стимульной таблице сопровождается высокой амплитудой саккад на выделенной области интереса относительно средних значений группы – 4,7. Отсутствие результата (2,2) или сокращение объема целевого слова (2,6) вариативно определяются средней амплитудой саккад, а результат привнесения уменьшает среднюю саккадную амплитуду (1,5), определяя себя как сложную стратегию поиска в процессе внимания, что увеличивает сложность восприятия и нагрузку на когнитивные процессы (рис. 6).

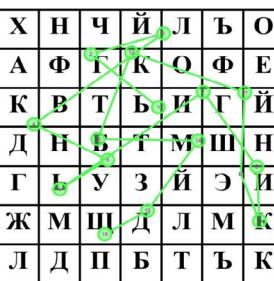
Проведение анализа параметров глазодвигательных реакций также выявило проявление такого феномена, как слепота невнимания [Simons, Chabris 1999].

Тепловая карта позволяет определять места более длительной задержки взора испытуемого (рис. 7). Из примеров на рисунках мы можем видеть, что область, выделенная красным цветом, является местом большей концентрации взора респондента за время просмотра стимула. При этом на том же самом месте

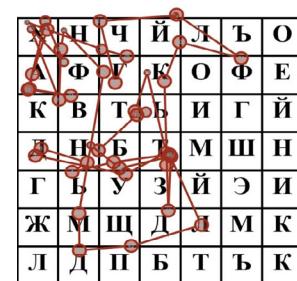
Стимульная таблица 6

Х	Н	Ч	Й	Л	Ь	О
А	Ф	Г	К	О	Ф	Е
К	В	Т	Ь	И	Г	Й
Д	Н	Б	Т	М	Ш	Н
Г	Ь	У	З	Й	Э	И
Ж	М	Щ	Д	Л	М	К
Л	Д	П	Б	Т	Ь	К

Целевое слово названо верно
Ср. амплитуда саккад на области
интереса – 4,7



Неполный результат (*кофе*)
Ср. амплитуда саккад на области
интереса – 2,6



Результат отсутствует
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 2,2



Результат в форме привнесения –
названо слово (*афган*)
Ср. амплитуда саккад
на области интереса – 1,5

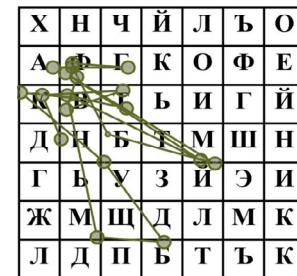


Рис. 6. Результаты глазодвигательных фиксаций в процессе выполнения модифицированной методики буквенного варианта корректурной пробы по стимульной таблице 6
Fig. 6. Oculomotor fixations during modified letter cancellation test: stimulus table 6

находится и целевое слово, которое необходимо было найти. Но даже длительная фокусировка испытуемого в той области не способствовала увеличению эффективности результата в формате называния правильного варианта ответа.

Заключение

На основании полученных результатов была сформирована модель стратегий процесса внимания при осуществлении визуального поиска целевого стимула при работе с модификацией буквенного варианта методики корректурной пробы (рис. 8).

Модификация методики буквенного варианта диагностики внимания с применением технологии окулографии позволила получить результаты глазодвигательных реакций, описывающие особенности реализации процесса внимания, который благодаря смене стадий организует обработку информации, а также установить феномен слепоты невнимания.

Выявлено, что в процессе решения задачи на поиск целевого стимула с ограничением времени респондентами реализуются не только две базовые стратегии, которые мы предполагали в начале работы, но и дополнительные:

- 1) полное игнорирование целевого слова;
- 2) сокращение объема целевого стимула (неполный ответ) при полном его обнаружении по глазодвигательным реакциям;
- 3) механическое комбинирование элементов для выполнения поставленной задачи;
- 4) привнесение (конфабуляция).

В результате качественного анализа на уровне тенденций сформировалась закономерность в проявлении глазодвигательных реакций по параметру средней амплитуды саккад, при которой амплитуда существенно увеличивается, при верном нахождении целевого стимула и снижается при результате, соотносящемся со стратегией привнесения испытуемыми ответа. Другие варианты поиска в процессе внимания чаще характеризуются показателями средней амплитуды саккад на области интереса. Данная закономерность показывает необходимость дальнейшей обработки и объективизации данных с помощью современных технологий при диагностике процесса внимания. Следующий этап модификации методики позволит разрешить противоречия критериальных параметров диагностического инструмента и стандартизовать данные по полученным результатам на разных возрастных группах с объективными показателями глазодвигательных реакций.

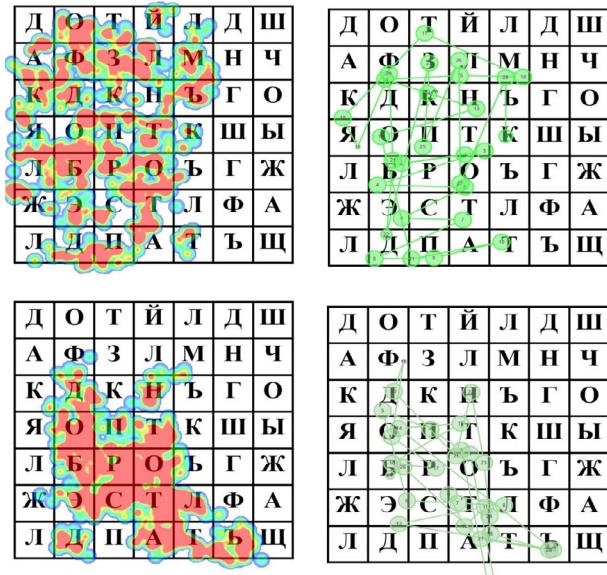


Рис. 7. Примеры распределения точек фиксации взгляда и саккад при поиске слов у испытуемых (стимульная таблица 3)

Fig. 7. Points of regard and saccades during modified letter cancellation test: stimulus table 3



Рис. 8. Модель исследования процесса внимания при осуществлении визуального поиска целевого стимула с использованием модификации буквенного варианта методики корректурной пробы

Fig. 8. Final model of attention studies based on visual search for a target stimulus in modified letter cancellation tests

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Conflict of interests: The authors declared no potential conflict of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Критерии авторства: Авторы в равной степени участвовали в подготовке и написании статьи.

Contribution: All the authors contributed equally to the study and bear equal responsibility for information published in this article.

Литература / References

- Барабанщиков В. А., Жегалло А. В. Регистрация и анализ направленности взора человека. М.: ИП РАН, 2013. 316 с. [Barabanschikov V. A., Zhegallo A. V. *Registration and analysis of human gaze directionality*. Moscow: IP RAS, 2013, 316. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/rvlgbn>
- Барабанщикова В. В., Климова О. А., Ковалёв А. И., Меньшикова Г. Я. Использование параметров глазодвигательной активности в диагностике синдрома эмоционального выгорания. *Организационная психология*. 2019. Т. 9. № 4. С. 18–29. [Barabanschikova V. V., Klimova O. A., Kovalev A. I., Menshikova G. Ya. The using of eye movements parameters in burnout syndrome diagnostic. *Organizatsionnaya Psikologiya*, 2019, 9(4): 18–29. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/xmrfwu>
- Блейхер В. М., Крук И. В., Боков С. Н. Клиническая патопсихология: руководство для врачей и клинических психологов. М.: МПСИ, 2002. 512 с. [Bleicher V. M., Kruk I. V., Bokov S. N. *Clinical psychopathology: Manual for physicians and clinical psychologists*. Moscow: MPSI, 2002, 512. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/uxgaro>
- Блинникова И. В., Ишмуратова Ю. А. Анализ когнитивной компетентности специалистов химической отрасли на основе сравнения движений глаз у начинающих и опытных профессионалов. *Организационная психология*. 2019. Т. 9. № 1. С. 13–33. [Blinnikova I. V., Ishmuratova Yu. A. Analysis of cognitive competence of chemists: Comparison between novices and professionals using eye tracker. *Organizatsionnaya Psikologiya*, 2019, 9(1): 13–33. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/atjdmr>
- Величковский Б. М. Когнитивная наука. Основы психологии познания. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2024. 783 с. [Velichkovsky B. M. *Cognitive science. Fundamentals of epistemic psychology*. 2nd ed. Moscow: Iurait, 2024, 783. (In Russ.)]
- Гальперин П. Я. К проблеме внимания. In: Гальперин П. Я. *Психология как объективная наука: избранные психологические труды*. М.: Институт практической психологии; Воронеж: Модек, 1998. С. 415–424. [Galperin P. Ya. To the problem of attention. In: Galperin P. Ya. *Psychology as an objective science: Selected psychological works*. Moscow: Institute of Practical Psychology; Voronezh: Modek, 1998, 415–424. (In Russ.)]
- Дормашев Ю. Б., Романов В. Я. Психология внимания. М.: Тривола, 1995. 347 с. [Dormashev Yu. B., Romanov V. Ya. *Psychology of attention*. Moscow: Trivola, 1995, 347. (In Russ.)]
- Немов Р. С. Психология. Кн. 3. Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. М.: Владос, 2008. 631 с. [Nemov R. S. *Psychology. Book 3. Psychodiagnostics. Introduction to scientific psychological research with elements of mathematical statistics*. Moscow: Vlados, 2008, 631. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/rbbvtp>
- Огнев А. С., Николаева Л. П., Лихачева Э. В. Айтрееры в окулометрической психодиагностике. М.: Спутник+, 2020. 134 с. [Ognev A. S., Nikolaeva L. P., Likhacheva E. V. *Eye trackers in oculometric psychodiagnostics*. Moscow: Sputnik+, 2020, 134. (In Russ.)] <https://doi.org/10.25633/5490-9>
- Рудик П. А. Стандарты психотехнических испытаний. Л.: Практич. медицина, 1926. 66 с. [Rudik P. A. *Standards of psychotechnical tests*. Leningrad: Praktich. meditsina, 1926, 66. (In Russ.)]
- Хайруллина Г. М., Моисеева В. В., Мартынова О. В. Особенности глазодвигательных реакций у пациентов с обсессивно-компульсивным расстройством (обзор). *Современные технологии в медицине*. 2022. Т. 14. № 2. С. 80–98. [Khayrullina G. M., Moiseeva V. V., Martynova O. V. Specific aspects of eye movement reactions as markers of cognitive control disorders in patients with obsessive-compulsive disorder (review). *Sovremennye Tehnologii v Medicine*, 2022, 14(2): 80–98. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17691/stm2022.14.2.08>

- Хохлов Н. А., Фёдорова Е. Д. Стандартизация электронной версии корректурной пробы (теста Бурдона). *Аprobация*. 2016. № 8. С. 66–74. [Khokhlov N. A., Fedorova E. D. Standardizing the digital version of cancellation test (Bourdon's test). *Aprobatsiia*, 2016, (8): 66–74. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ufxwdj>
- Ярошенко Е. И. Применение технологии айтрекинга для выявления социально-психологических особенностей эмоционального выгорания личности. *Организационная психология*. 2019. Т. 9. № 1. С. 96–115. [Yaroshenko E. I. Using the eye tracking technology for detection the social and psychological features of emotional burnout. *Organizatsionnaya Psikologiya*, 2019, 9(1): 96–115. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/vgadmh>
- Bourdon B. Observations comparatives sur la reconnaissance, la discrimination et l'association. *Revue Philosophique de la France et de l'étranger*, 1895, Bd. 20, 153–185.
- Carter B. T., Foster B., Muncy N. M., Luke S. G. Linguistic networks associated with lexical, semantic and syntactic predictability in reading: A fixation-related fMRI study. *Neuroimage*, 2019, 189: 224–240. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.018>
- Carter B. T., Luke S. G. Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 2020, 155: 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Carter B. T., Luke S. G. The effect of convolving word length, word frequency, function word predictability and first pass reading time in the analysis of a fixation-related fMRI dataset. *Data in Brief*, 2019, 25. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104171>
- Ceder A. Drivers' eye movements as related to attention in simulated traffic flow conditions. *Human Factors*, 1977, 19(6): 571–581.
- Fernández G., Manes F., Rotstein N. P., Colombo O., Mandolesi P., Politi L. E., Agamennoni O. Lack of contextual-word predictability during reading in patients with mild Alzheimer disease. *Neuropsychologia*, 2014, 62: 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.023>
- Liu Z., Zhang K., Gao S., Yang J., Qiu W. Correlation between eye movements and asthenopia: A prospective observational study. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, 11(23). <https://doi.org/10.3390/jcm11237043>
- May J. G., Kennedy R. S., Williams M. C., Dunlap W. P., Brannan J. R. Eye movement indices of mental workload. *Acta Psychologica*, 1990, 75(1): 75–89. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0001-6918\(90\)90067-P](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0001-6918(90)90067-P)
- Phillips M. H., Edelman J. A. The dependence of visual scanning performance on search direction and difficulty. *Vision Research*, 2008, 48(21): 2184–2192. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.06.025>
- Simons D. J., Chabris C. F. Gorillas in our midst: Sustained inattentional blindness for dynamic events. *Perception*, 1999, 28(9): 1059–1074. <https://doi.org/10.1080/p281059>
- Troy M., Chen S. C., Stern J. A. Computer analysis of eye movement patterns during visual search. *Aerospace Medicine*, 1972, 43(4): 390–394.
- Vanroy B., Schaeffer M., Macken L. Comparing the effect of product-based metrics on the translation process. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.681945>
- Wang W., You M., Ma W., Yang Y. Effect of eye-tracking-based attention training for patients with poststroke cognitive impairment: A study protocol for a prospective, single-blinded, single-centre, randomised controlled trial in China. *BMJ Open*, 2024, 14(2). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-079917>
- Zelinsky G. J., Sheinberg D. L. Eye movements during parallel-serial visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1997, 23(1): 244–262. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.23.1.244>