

# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2023

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21 – 22 июня 2023 г. Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман. – М.: ООО «Буки Веди», Московский институт психоанализа. 2023 г. – 604 стр.

© Авторы статей, 2023

ISBN 978-5-4465-3880-5

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-3880-5

© Авторы статей, 2023

## **ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИИ И ВЕРБАЛИЗУЕМОСТИ СТИМУЛА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА**

А. С. Крускоп, В. Е. Дубровский\*, Е. Г. Лунякова  
[vicdubr@mail.ru](mailto:vicdubr@mail.ru)  
МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

**Аннотация.** Влияние когнитивных факторов (семантической категории, качества репрезентации искомого стимула и др.) на особенности зрительного поиска, как правило, изучается в экспериментальных парадигмах, не позволяющих осуществлять контроль переменных нижнего уровня — отдельных стимульных характеристик и их конфигураций. В данном исследовании были созданы идентичные по стимульным характеристикам и сходные по типу конфигурации (симметричные или несимметричные) стимулы, относящиеся к двум типам: хорошо вербализуемые (то есть осмысленные, легко и однозначно относимые к некоторой семантической категории) и плохо вербализуемые (то есть не ассоциирующиеся с какими-либо объектами). Полученные результаты в целом поддерживают гипотезу о влиянии факторов конфигурации и вербализуемости стимула на особенности зрительного поиска. Эффективность зрительного поиска была высокой для всех типов стимулов. При отсутствии целевого стимула в матрице решение быстрее принималось для симметричных вербализуемых целей, самым продолжительным был поиск стимулов невербализуемых и несимметричных. Как симметричность, так и вербализуемость оказывали влияние на особенности движений глаз. Поиск симметричных и легко категоризируемых стимулов характеризовался более короткими фиксациями и широкоамплитудными саккадами, чем поиск более «сложных» целей. Дисперсионный анализ показал, что между факторами вербализуемости и симметричности нет взаимодействия. Это может свидетельствовать о независимом влиянии процессов нижнего (сенсорного) и когнитивного (семантического) уровней на динамику поисковых движений глаз.

**Ключевые слова:** зрительный поиск, движения глаз, фиксация, саккада, вербализуемость, симметрия

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект № 19-18-00474-П «Уровневая организация переработки зрительной информации: системный подход»).

### **Введение**

Когнитивные модели зрительного поиска можно условно разделить на три основные группы в зависимости от того, какие процессы в них являются ключевыми: «модели восходящей обработки», опирающейся на сенсорные признаки (Treisman, 1982); «модели нисходящей обработки», объясняющие поиск в естественной среде ее семантической связностью и структурированностью (Maxfield, Zelinsky, 2012); и модели смешанного типа, в которых разнонаправленные процессы определяют результативность поиска (Wolfe, 2021). Для решения целого ряда современных практических задач очевидно актуальность именно двунаправленных моделей, учитывающих как сенсорные, так и семантические факторы. Так, каждый из нас сталкивался с задачей поиска определенной иконки или ярлыка на экране смартфона или компьютера, ко-

гда известно и то, как знак выглядит, и то, что он означает, но его расположение случайно и непредсказуемо.

В исследованиях влияния нисходящих процессов (семантической категории и ее ширины), как правило, не контролируются сенсорные признаки (Yang, Zelinsky, 2009).

В предыдущих работах (Луныкова и др., 2022; Луныкова и др., 2023) мы предприняли попытки исследовать влияние факторов семантической категории искомого стимула на его зрительный поиск при контроле сенсорных переменных. Все искомые стимулы представляли собой конфигурации из четырех линий одинаковой длины и разных углов наклона, вписанных в окружности одного диаметра. Часть конфигураций представляла собой изображения, относимые к определенным семантическим категориям — буквы и цифры или смайлики, часть — случайные комбинации линий. В целом, полученные результаты поддерживают гипотезу о том, что сформированность визуальной репрезентации стимула и его означенность способствуют более быстрому поиску, меняя в том числе длительность и ширину обработки информации во время отдельной фиксации. Однако в этих экспериментах нам не удалось развести факторы семантической категории и пространственной конфигурации стимулов. Смайлики как визуальная категория имели гомогенную пространственную структуру. Символы, представленные римскими цифрами и печатными буквами, также характеризовались визуальной упорядоченностью, что само по себе могло повлиять на особенности поисковых движений глаз.

Поэтому задачей настоящей работы было исследование влияния факторов пространственной организации (в частности симметрии) и семантических факторов (вербализуемости стимула) на особенности зрительного поиска и характеристики окуломоторной активности наблюдателя.

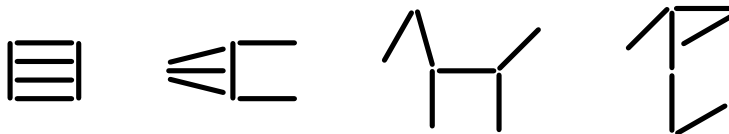
## Методика

Стимуляция (целевые стимулы и дистракторы) была выполнена в виде однопипных монохромных черно-белых изображений, составленных из 6 прямых линий одинаковой длины. Средний размер изображения 80 пк (примерно 1.5° для наблюдателя).

Первый, подготовительный, этап исследования заключался в оценке вербализуемости стимулов. Было сгенерировано 100 изображений, относящихся к 2 группам по признаку симметрии (43 симметричных и 57 несимметричных). 18 участникам (10 мужчинам, 8 женщинам, ср. возраст 20 лет) по одному предъявлялись все изображения, каждое из которых они должны были назвать в течение 5 секунд после начала демонстрации. Фиксировались три первых произнесенных слова. 20 стимулов, характеризовавшихся высокой степенью однородности названий и скоростью первой вербальной реакции, были отобраны в группу «вербализуемых», 20 стимулов с низкой степенью однородности названий или их отсутствием, а также большой задержкой называния — в группу «невербализуемых».

Второй, основной, этап представлял собой серию заданий на зрительный поиск. 40 отобранных на первом этапе изображений были разделены на

4 типа целевых стимулов по 10 штук в каждом: 1) вербализуемые симметричные; 2) невербализуемые симметричные; 3) вербализуемые несимметричные; 4) невербализуемые несимметричные (рис. 1). Оставшиеся 60 конфигураций были использованы в качестве дистракторов.



**Рисунок 1.** Примеры целевых изображений каждого типа, слева направо: 1) вербализуемый симметричный («лестница»); 2) невербализуемый симметричный; 3) вербализуемый несимметричный («лошадь», «собака»); 4) невербализуемый несимметричный

Для каждого из целевых стимулов была создана пара поисковых матриц для позитивного (искомый стимул присутствует в матрице) и негативного (искомый стимул отсутствует в матрице) поиска. Матрица представляла собой паттерн из 40 изображений, расположенных случайным образом в сетке  $6 \times 10$ .

Выборку второго этапа составили 30 человек (6 мужчин, 24 женщины, ср. возраст 20 лет).

**Процедура.** Каждая проба начиналась 5-секундным предъявлением целевого стимула в центре экрана, после чего испытуемому демонстрировалась поисковая матрица, на которой он должен был найти цель или убедиться, что ее нет, нажав «пробел», как только готов будет дать ответ. Проверка правильности поиска осуществлялась последующим выбором на разделенном на 12 прямоугольных участков экране того участка, в котором был найден целевой стимул, с помощью курсора мыши, либо нажатием на слово «нет» внизу экрана. Каждый стимул использовался в качестве целевого для одного участника только один раз — либо в негативном, либо в позитивном поиске. Эксперимент состояла из 40 проб (4 типа целевых стимулов  $\times$  2 типа матриц  $\times$  5), демонстрируемых для каждого из участников в случайном порядке.

**Аппаратура и программное обеспечение.** Для регистрации движения глаз использовался айтрекер SMI HiSpeed 1250 (бинокулярная запись с частотой 500 Гц). Стимулы предъявлялись на LED-мониторе с разрешением  $1920 \times 1080$ , находящемся на расстоянии 65 см от линии глаз наблюдателя, с использованием штатной программы SMI Experiment Center. Первичная обработка данных осуществлялась программой SMI BeGaze, дальнейшая — авторской программой, написанной на языке Python, с использованием методов статистической обработки из библиотек `scipy.stats` и `statsmodels.stats`.

## Результаты

Эффективность зрительного поиска была оценена с использованием индекса Balanced ассигасу (BA), который вычисляется как среднее между отношением числа правильных ответов в позитивных пробах к числу позитивных проб и отношением числа правильных ответов в негативных пробах к числу негативных проб (Метрики и оценки, эл. ресурс). Однако задача оказалась не-

сложной для наших участников, число допущенных ошибок было ничтожно малым (индексы ВА во всех условиях оказались выше 0.9), поэтому сравнение условий по данному показателю не представляется информативным. Единственное, что можно отметить: наибольшее число ложных тревог (ок. 10% проб) было допущено в условии, в котором целевой стимул был невербализуемым и несимметричным одновременно.

Поскольку время поиска стимула в позитивной матрице случайно, для анализа сложности задачи обычно используется распределение *времени негативного поиска*. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями с факторами «Симметричность» и «Вербализуемость» выявил значимое влияние обоих факторов ( $F = 50.97, p < .0001$ ;  $F = 20.01, p = .0001$  соответственно), влияние их взаимодействия незначимо ( $F = 1.21, p = .2807$ ). Сравнение средних показало, что быстрее других осуществляется поиск хорошо вербализуемых симметричных целей ( $M = 7727$  мс;  $SD = 3266$ ), медленнее всех – несимметричных невербализуемых ( $M = 10224$  мс;  $SD = 3648$ ).

Для анализа *характеристик движений глаз* (амплитуд саккад во время поиска и длительностей фиксации, за исключением фиксации на обнаруженном целевом стимуле) первичные данные каждого участника по каждому типу стимулов были усреднены, далее выполнялся двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями с факторами «Симметричность» и «Вербализуемость». Для обеих зависимых переменных (длительности фиксации и амплитуды саккад) выявлено значимое влияние обоих факторов, влияние их взаимодействия незначимо (табл. 1).

**Таблица 1.** Результаты двухфакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями для длительности фиксации и амплитуды саккад, осуществляемых во время поиска

Фактор	Длительность фиксации			Амплитуда саккад		
	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Симметричность	54.03	29	.0000	35.70	29	.0000
Вербализуемость	25.94	29	.0000	12.35	29	.0015
Симметричность × Вербализуемость	0.86	29	.3622	2.44	29	.1294

Наименьшей длительностью фиксации ( $M = 180.98$  мс;  $SD = 17.58$ ) и максимальной амплитудой саккад ( $M = 5.34^\circ/\text{с}$ ;  $SD = 0.54$ ) характеризовался поиск симметричных вербализуемых стимулов, самыми продолжительными фиксациями ( $M = 204.00$  мс;  $SD = 20.62$ ) и короткими саккадами ( $M = 4.89^\circ/\text{с}$ ;  $SD = 0.60$ ) отличался поиск стимулов несимметричных и невербализуемых.

### Обсуждение и выводы

Полученные результаты в целом поддерживают гипотезу о влиянии факторов конфигурации и вербализуемости стимула на особенности зрительного поиска. Показатели эффективности поиска в использованной задаче оказались малоинформативными, влияние указанных факторов отражается во времени,

затрачиваемом участниками на отрицательный поиск, и в характеристиках поисковых движений глаз.

Симметричная форма и легкость семантической категоризации стимула приводят к более быстрому поиску и более выраженной амбиентной стратегии движений глаз, характеризующейся короткими фиксациями и широкоамплитудными саккадами (Величковский, 2006), более «сложные» стимулы требуют более фокальной обработки. Возможно, особенности ментальной репрезентации искомого стимула могут влиять на глубину обработки информации в функциональном зрительном поле (Rayner, 2009), а также на его размер, что объясняло бы различие в длительностях фиксаций и амплитудах саккад, осуществляемых наблюдателями при поиске разного типа стимулов.

Интересно, что между факторами вербализуемости и симметричности нет взаимодействия, что может свидетельствовать о независимом влиянии процессов нижнего (сенсорного) и когнитивного (семантического) уровней на динамику поисковых движений глаз.

## Литература

Величковский Б.М. Когнитивная наука. Основы психологии познания. В 2 т.. М.: Смысл; Академия, 2006.

Лунякова Е.Г., Дубровский В.Е., Крускоп А.С. Влияние стимульной конфигурации на характеристики движений глаз при зрительном поиске // Ананьевские чтения – 2022. 60 лет социальной психологии в СПбГУ: от истоков – к новым достижениям и инновациям: материалы международной научной конференции. Т.1. СПб.: Скифия-Принт, 2022. С.157 – 158.

Лунякова Е.Г., Крускоп А.С., Дубровский В.Е. Влияние категории стимула на характеристики движений глаз при зрительном поиске // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т.63. № 3. С.163 – 170.

Метрики и оценки: количественная оценка качества прогнозов [Электронный ресурс]. Scikit learn, n.d. URL: [https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.balanced\\_accuracy\\_score.html](https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.balanced_accuracy_score.html)

Maxfield J.T., Zelinsky G.J. Searching through the hierarchy: How level of target categorization affects visual search // Visual Cognition. 2012. Vol. 20. No. 10. P.1153 – 1163. <https://doi.org/10.1080/13506285.2012.735718>

Rayner K. The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2009. Vol. 62. No. 8. P.1457 – 1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>

Treisman A. Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1982. Vol. 8. No. 2. P.194 – 214. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.8.2.194>

Wolfe J.M. Guided Search 6.0: An updated model of visual search // Psychonomic Bulletin & Review. 2021. Vol. 28. No. 4. P.1060 – 1092. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01859-9>

Yang H., Zelinsky G.J. Visual search is guided to categorically-defined targets // Vision Research. 2009. Vol. 49. No. 16. P.2095 – 2103. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.05.017>

## INFLUENCES OF TARGET CONFIGURATION AND VERBALIZABILITY ON VISUAL SEARCH CHARACTERISTICS

A. S. Krusko, V. E. Dubrovsky\*, E. G. Lunyakova  
[vicdubr@mail.ru](mailto:vicdubr@mail.ru)  
Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Abstract.** The influence of cognitive factors (semantic category, quality of target representation, etc.) on visual search characteristics, as a rule, is studied in experimental paradigms that do not allow controlling low-level variables — stimulus characteristics and their configurations. In this study, stimuli identical in low-level characteristics and similar in configuration (symmetrical or asymmetrical) were created. Two types of targets were used, grouped by verbalizability: high (meaningful, easily and unambiguously attributed to a certain semantic category) and low (not associated with any objects). The results generally support the hypothesis of the influences of stimulus configuration and verbalizability on visual search. Visual search for all types of targets was highly effective. Without a target stimulus in the matrix, decisions were made faster for symmetrical, highly verbalizable targets. The search for asymmetric stimuli with low verbalizability was slowest. Both symmetry and verbalizability influenced eye movements. The search for symmetrical, easily categorized stimuli was characterized by shorter fixations and larger amplitude saccades compared to the search for more complex targets. ANOVA showed no interaction between verbalizability and symmetry factors. This may indicate an independent influence of the processes of the lower (sensory) and cognitive (semantic) levels on the dynamics of eye movements during search.

**Keywords:** visual search, eye movements, fixation, saccade, verbalizability, symmetry

Research supported by Russian Science Foundation Grant №19-18-00474-П “Level organization of visual information processing: A system approach”.