



КАТЕГОРИЗАЦИЯ В ГИБРИДНОМ ПОИСКЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

САПРОНОВ Ф.А.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-8234>, e-mail: fsapronov@hse.ru*

МАКАРОВ И.М.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1759>, e-mail: vanmak@list.ru*

ГОРБУНОВА Е.С.

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
(ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3646-2605>, e-mail: gorbunovaes@gmail.com*

Категоризация — процесс, в результате которого происходит объединение объектов по принципам экономии когнитивных ресурсов и валидных подсказок, что обеспечивает более эффективную обработку информации. Одним из актуальных направлений исследований в этой области является изучение эффекта превосходства категории базового уровня в перцептивных задачах, например, в задаче поиска объектов. В представленном исследовании изучалось влияние роли категории (базовой или суперординатной) на время гайденса — поиска целевого стимула и верификации — время идентификации целевого стимула в задаче гибридного поиска. Испытуемые должны были найти определенные объекты на экране, которые могли быть заданы либо как категории базового уровня (например, машины), либо как категории суперординатного уровня (например, транспортные средства). Для разделения всего процесса гибридного поиска на гайденс и верификацию использовался метод айтрекинга. Было обнаружено значимое влияние уровня категории на скорость гайденса, но не на скорость верификации.

Ключевые слова: категоризация, гибридный поиск, эффект превосходства категории базового уровня, айтрекинг.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 20-78-10055.

Благодарности. Авторы благодарят за помощь в сборе данных для исследования Н.В. Клименкова и К.С.Александрова.

Для цитаты: Сапронов Ф.А., Макаров И.М., Горбунова Е.С. Категоризация в гибридном поиске: исследование с использованием регистрации движений глаз // Экспериментальная психология. 2023. Том 16. № 3. С. 121—138. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160308>



CATEGORIZATION IN HYBRID SEARCH: A STUDY USING EYE MOVEMENT REGISTRATION

FROL A. SAPRONOV

HSE University, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-8234>, e-mail: fsapronov@hse.ru

IVAN M. MAKAROV

HSE University, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1759>, e-mail: vanmak@list.ru

ELENA S. GORBUNOVA

HSE University, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3646-2605>, e-mail: gorbunovaes@gmail.com

Categorization is the process by which objects are combined according to a certain principle, which provides more efficient and cost-effective information processing. One of the topical areas of research in this field is the study of the categorical effect in perceptual tasks, for example in the task visual search task. The present study investigated the effect of the role of category (basic or superordinate) on the time of guidance — the search for a target stimulus and verification — the time of identification of a target stimulus in a hybrid search task. Subjects had to find certain objects on the screen, which could be specified either as basic-level categories (e.g., cars) or superordinate-level categories (e.g., transport vehicles). An eye-tracking method was used to separate the entire hybrid search process into a guidance and a verification. A significant effect of category level was found on the rate of guidance, but not on the rate of verification.

Keywords: categorization, hybrid search, basic-level superiority effect, eye-tracking.

Funding. This research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 20-78-10055.

Acknowledgements. The authors thank Nikita Klimenkov and Konstantin Alexandrov for their help in collecting data for the study.

For citation: Sapronov F.A., Makarov I.M., Gorbunova E.S. Categorization in Hybrid Search: A Study Using Eye Movement Registration. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2023. Vol. 16, no. 3, pp. 121–138. DOI: <https://doi.org/10.17759/expsy.2023160308> (In Russ.).

Введение

Большая часть исследований в современной когнитивной науке демонстрирует, что ресурсы переработки информации могут быть ограничены. Это было показано еще в 1956 г., когда Миллер презентовал доклад о магическом числе 7 ± 2 [1], отражающем ограничения объема кратковременной памяти. В дальнейшем это число стало еще меньше и сократилось до 4 ± 1 [2]. Экономия когнитивных ресурсов является необходимым условием для реализации познавательных процессов. В свою очередь, существует процесс категоризации, в результате которого происходит объединение объектов в категории по принципам экономии когнитивных ресурсов и валидных подсказок, что обеспечивает более эффективную и менее ресурсозатратную обработку информации [3]. По всей видимости, способность к категоризации была важна с точки зрения эволюции: возможность к усвоению категорий и дальнейшее взаимодействие с ними повышало шансы к выживанию [4]. Например,



способность категоризовать грибы как мухоморы, подосиновики и лисички и не прикасаться к потенциальным представителям категории «мухоморы» уменьшает риск отравления. Категоризация играет ключевую роль во взаимодействии как с физическим, так и с социальным миром. В пользу этого предположения говорят исследования, демонстрирующие, что формирование категорий на разных уровнях происходит уже с самого раннего детства [5]. Таким образом, можно сказать, что категоризация обеспечивает взаимодействие перцептивных процессов и концептуального знания об окружающем мире. Именно это и дает возможность структурировать получаемую информацию: красный гриб становится не просто объектом физического мира, а представителем категории с определенными признаками и способами взаимодействия.

Закономерным является вопрос о том, что мы подразумеваем под категорией. Категорию можно определить как совокупность объектов, обладающих определенными признаками и считающихся эквивалентными [3]. Важно отметить, что представители категорий могут отличаться не только по визуальным признакам. Например, было показано, что категории отличаются также по таким сложным характеристикам, как одушевленность и неодушевленность [6; 7]. Более того, сами категории, вероятно, задаются через семантические процессы, в связи с чем категоризация может происходить на нескольких разных уровнях. Традиционно выделяют разные уровни категорий: суперординатный, базовый и субординатный. Суперординатный уровень категории описывает самую широкую группу объектов, например, животные [3]. В нее будут входить как крысы, так и кошки, собаки, слоны и обезьяны. При этом базовый уровень будет включать в себя только категорию крысы. Категории субординатного уровня будут включать в себя более конкретных представителей, например лабораторных крыс. Иными словами, суперординатные категории включают в себя представителей категорий базового и субординатного уровней, а категории базового уровня — представителей категорий субординатного уровня. Нейрофизиологические данные также показывают, что при обработке объектов на разных уровнях категорий наблюдается разный уровень активности фузиформной извилины, нижней височной извилины и затылочной коры, а также разная пространственная представленность нейронных репрезентаций [8; 9].

Важно отметить, что процесс категоризации включает в себя разные модальности, однако данная работа фокусируется на категоризации визуальных объектов. В предыдущих исследованиях был обнаружен ряд связанных с отнесением к разным категориям эффектов. Так, например, разделение на одушевленные и неодушевленные категории, о которых уже было сказано ранее, влияет на скорость узнавания объекта. Было продемонстрировано, что одушевленные объекты (например, разные виды животных) опознаются быстрее, чем неодушевленные (например, строительные инструменты, часы) [10]. Не менее интересной находкой является эффект превосходства категорий базового уровня. Впервые он был обнаружен Элеонорой Рош, которая показала, что при отнесении стимула к определенной категории респонденты быстрее отвечают, если категория задана базовым уровнем (например, мухомор). Иными словами, отнесение к категориям суперординатного (например, грибы) и субординатного (например, мухомор ядовитый) происходит медленнее, чем к категориям базового уровня [3]. Также было обнаружено, что помимо более быстрого поиска респонденты предпочитают называть объекты в терминах категорий базового уровня [11]. Например, человек вероятнее назовет объект «курткой», чем «одеждой» или «длинным пуховиком». Рош и Мервис [3] предполагали, что обнаруженный эффект может возникать в связи с высокой внутрикатегориальной схожестью объектов внутри базовой катего-



рии и большой межкатегориальной разницей с другими базовыми категориями. В дальнейших исследованиях были предложены и другие объяснения — например, в рамках теории «уровня ввода». Как известно, при предъявлении зрительного стимула в коре головного мозга активируется его нейронная репрезентация. Эта репрезентация будет включать в себя не только знание о внешнем виде и свойствах объекта, но и знания о способах взаимодействия с ним, также его название [12; 13]. В теории «уровня ввода» предполагается, что быстрее всех активируются базовые категории, в связи с чем они и обнаруживаются быстрее. Альтернативное объяснение можно найти в теории дифференциации, согласно которой обработка информации о разных уровнях категорий происходит параллельно, но наиболее информативными оказываются представители категорий базового уровня, вследствие чего они выигрывают в обработке информации [14].

Эффект превосходства категории базового уровня в зрительном поиске

Отдельным важным исследовательским вопросом является влияние категоризации на более низкоуровневые перцептивные процессы. Зрительный поиск представляет собой тип перцептивной задачи, при которой респонденту необходимо найти один или несколько целевых стимулов среди множества дистракторов. Было показано, что если целевые стимулы и дистракторы представлены разными категориями, то на поиск цели уходит меньше времени, чем при условии, когда они представлены одинаковыми категориями [15; 16]. Отдельный интерес представляет обнаруженное влияние эффекта превосходства категории базового уровня, продемонстрированного Рош, на решение задачи зрительного поиска. В экспериментах Максфилда и Зелински респондентам необходимо было найти объект, который задавался суперординатной, субординатной или базовой категорией [17; 18]. С помощью метода регистрации движения глаз анализировались гайденс — собственно процесс поиска и верификация — процесс категоризации и идентификации стимула как целевого. Было обнаружено, что гайденс происходит быстрее для субординатных категорий по сравнению с суперординатными и базовыми. Тем не менее, верификация происходит быстрее для базовых категорий по сравнению с суперординатными и субординатными.

При этом эффект превосходства категорий базового уровня наблюдается во множестве исследований с разными экспериментальными парадигмами. Так, в задаче быстрого последовательного предъявления зрительных стимулов было продемонстрировано, что при предъявлении первых целевых стимулов, заданных категориями базового уровня, увеличивается эффективность их обнаружения [19]. Задача заключалась в быстром предъявлении (от 13 до 80 мс) стимулов друг за другом в одной и той же области зрительного поля. Важным оказывается и то, что данная экспериментальная парадигма является временной, а не пространственной. Помимо этого, изучаемый феномен может распространяться не только на объекты физического мира, но и на различные физические действия. Исследователи демонстрировали респондентам визуальные стимулы с изображением действий, которые задавались по-разному: передвижение в качестве суперординатного уровня, плавание в качестве базового уровня и плавание брассом или плавание на спине в качестве субординатного уровня. В данном исследовании было показано, что категории суперординатного уровня определялись медленнее, чем категории базового и субординатного уровней [20]. Похожие результаты были получены и при изучении категоризации социальных взаимодействий на разных уровнях категорий [21]. Важным является тот факт, что паттерн воспроизводится не только в разных экспериментальных парадигмах, но и даже в исследованиях на живот-



ных. Так, при исследовании категоризации голубей было продемонстрировано, что голуби обучаются различению объектов быстрее, если они представлены на базовом уровне, чем на суперординатном [22].

Помимо изучения классического поиска внимание когнитивных исследователей привлекает и так называемый гибридный поиск (hybrid search). Его особенность заключается в том, что респондентам необходимо заранее запомнить несколько объектов, а потом искать их, извлекая из памяти. В отличие от обычной задачи зрительного поиска гибридный поиск обладает большей экологической валидностью. Например, гибридный поиск в реальной жизни может наблюдаться при походе в магазин за продуктами: человек запоминает продукты, которые необходимо купить, а далее ищет их на прилавках. Было показано, что при увеличении количества объектов на экране время зрительного поиска линейно возрастает, а при увеличении количества запоминаемых объектов время поиска в памяти возрастает логарифмически [23]. В исследованиях гибридного поиска было показано, что типичный для этого вида задачи паттерн проявляется и в тех случаях, когда целевые стимулы представлены сразу несколькими категориями [24]. Авторы данного исследования, основываясь на предыдущих исследованиях категоризации, предполагают, что при сравнении эффективности гибридного поиска объекты, заданные категориями базового уровня, могут быть приоритезированны по отношению к категориям суперординатного и субординатного уровней.

Таким образом, эффект превосходства категории базового уровня встречается в широком спектре задач — от классического зрительного поиска до быстрого последовательно-го предъявления зрительных стимулов и категоризации движений.

Метод регистрации движений глаз в изучении зрительного поиска

Как уже было сказано ранее, поиск визуальных объектов — задача, с которой люди сталкиваются не только в когнитивных экспериментах, но и в повседневной жизни. Люди прибегают к различным видам зрительного поиска каждый день: от поиска необходимого ярлыка на рабочем столе до поиска связки ключей в комоде. Более того, основной задачей специалистов большого числа профессий является осуществление зрительного поиска, например, врачей-рентгенологов [25]. Несмотря на то, что поведенческие данные зачастую достаточны для описания феномена и его изучения, иногда необходимо прибегать к использованию метода регистрации движения глаз. Айттрекинг или окулограф в настоящее время активно используется для изучения удобства сайтов, ранней диагностики различных заболеваний у детей и в академических целях [26; 27]. В когнитивной психологии при изучении зрительного поиска регистрация движений глаз позволяет создавать модели, описывающие влияние варьирования различных условий восприятия на формирование стратегии поиска цели [28]. Например, было показано, что чем больше цель и дистрактор похожи друг на друга, тем больше количество фиксаций [29]. Интересными оказываются данные, полученные при изучении гибридного поиска с помощью айттрекинга. Считается, что при гибридном поиске шаблоны искомых объектов хранятся в рабочей памяти, откуда извлекаются для сравнения с визуальной информацией для идентификации стимула как целевого [23]. Таким образом, репрезентация запомненного в начале выполнения задания объекта, находящегося в рабочей памяти, будет выступать в качестве шаблона внимания.

Как было показано в исследованиях, при увеличении количества целевых стимулов увеличивается количество фиксаций на дистракторах, что связано со снижением эффективности самого поиска [30]. Соответственно, чем больше шаблонов целей находится в па-



мяти, тем больше объектов необходимо сравнить с ними и тем больше времени тратится на процесс поиска. Анализ движений глаз приводит к выводу о том, что при увеличении количество целей у респондентов увеличивается коэффициент сканирования траектории (scan-path ratio) — эффективность поиска целевого стимула и время верификации — время с первой фиксации на целевом стимуле до нажатия клавиши [31]. Математически коэффициент сканирования траектории является результатом деления суммы амплитуды всех саккад на минимально возможное расстояние между центром экрана и целевым стимулом [32]. При этом стоит отметить, что при гибридном поиске возрастание времени реакции происходит не линейно, а логарифмически.

Результаты проведенного нами ранее исследования влияния уровня категории на гибридный поиск указали на типичные паттерны поиска, которые чаще всего встречаются в работах, выполненных в данной экспериментальной парадигме: линейное возрастание времени поиска цели в зависимости от количества стимулов на дисплее и логарифмическое возрастание времени в зависимости от количества запоминаемых категорий. Однако влияния уровня категории на скорость поиска целевого стимула не было обнаружено [33]. Мы полагаем, что различия могут наблюдаться в более сложных процессах, которые невозможно зафиксировать с помощью одних поведенческих данных. Поэтому в данной работе применяется метод регистрации движений глаз. Следуя логике предыдущих исследований [17; 18], мы хотели разделить поиск целевых стимулов на два субпроцесса: гайденс — собственно поиск целевого стимула (время с начала поиска до первой фиксации на целевом стимуле) и верификацию (время с первой фиксации на целевом стимуле до нажатия на клавишу на клавиатуре).

Были выдвинуты следующие *гипотезы*.

1. Время гайденса целевых стимулов, заданных категориями базового уровня, будет меньше по сравнению со временем поиска целевых стимулов, заданных суперординатными категориями.

2. Время верификации целевых стимулов, заданных базовыми категориями, будет меньше, чем время верификации стимулов, заданных суперординатными категориями.

Методика

Выборка

В исследовании участвовали 40 человек (27 женщин), в возрасте от 18 до 22 лет ($M = 18,89$). У всех респондентов было нормальное либо скорректированное до нормального зрение, отсутствовали психиатрические и/или неврологические заболевания, а также черепно-мозговые травмы (перенесенные незадолго до прохождения эксперимента). Участники могли получить за прохождение эксперимента вознаграждение в виде дополнительного балла в учебную дисциплину, если они являлись студентами НИУ «ВШЭ».

Оборудование и стимульный материал

Эксперимент был создан в программе PsychoPy v. 1.94.1 и проводился очно в лаборатории (полностью светоизолированное помещение) на компьютере с разрешением 1280/720. Ответы респондентов фиксировались через нажатие на клавиши клавиатуры. Точность фиксации времени реакции для программы PsychoPy составляет примерно 0,5–1 мс, однако при использовании клавиатуры показатель может увеличиваться до 3–4 мс [34]. Для регистрации движений глаз был использован айтрекер EyeLink Portable Duo с пространственным разрешением в 0,01 и частотой дискретизации до 1000 Гц со сво-



бодным положением головы. Айтрекер был синхронизирован с экспериментом для записи данных. Регистрировались движения обоих глаз. Допустимое движение головы для данной модели айтрекера состояло 20 сантиметров по горизонтали и 20 сантиметров по вертикали.

Для стимульного материала были отобраны предметы повседневного обихода. Количество стимулов составило 44 изображения. В условии, где респонденты должны были искать категории базового уровня, целевые стимулы задавались как яблоки, гитары, стулья и машины. В условии, где основной задачей был поиск категорий суперординатного уровня, — фрукты, музыкальные инструменты, мебель и транспортные средства. Стимулы предъявлялись на стандартном сером фоне (128, 128, 128) программы PsychoPy, размер стимулов — $6,4^\circ$. Стимульный материал изображён на рисунках 1 и 2, а также в таблице 2.



Рис. 1. Целевые стимулы



Рис. 2. Дистракторы



Таблица 1

Пример стимульного материала

Уровень категории	Стимулы			
Базовый	Яблоки	Чашки	Гитары	Стулья
Суперординатный	Фрукты	Посуда	Музыкальные инструменты	Мебель
Пример изображения				

Процедура

В эксперименте использовался смешанный факторный дизайн. В качестве внутригрупповых факторов выступало предъявляемое количество стимулов на экране (visual setsize) и количество целевых стимулов, которые должны были запоминать респонденты (memory setsize). На экране в одной пробе могло быть предъявлено 4, 8, 12 или 16 стимулов; запоминать требовалось 1, 2, 3 или 4 названия объекта. Третьим внутригрупповым фактором было отсутствие или наличие целевого стимула в пробе. Межгрупповым фактором являлся уровень категории: базовый (стулья, чашки, гитары и яблоки) и суперординатный (мебель, посуда, музыкальные инструменты и фрукты). Респонденты попадали в одну из двух групп в случайном порядке.

Эксперимент состоял из 736 проб, по 46 проб на каждое количество стимулов (visual setsize). В 10 пробах из 46 целевой стимул отсутствовал. Блоки с разным количеством стимулов, заданных как целевые, предъявлялись респондентам в разном порядке в связи со схемой полного уравнивания. Для каждого респондента была также составлена индивидуальная последовательность предъявления проб, включающая в себя рандомизацию количества стимулов на экране, а также наличия или отсутствия целевого стимула. Всего респондентам предъявлялось 4 блока стимулов, в которых варьировалось количество категорий для запоминания: 1, 2, 3 и 4.

В самом начале эксперимента испытуемым предлагалось ознакомиться с инструкцией, где была описана суть эксперимента, а также было дано указание на использование двух клавиш на клавиатуре: «Y» в случае, если целевой стимул присутствует на экране, и «N», если целевой стимул отсутствует. В начале каждого блока респондентам предъявлялись названия категорий, которые необходимо было запомнить для последующего поиска. Все представители категорий не являлись атипичными представителями своих категорий, в связи с чем достаточно просто идентифицировались испытуемыми. Респондентам также предъявлялся небольшой тест, в котором было необходимо указать те категории, которые впоследствии нужно было найти. Подобный тест предъявлялся перед каждым блоком и был необходим для контроля верного запоминания категорий респондентом. После этого теста респонденту в пределах одного блока рандомизированно предъявлялись 184 пробы, в каждой из которых респондент искал целевой стимул. Проба считалась оконченной, когда респондент принимал решение о наличии или отсутствии целевого стимула, соответствен-



но нажимая на клавиши «Y» или «N». В качестве зависимых переменных выступали процент правильных ответов респондентов, а также время гайденса и верификации. Время гайденса вычислялось как время с начала поиска целевого стимула до первой фиксации на нем. Время верификации считалось от первой фиксации на целевом стимуле до нажатия на клавишу.

Результаты

Поведенческие данные

Для предварительной обработки данных был использован язык программирования R, а для и их последующего анализа — программа JASP. Был выбран метод смешанного дисперсионного анализа, где в качестве межгруппового фактора выступал уровень категории, а в качестве внутригрупповых факторов — количество объектов на экране в пробе и количество категорий для запоминания. Если процент правильных ответов был ниже 50%, данные испытуемого исключались из анализа. В связи с тем, что ANOVA не чувствительна к нормальности распределения анализируемых данных, проверка на нормальность не проводилась [35].

В анализе времени реакции учитывались только те пробы, в которых были даны верные ответы. Дисперсионный анализ показал значимое влияние количества стимулов в пробе ($F(3, 138) = 6,29; p <,001; \eta^2p = ,56$), количества категорий для запоминания ($F(3, 138) = 102,59; p <,001; \eta^2p = ,69$), а также значимое взаимодействие этих двух факторов ($F(9, 414) = 12,78; p <,001; \eta^2p = ,21$). Статистическая значимость фактора уровня категории не подтвердилась ($F(1, 40) = ,36; p = ,54; \eta^2p = ,02$).

Для изучения взаимодействия факторов был также проведен дополнительный дисперсионный анализ. ANOVA показала, что влияние фактора количества категорий для запоминания является незначимым только при маленьком количестве объектов на экране (4 стимула). Результаты попарных сравнений представлены в табл. 2-4. Дополнительно были проведены попарные сравнения, использовалась поправка Холма—Бонферрони. Результаты представлены в графической форме на рис. 3.

Таблица 2

Попарные сравнения времени реакции для основного эффекта количества стимулов в пробе (в ячейках указан уровень значимости)

	4 стимула	8 стимулов	12 стимулов
8 стимулов	<,001	-	-
12 стимулов	<,001	,43	-
16 стимулов	<,001	,10	,43

Таблица 3

Попарные сравнения времени реакции для основного эффекта количества категорий для запоминания (в ячейках указан уровень значимости)

	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	<,001	-	-
3-я категории	<,001	<,001	-
4-я категории	<,001	<,001	<,001



Таблица 4

Попарные сравнения времени реакции для взаимодействия факторов количества стимулов в пробе и количества категорий для запоминания (в ячейках указан уровень значимости)

<i>Пробы с 16 стимулами</i>			
	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	<,001	-	-
3-я категории	<,001	<,001	-
4-я категории	<,001	<,001	<,001
<i>Пробы с 12 стимулами</i>			
	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	,009	-	-
3-я категории	<,001	,014	-
4-я категории	<,001	<,001	<,001
<i>Пробы с 8 стимулами</i>			
	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	,001	-	-
3-я категории	<,001	,64	-
4-я категории	<,001	<,001	<,001
<i>Пробы с 4 стимулами</i>			
	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	,41	-	-
3-я категории	1,00	1,00	-
4-я категории	,59	1,00	1,00

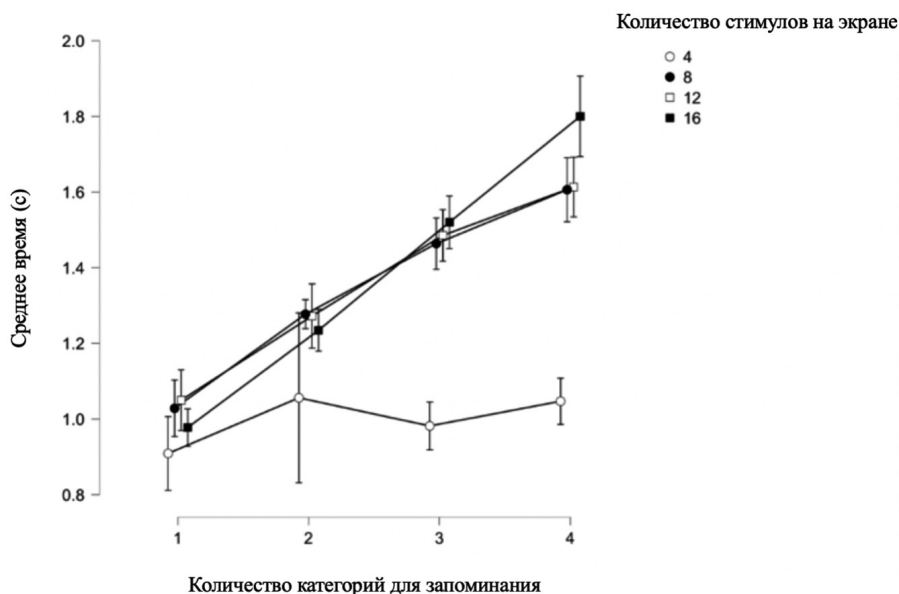


Рис. 3. Время реакции в зависимости от количества стимулов на экране и количества категорий для запоминания, центральные значения соответствуют средним. «Усы» на графике отображают 95% доверительный интервал



Данные движений глаз (айтрекинг)

Основными интересующими нас показателями являлись время гайденса и время верификации для категорий разного уровня. Описательные статистики данных по subprocessам представлены в табл. 5.

Таблица 5

Описательные статистики данных по гайденсу и верификации

Параметры	Минимальное значение (min)	Максимальное значения (max)	Среднее (mean)	Медиана (median)	Стандартное отклонение
Гайденс	0,33	2,08	0,87	0,85	0,23
Верификация	0,03	6,67	0,76	0,7	0,43

В анализе времени гайденса учитывались только те пробы, в которых были даны верные ответы. Гайденс рассчитывался как время от начала прохождения пробы до первой фиксации на целевом стимуле.

Для анализа была выбрана смешанная трехфакторная ANOVA, где фактор уровня категории являлся межгрупповым, а фактор количества стимулов в пробе и фактор количество категорий для запоминания – были внутригрупповыми. В связи с нарушением сферичности данных использовалась поправка Гринхауса–Гейссера. ANOVA показала значимое влияние уровня категории ($F(1, 40) = 5,06; p = ,03; \eta^2p = ,11$), значимое влияние количества стимулов в пробе ($F(3, 120) = 41,51; p < ,001; \eta^2p = ,51$) и значимое влияние количества категорий для запоминания ($F(3, 120) = 21,06; p < ,001; \eta^2p = ,34$). Взаимодействие факторов уровня категории и количества стимулов в пробе и взаимодействие факторов уровня категории и количества категорий для запоминания не обнаружили статистической значимости ($F(3, 360) = 0,26; p = ,82; \eta^2p = ,007$ и $F(3, 360) = 1,19; p = ,31; \eta^2p = ,02$). Показатели взаимодействие факторов уровня категории, количества стимулов в пробе и количества категорий для запоминания также явились статистически незначимыми ($F(9, 360) = 1,13; p = ,33; \eta^2p = ,028$). Результаты представлены в графической форме на рис. 4. Результаты попарных сравнений с поправкой Холма–Бонферрони представлены в таблицах 6–7.

Таблица 6

Попарные сравнения времени гайденса для основного эффекта количества стимулов в пробе (в ячейках указан уровень значимости)

	4 стимула	8 стимулов	12 стимулов
8 стимулов	<,001	-	-
12 стимулов	<,001	,19	-
16 стимулов	<,001	<,001	<,001

Таблица 7

Попарные сравнения времени гайденса для основного эффекта количества категорий для запоминания (в ячейках указан уровень значимости)

	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	,007	-	-
3-я категории	<,001	,008	-
4-я категории	<,001	<,001	,22

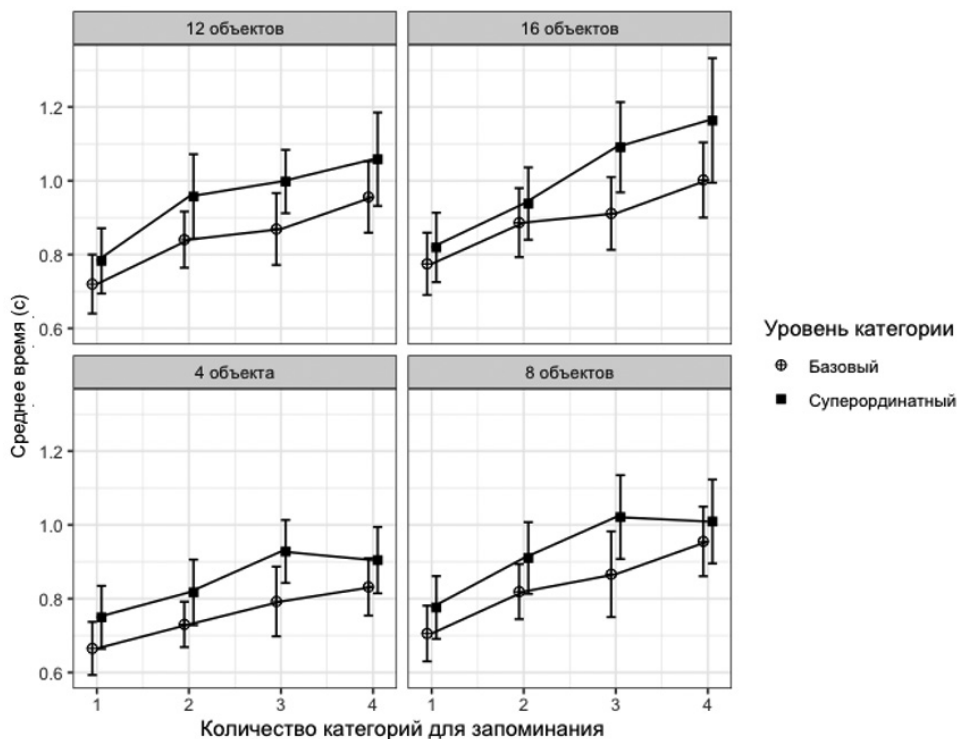


Рис. 4. Время гайденса в зависимости от количества объектов на экране и количества категорий для запоминания, центральные значения соответствуют средним. «Усы» на графике отображают 95% доверительный интервал

В анализе времени верификации также учитывались только те пробы, в которых были даны верные ответы. Верификация рассчитывалась как время от начала фиксации на целевом стимуле до нажатия на клавишу на клавиатуре.

Для анализа была выбрана смешанная трехфакторная ANOVA, где фактор уровня категории являлся межгрупповым, а фактор количества стимулов в пробе и фактор количество категорий для запоминания — были внутригрупповыми. В связи с нарушением сферичности данных использовалась поправка Гринхауса—Гейссера. ANOVA показала значимое влияние количества категорий для запоминания ($F(3, 120) = 26,94$; $p < ,001$; $\eta^2 p = ,4$). Незначимыми явились два фактора — фактор количества стимулов в пробе ($F(3, 120) = ,79$; $p = ,5$; $\eta^2 p = ,01$) и фактор уровня категории ($F(1, 40) = 1,2$; $p = ,28$; $\eta^2 p = ,02$). Взаимодействие факторов уровня категории и количества стимулов в пробе и взаимодействие факторов уровня категории и количества категорий для запоминания не обнаружили статистической значимости ($F(3, 360) = 0,5$; $p = ,69$; $\eta^2 p = ,01$ и $F(3, 360) = ,38$; $p = ,12$; $\eta^2 p = ,04$). Взаимодействие факторов уровня категории, количества стимулов в пробе и количества категорий для запоминания также является статистически незначимым ($F(9, 360) = ,53$; $p = ,84$; $\eta^2 p = ,023$). Результаты представлены в графической форме на рис. 5, «Усы» на графике отображают 95% доверительный интервал. Результаты попарных сравнений с поправкой Холма—Бонферрони представлены в табл. 8.



Таблица 8

Попарные сравнения времени верификации для основного эффекта количества категорий для запоминания (в ячейках указан уровень значимости)

	1-я категория	2-я категории	3-я категории
2-я категории	<,001	-	-
3-я категории	<,001	,037	-
4-я категории	<,001	<,001	,037

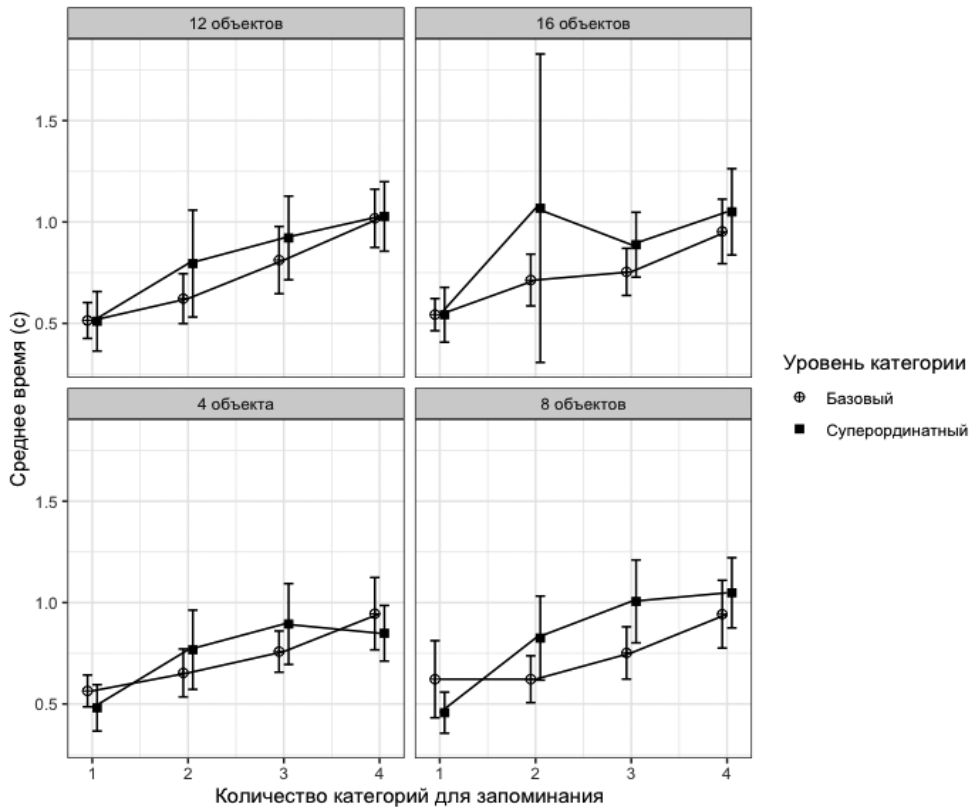


Рис. 5. Время верификации в зависимости от количества объектов на экране и количества категорий для запоминания, центральные значения соответствуют средним. «Усы» на графике отображают 95% доверительный интервал

Обсуждение результатов

При анализе поведенческих данных — времени нахождения стимулов в условиях с базовыми и суперординатными категориями — значимых различий найдено не было. Однако мы получили типичные для исследований гибридного зрительного поиска паттерны времени реакции: при увеличении количества запоминаемых респондентом категорий (memory setsize) время поиска целевого стимула логарифмически возрастало. Это согласуется с предыдущими исследованиями гибридного поиска [23]. В этой задаче, помимо того, что испытуемым необходимо удерживать в памяти целевые стимулы при поиске искомого объекта на экране, им нужно сравнивать запомненное с объектами в зрительном поле. Было обнаружено, что при увеличении количества объектов на экране (visual setsize) время поиска це-



левого стимула линейно возрастало, что также является типичным паттерном для решения задач зрительного поиска. Для нахождения целевого стимула наблюдателям необходимо распределять внимание между объектами на экране и отслеживать каждый из них, и чем больше объектов на экране, тем больше времени потребуется для их просмотра. Иными словами, анализ дистракторов также требует затрат времени и ресурсов внимания.

В предыдущем исследовании влияния уровня категории на скорость гибридного поиска без использования айтрекинга была получена практически 100% точность решения задачи. Эффект потолка был достигнут в связи с простотой поставленной перед респондентами перцептивной задачи. В связи с тем, что настоящее исследование является прямым продолжением предыдущего и дизайн исследования не менялся, анализ точности не проводился.

Основная задача настоящего исследования состояла в определении различий в скорости процессов гайденса и верификации для стимулов, заданных посредством категорий разного уровня. Мы предполагали, что гайденс будет происходить быстрее для объектов, заданных категориями базового уровня, по сравнению с объектами, заданными категориями суперординатного уровня. Гайденс рассчитывался как время с момента начала пробы до первой фиксации на целевом стимуле. При этом верификация, согласно нашей гипотезе, также должна была оказаться более быстрой для объектов, заданных категориями базового уровня, по сравнению с объектами, заданными категориями суперординатного уровня. Верификация рассчитывалась как время с первой фиксации на целевом стимуле до нажатия кнопки на клавиатуре.

В результате анализа данных айтрекинга были обнаружены значимые различия во времени гайденса, но не во времени верификации в зрительном поиске в зависимости от уровня категории (базовой или суперординатной). То есть, в соответствии с нашей гипотезой, процесс гайденса протекает быстрее для объектов базовой категории. Вероятно, респонденты формируют ментальные репрезентации разной степени специфичности и отчетливости в зависимости от уровня категории. Несмотря на то, что первостепенное значение имеют простые перцептивные признаки (форма, цвет, размер), другие, более сложные характеристики объекта, как, например, уровень категории, также являются важными признаками, на основании которых осуществляется поиск целевого стимула. Так, объект базовой категории будет более специфичным и отчетливым по сравнению с объектом суперординатной категории, что обеспечит ему преимущество при гайденсе. Например, при зрительном поиске будет проще найти цель, заданную как «лабрадор», чем как «собака». «Лабрадор» будет обладать большим количеством специфических для этой категории признаков, а также большим количеством признаков, отличающим его от других объектов. Однако интересен тот факт, что уровень категории не оказывает влияния на верификацию стимула. Мы полагаем, что в отличие от процесса гайденса отчетливость и специфичность шаблона внимания уже не играет такой важной роли после обнаружения целевого стимула. Это означает, что уровень категории играет решающую роль при решении перцептивной задачи, но не при процессе верификации, который можно назвать более высокоуровневым. Вероятно, при верификации, т.е. идентификации объекта задействуются иные механизмы. Полученные нами результаты частично согласуются с результатами исследований роли уровня категории для классического зрительного поиска [17; 18].

Стоит также отметить, что, согласно нашим данным, на время гайденса влияет как количество стимулов на экране (чем больше стимулов присутствует, тем более медленным оказывается гайденс), так и количество стимулов для запоминания (аналогично, удержание большого количества категорий в рабочей памяти замедляет процесс поиска целевого стимула). На скорость процесса верификации, однако, влияет только количество удерживаемых в памяти стимулов, а количество стимулов на экране и уровень категории не являются сколь-нибудь су-



ществеными признаками. В процессе верификации наблюдатель взаимодействует лишь с одним зафиксированным взглядом объектом, в связи с чем количество стимулов на экране уже не оказывает влияния на данный процесс (в отличие от процесса гайденса). При этом количество категорий для запоминания в процессе верификации оказывается значимым, так как в задаче гибридного поиска наблюдателю необходимо последовательно сравнивать целевой стимул со всеми запомненными объектами, и каждое такое сравнение требует дополнительного времени.

Время гайденса и время верификации являются сопоставимыми по порядку. Мы полагаем, что данные процессы действительно реализуются примерно с одинаковой скоростью: во время гайденса респонденту необходимо последовательно просмотреть каждый объект на экране, а во время верификации — принять решение о соответствии объекта шаблону внимания. Более того, при анализе верификации важно учитывать время моторного ответа, так как респонденты заканчивали пробу нажатием на клавишу на клавиатуре.

Дополнительно стоит отметить, что результаты анализа поведенческих данных не выявили каких-либо различий для стимулов, заданных категориями разного уровня. При анализе поведенческих данных были воспроизведены паттерны, обнаруженные в прошлом исследовании [32]. Несмотря на отсутствие различий на уровне поведенческих данных, результаты анализа движений глаз отражают предполагаемые нами различия в процессах гайденса и верификации для стимулов, заданных категориями разного уровня. Мы полагаем, что разница в поведенческих и айтрекинговых данных появляется из-за скорости исследуемых процессов. Как гайденс, так и верификация являются крайне быстрыми процессами, анализ которых лишь на основании оценки времени реакции является весьма затруднительной задачей: наблюдатели тратят время не только на поиск цели, но и на нажатие кнопки для ответа. При анализе данных движений глаз появляется возможность более детально проанализировать паттерн поиска целевого стимула еще до его обнаружения и принятия решения об ответе.

Заключение

Для исследования роли уровня категории в решении задачи гибридного поиска методом регистрации движений глаз был проведен эксперимент. В результате анализа поведенческих данных были получены типичные результаты для исследований гибридного поиска; при увеличении количества объектов на экране время поиска целевого стимула возрастало линейно, а при увеличении количества категорий для запоминания время поиска возрастало логарифмически. В результате анализа данных айтрекинга было показано, что процесс гайденса при гибридном поиске протекает быстрее для категорий базового уровня. Однако подобного влияния не наблюдалось при процессе верификации. Полученные данные интерпретируются в терминах специфичности и отчетливости шаблона внимания при поиске целевого стимула, которые необходимы при просмотре всех стимулов на экране, но не при идентификации целевого стимула после фиксации на нем.

Литература

1. Miller G.A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information // *Psychological Review*. 1956. Vol. 63(2). P. 81–97.
2. Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity // *Behavioral and brain sciences*. 2001. Vol. 24. № 1. P. 87–114.
3. Rosch E., et al. Basic objects in natural categories // *Cognitive psychology*. 1976. Vol. 8. № 3. P. 382–439.
4. Richler J.J., Palmeri T.J. Visual category learning // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2014. Vol. 5. № 1. P. 75–94.
5. Котов А.А., Котова Т.Н. Влияние уровня категоризации на совершение индуктивного вывода детьми двух и трех лет // *Экспериментальная психология*. 2016. Том 9. № 1. С. 82–94. DOI:10.17759/exppsy.2016090107



6. Long B., et al. Mid-level perceptual features distinguish objects of different real-world sizes // Journal of Experimental Psychology: General. 2016. Vol. 145. № 1. P. 95.
7. Zachariou V., et al. Bottom-up processing of curvilinear visual features is sufficient for animate/inanimate object categorization // Journal of Vision. 2018. Vol. 18. № 12. P. 3.
8. Gauthier I., et al. Levels of categorization in visual recognition studied using functional magnetic resonance imaging // Current Biology. 1997. Vol. 7. № 9. P. 645–651.
9. Margalit E., et al. Ultra-high-resolution fMRI of human ventral temporal cortex reveals differential representation of categories and domains // Journal of Neuroscience. 2020. Vol. 40. № 15. P. 3008–3024.
10. Praß M., et al. Ultra rapid object categorization: effects of level, animacy and context // PLoS One. 2013. Vol. 8. № 6. P. e68051.
11. Lin E.L., Murphy G.L. Effects of background knowledge on object categorization and part detection // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1997. Vol. 23. № 4. P. 1153.
12. Osiurak F., Rossetti Y., Badets A. What is an affordance? 40 years later // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2017. Vol. 77. P. 403–417.
13. Tucker M., Ellis R. On the relations between seen objects and components of potential actions // Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance. 1998. Vol. 24. № 3. P. 830.
14. Murphy G.L., Brownell H.H. Category differentiation in object recognition: typicality constraints on the basic category advantage // Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition. 1985. Vol. 11. № 1. P. 70.
15. Lupyan G. The conceptual grouping effect: Categories matter (and named categories matter more) // Cognition. 2008. Vol. 108. № 2. P. 566–577.
16. Yang H., Zelinsky G.J. Visual search is guided to categorically-defined targets // Vision research. 2009. Vol. 49. № 16. P. 2095–2103.
17. Maxfield J.T., Zelinsky G.J. Searching through the hierarchy: How level of target categorization affects visual search // Visual cognition. 2012. Vol. 20. № 10. P. 1153–1163.
18. Maxfield J.T., Stalder W.D., Zelinsky G.J. Effects of target typicality on categorical search // Journal of vision. 2014. Vol. 14. № 12. P. 1.
19. Potter M.C., Haggmann C.E. Banana or fruit? Detection and recognition across categorical levels in RSVP // Psychonomic Bulletin & Review. 2015. Vol. 22. № 2. P. 578–585.
20. Zhuang T., Lingnau A. The characterization of actions at the superordinate, basic and subordinate level // Psychological research. 2022. Vol. 86. № 6. P. 1871–1891.
21. de la Rosa S., et al. Visual categorization of social interactions // Visual Cognition. 2014. Vol. 22. № 9–10. P. 1233–1271.
22. Lazareva O.F., Freiburger K.L., Wasserman E.A. Effects of stimulus manipulations on visual categorization in pigeons // Behavioural Processes. 2006. Vol. 72. № 3. P. 224–233.
23. Wolfe J.M. Saved by a log: How do humans perform hybrid visual and memory search? // Psychological Science. 2012. Vol. 23. № 7. P. 698–703.
24. Cunningham C.A., Wolfe J.M. The role of object categories in hybrid visual and memory search // Journal of Experimental Psychology: General. 2014. Vol. 143. № 4. P. 1585.
25. Wolfe J.M., AlaouiSoce A., Schill H.M. How did I miss that? Developing mixed hybrid visual search as a 'model system' for incidental finding errors in radiology // Cognitive Research: Principles and Implications. 2017. Vol. 2. № 1. P. 1–10.
26. Барабанищиков В.А., Жезалло А.В. Методы регистрации движений глаз: теория и практика // Психологическая наука и образование. 2010. Том 5. С. 240–254.
27. Айтрекинг в психологической науке и практике / Отв. ред. В.А. Барабанищиков. М.: Когито-Центр, 2015. 410 с.
28. Zelinsky G.J. A theory of eye movements during target acquisition // Psychological review. 2008. Vol. 115. № 4. P. 787.
29. Young A.H., Hulleman J. Eye movements reveal how task difficulty moulds visual search // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2013. Vol. 39. № 1. P. 168.
30. Stroud M.J., et al. Using the dual-target cost to explore the nature of search target representations // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2012. Vol. 38. № 1. P. 113.
31. Drew T., Boettcher S.E.P., Wolfe J.M. One visual search, many memory searches: An eye-tracking investigation of hybrid search // Journal of vision. 2017. Vol. 17. № 11. P. 5.



32. Hout M.C., Goldinger S.D. Target templates: The precision of mental representations affects attentional guidance and decision-making in visual search // *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2015. Vol. 77. P. 128–149.
33. Ангельгардт А.Н., Макаров И.М., Горбунова Е.С. Роль уровня категории при решении задачи гибридного зрительного поиска // *Вопросы психологии*. 2021. № 2. С. 148–158.
34. Bridges D., et al. The timing mega-study: Comparing a range of experiment generators, both lab-based and online // *PeerJ*. 2020. Vol. 8. P. e9414.
35. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. СПб.: Речь, 2004. 392 с.

References

1. Miller G.A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 1956. Vol. 63(2), pp. 81–97.
2. Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 2001. Vol. 24, no. 1, pp. 87–114.
3. Rosch E., et al. Basic objects in natural categories. *Cognitive psychology*, 1976. Vol. 8, no. 3, pp. 382–439.
4. Richler J.J., Palmeri T.J. Visual category learning. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2014. Vol. 5, no. 1, pp. 75–94.
5. Kotov A.A., Kotova T.N. Vliyanie urovnyakategorizacii nasovershenie induktivnogovyvodadet' midvuhitrekhl et. *Ekspierimental'nayapsihologiya*, 2016. Vol. 9, no.1, pp. 82–94. DOI:10.17759/exppsy.2016090107 (In Russ.).
6. Long B., et al. Mid-level perceptual features distinguish objects of different real-world sizes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2016. Vol. 145, no.1, pp. 95.
7. Zachariou V., et al. Bottom-up processing of curvilinear visual features is sufficient for animate/inanimate object categorization. *Journal of Vision*, 2018. Vol. 18, no. 12, pp. 3.
8. Gauthier I., et al. Levels of categorization in visual recognition studied using functional magnetic resonance imaging. *Current Biology*, 1997. Vol. 7, no. 9, pp. 645–651.
9. Margalit E., et al. Ultra-high-resolution fMRI of human ventral temporal cortex reveals differential representation of categories and domains. *Journal of Neuroscience*, 2020. Vol. 40, no. 15, pp. 3008–3024.
10. Prajz M., et al. Ultra rapid object categorization: effects of level, animacy and context. *PLoS One*, 2013. Vol. 8, no. 6, pp. e68051.
11. Lin E.L., Murphy G.L. Effects of background knowledge on object categorization and part detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1997. Vol. 23, no. 4, pp. 1153.
12. Osieurak F., Rossetti Y., Badets A. What is an affordance? 40 years later. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2017. Vol. 77, pp. 403–417.
13. Tucker M., Ellis R. On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 1998. Vol. 24, no. 3, pp. 830.
14. Murphy G.L., Brownell H.H. Category differentiation in object recognition: typicality constraints on the basic category advantage. *Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition*, 1985. Vol. 11, no. 1, pp. 70.
15. Lupyian G. The conceptual grouping effect: Categories matter (and named categories matter more). *Cognition*, 2008. Vol. 108, no. 2, pp. 566–577.
16. Yang H., Zelinsky G.J. Visual search is guided to categorically-defined targets. *Vision research*, 2009. Vol. 49, no. 16, pp. 2095–2103.
17. 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, pp. 1153–1163.
18. Maxfield J.T., Stalder W.D., Zelinsky G.J. Effects of target typicality on categorical search. *Journal of vision*, 2014. Vol. 14, no. 12, pp. 1.
19. Potter M.C., Hagmann C.E. Banana or fruit? Detection and recognition across categorical levels in RSVP. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2015. Vol. 22, no. 2, pp. 578–585.
20. Zhuang T., Lingnau A. The characterization of actions at the superordinate, basic and subordinate level. *Psychological research*, 2022. Vol. 86, no. 6, pp. 1871–1891.
21. de la Rosa S., et al. Visual categorization of social interactions. *Visual Cognition*, 2014. Vol. 22, no. 9–10, pp. 1233–1271.
22. Lazareva O.F., Freiburger K.L., Wasserman E.A. Effects of stimulus manipulations on visual categorization in pigeons. *Behavioural Processes*, 2006. Vol. 72, no. 3, pp. 224–233.



23. Wolfe J.M. Saved by a log: How do humans perform hybrid visual and memory search? *Psychological Science*, 2012. Vol. 23, no. 7, pp. 698–703.
24. Cunningham C.A., Wolfe J.M. The role of object categories in hybrid visual and memory search. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2014. Vol. 143, no.4, pp. 1585.
25. Wolfe J.M., AlaouiSoce A., Schill H.M. How did I miss that? Developing mixed hybrid visual search as a 'model system' for incidental finding errors in radiology. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2017. Vol. 2, no. 1, pp. 1–10.
26. Barabanshchikov V.A., ZHegallo A.V. Metody registracii dvizhenij glaz: teoriya i praktika. *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*, 2010. Vol. 5, pp. 240–254. (In Russ.).
27. Aĭtreking v psihologicheskoi nauke i praktike / Otv. red. V.A. Barabanshchikov. M.: Kogito-Centr, 2015. 410 p. (In Russ.).
28. Zelinsky G.J. A theory of eye movements during target acquisition. *Psychological review*, 2008. Vol. 115, no. 4, pp. 787.
29. Young A.H., Hulleman J. Eye movements reveal how task difficulty moulds visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2013. Vol. 39, no. 1, pp. 168.
30. Stroud M.J., et al. Using the dual-target cost to explore the nature of search target representations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2012. Vol. 38, no. 1, pp. 113.
31. Drew T., Boettcher S.E.P., Wolfe J.M. One visual search, many memory searches: An eye-tracking investigation of hybrid search. *Journal of vision*, 2017. Vol. 17, no. 11, pp. 5.
32. Hout M.C., Goldinger S.D. Target templates: The precision of mental representations affects attentional guidance and decision-making in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2015. Vol. 77, pp. 128–149.
33. Angel'gardt A.N., Makarov I.M., Gorbunova E.S. Rol' urovnya kategorii pri reshenii zadachi gibridnogo zritel'nogo poiska. *Voprosy psihologii*, 2021. No. 2, pp.148–158. (In Russ.).
34. Bridges D., et al. The timing mega-study: Comparing a range of experiment generators, both lab-based and online. *PeerJ*, 2020. Vol. 8, pp. e9414.
35. Matematicheskie metody psihologicheskogo issledovaniya. Analiz i interpretaciya dannyh. Uchebnoe posobie. SPb.: Rech', 2004. 392 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Сапронов Фрол Алексеевич, стажер-исследователь научно-учебной лаборатории когнитивной психологии пользователя цифровых интерфейсов, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-8234>, e-mail: fsapronov@hse.ru

Макаров Иван Михайлович, стажер-исследователь научно-учебной лаборатории когнитивной психологии пользователя цифровых интерфейсов, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1759>, e-mail: vanmak@list.ru

Горбунова Елена Сергеевна, кандидат психологических наук, заведующая научно-учебной лабораторией когнитивной психологии пользователя цифровых интерфейсов, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ»), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3646-2605>, e-mail: gorbunovaes@gmail.com

Information about the authors

Frol A. Sapronov, Research Assistant, Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface User, HSE University, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-8234>, e-mail: fsapronov@hse.ru

Ivan M. Makarov, Research Assistant, Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface User, HSE University, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1759>, e-mail: vanmak@list.ru

Elena S. Gorbunova, PhD in Psychology, Head of Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface User, HSE University, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3646-2605>, e-mail: gorbunovaes@gmail.com

Получена 19.11.2022

Received 19.11.2022

Принята в печать 01.09.2023

Accepted 01.09.2023