

УДК 159.9.072

АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ КАТЕГОРИАЛЬНОГО ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА

© 2021 г. А. А. Дренева^{1,2,*}, А. Н. Кричевец¹

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
125009 Москва, Моховая, д. 9, стр. 11, Россия*

² *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
119571 Москва, проспект Вернадского, д. 82, стр. 1, Россия*

**E-mail: anna.drenea@msupsy.ru*

Поступила в редакцию 12.12.2020 г.

После доработки 25.01.2021 г.

Принята к публикации 25.01.2021 г.

Исследования в области зрительного восприятия и, в частности, экстрафовеального анализа, базируются на предпосылке о том, что перцептивные процессы работают у большинства людей сходным образом, и потому фокусируются в основном на усредненных показателях скорости и эффективности поиска. В то же время результаты других исследований показывают выраженные межиндивидуальные различия даже при выполнении задач, обеспечиваемых довольно низкоуровневыми процессами. В рамках настоящей работы было проведено экспериментальное исследование на выборке из 29 человек, задачей которых был категориальный поиск изображения целевой пирамиды среди трех дистракторов. Результаты выполнения проб оценивались как в среднем по выборке, так и отдельно по каждому испытуемому. Анализ полученных данных позволяет говорить о наличии индивидуальных стратегий выполнения задания: существенно различается уровень использования экстрафовеального анализа при планировании саккад. Различается также динамика этого уровня в процессе тренировки. Результаты исследования указывают на важность учета индивидуальных стратегий в исследованиях категориального зрительного поиска.

Ключевые слова: межиндивидуальные различия, зрительный поиск, категориальный поиск, экстрафовеальное восприятие, перцептивные стратегии

DOI: 10.31857/S0235009221020050

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия зрительный поиск активно изучается в рамках психофизиологических исследований, результаты которых позволили выявить его основные закономерности. Эффективность поиска могут определять как простые перцептивные характеристики объектов (Wolfe, Horowitz, 2017), так и семантическая информация о категории объекта (Chen, Zelinsky, 2006; Zelinsky et al., 2013). В случае ориентации на информацию о категории объекта поиск называется категориальным, а целью является не конкретное изображение, а класс предметов (категория). Такая задача достаточно типична для повседневной жизни, поскольку мы часто ищем не конкретный предмет, а представителя класса (кафе, чтобы поесть, урну, чтобы выбросить мусор) с заранее не определенными характеристиками.

Поиск цели по ее заранее предъявленному изображению обладает большими скоростью и точностью (Vickery et al., 2005), однако и в случае

категориального поиска нахождение цели происходит быстрее, чем если бы поиск осуществлялся случайным перебором стимулов. Например, в исследовании (Yang, Zelinsky, 2009) показано, что первая саккада значимо чаще случайного направлена к целевому стимулу (неопределенному изображению плюшевого мишки среди других игрушек), а управляемость и эффективность поиска растут по мере увеличения информации о цели (Schmidt, Zelinsky, 2009).

Такие результаты указывают на то, что саккаде к целевому объекту предшествует предварительная обработка всего зрительного поля с выделением наиболее вероятных кандидатов на роль цели. Иными словами, зрительный поиск, очевидно, обеспечивается не только фовеальной областью сетчатки, на которую проецируется до 5 угл. град. зрительного поля, но также экстрафовеальной областью, которая охватывает все остальное зрительное поле (Cimminella et al., 2020). Несмотря на сниженные характеристики остроты зрения вне фовеальной области, экстрафовеальное вос-

приятие обладает достаточно широкими возможностями идентификации и категоризации визуальных стимулов (Strasburger et al., 2011).

Большинство исследований зрительного восприятия посвящено поиску универсальных закономерностей восприятия и поэтому используются усредненные тенденции по всей выборке. Это вполне разумно в тех случаях, когда перцептивная задача затрагивает, в основном, низкоуровневые процессы, которые с высокой степенью вероятности работают у большинства людей сходным образом. Однако в других случаях показаны значительные межиндивидуальные различия в обработке зрительных стимулов.

Например, в исследовании восприятия лиц как довольно сложных объектов (Wang et al., 2012) было выявлено, что степень целостности обработки лиц у конкретного индивида определяет эффективность их распознавания, причем эта взаимосвязь оказалась специфичной именно для обработки лиц и не связанной с более общими аспектами когнитивной обработки, такими как внимание или интеллект.

Логично предположить, что и в случае категориального поиска, в котором семантический уровень играет значительную роль, межиндивидуальные различия в перцептивных стратегиях могут приобретать большее значение. Эти различия были обнаружены, например, в проведенных при помощи нейровизуализации исследованиях поиска объектов из знакомых категорий в естественных сценах. Было показано, что подготовительные процессы происходят в объектно-избирательной зрительной коре, а не только в ранней, что свидетельствует о том, что обнаружение сложных объектов выборочно опосредуется предварительными процессами на более высоких уровнях зрительного восприятия (Peelen, Kastner, 2011). Более того, анализ межиндивидуальных различий в этом исследовании выявил, что участники с более выраженной активацией ранней зрительной коры хуже справились с задачей категориального поиска. Интерпретируя эти данные, авторы рассуждают о том, что испытуемые с такой особенностью готовились к обнаружению определенных визуальных характеристик вместо или в дополнение к поиску более абстрактных признаков категории, а такая стратегия в условиях естественных сцен является менее выгодной.

Межиндивидуальные различия в рамках категориального поиска ярко проявляются в исследованиях экспертного восприятия на выборках людей, обладающих экспертным уровнем работы с определенным классом объектов. Различия в восприятии экспертов и непрофессионалов затрагивают не только характеристики скорости и эффективности, но также анатомо-функциональные параметры: в целом ряде исследований было

показано привлечение специализированных областей мозга для обработки стимулов из экспертной области, по сравнению с другими категориями объектов (McGugin et al., 2014; 2015). Вместе с тем эта нейронная специализация обладает высокой степенью специфичности: например, в исследовании (Bukach et al., 2010) было обнаружено, что специалисты по современным автомобилям продемонстрировали экспертный уровень дискриминации и целостной обработки только на изображениях современных автомобилей, но не ретро-, что подтверждает идею о том, что высокая степень специализации может не распространяться на отдельные субкатегории, даже если они до некоторой степени разделяют общие перцептивные и концептуальные характеристики, а обобщение происходит скорее внутри одного домена, а не между доменами.

В недавнем обзоре (Reeder, 2017) сообщалось, что межиндивидуальные различия в зрительном восприятии могут иметь значительное влияние на результаты экспериментов и их интерпретацию. В качестве факторов, определяющих межиндивидуальные различия, были названы различия в площади и функциональности зоны V1, адекватность подготовительных нейронных процессов перед выполнением задачи, уровень перцептивного опыта с категорией объекта.

Настоящая работа является продолжением серии исследований категориального поиска геометрических фигур (Кричевец и др., 2017; Дренева и др., 2019). В рамках данной работы мы сфокусировались на межиндивидуальных различиях в использовании экстрафовеального анализа в процессе категориального поиска геометрических фигур. Тем самым мы готовим почву для более детального анализа индивидуальных стратегий применения экстрафовеальной обработки зрительного поля в подобных задачах.

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

Участники. В эксперименте приняли участие 29 человек в возрасте от 19 до 28 лет с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Все участники были заранее ознакомлены с процедурой эксперимента и дали свое согласие на участие в исследовании.

Аппаратно-программное обеспечение. Для записи движений глаз использовали айтрекер SMI RED 120 Hz и программный комплекс iViewX. Для предъявления стимулов использовали программу Experiment Center 3.3; стимулы показывали на мониторе с диагональю экрана 19 дюймов и частотой обновления 60 Hz.

Стимулы и дизайн эксперимента. Стимулами служили изображения правильных пирамид. Рисунком получался проекцией трехмерной фигуры

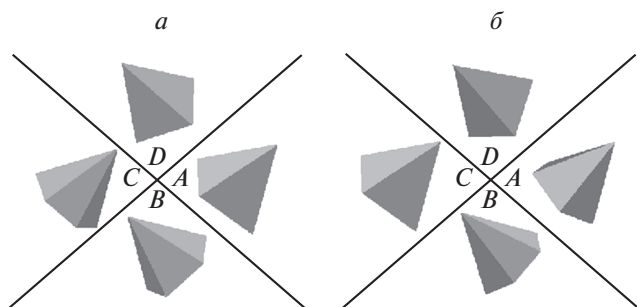


Рис. 1. Образцы стимульных слайдов:

a – в секторе А расположена 4-угольная пирамида, в секторе В – 5-угольная, в С – 6-угольная, в D – 3-угольная; *b* – в секторе А расположена 5-угольная пирамида, в секторе В – 6-угольная, в С – 4-угольная, в D – 3-угольная. Согласно инструкции, целевым стимулом была либо 4-угольная, либо 5-угольная пирамида.

на плоскость экрана. Угол между направлением проекции пирамиды и плоскостью ее основания составлял 25° , т.е. пирамида виделась как бы немного сверху, пирамиды были повернуты на 45° по или против часовой стрелки вокруг направления проекции с основанием строго вниз. Каждая проба содержала слайд с четырьмя пирамидами (трех-, четырех-, пяти- и шестиугольной), центр которых находился на расстоянии $4-6^\circ$ от центра экрана (рис. 1). Под трех-, четырех-, пяти- и шестиугольными пирамидами мы понимаем пирамиды с соответствующим количеством углов осно-

вания (от 3 до 6). Варьировались факторы типа цели (4- или 5-угольная пирамида) и нахождения в одном из четырех секторов (квазирандомизированным образом). В рамках данного исследования рассматриваются результаты выполнения 29 испытуемыми по 96 проб каждый.

Процедура. В начале эксперимента каждый испытуемый проходил 12-точечную калибровку айтрекера; ошибка точности не более 0.5° считалась удовлетворительной. После выполнения калибровки участнику показывали текст общей инструкции на все пробы, согласно которой его задачей было находить целевую 4- или 5-угольную пирамиду среди четырех пирамид (3-, 4-, 5- и 6-угольной) как можно быстрее и точнее. Далее перед каждой пробой на экран выводили название целевой пирамиды, например: “Найдите 4-угольную пирамиду”. После прочтения этого слайда испытуемый нажимал на пробел; затем на экране появлялся фиксационный крест, на который нужно было смотреть в течение 500 мс, после чего возникал слайд с четырьмя пирамидами в отдельных секторах – А, В, С, D. Как только испытуемый находил целевую пирамиду, он должен был нажать на пробел, в результате чего слайд менялся на маскирующее изображение (рис. 2). Затем испытуемый называл букву сектора с целевой фигурой; все ответы записывал экспериментатор.

Перед началом описанного здесь этапа эксперимента испытуемому предъявлялась тренировочная серия (16 проб) и серия, в которой ему

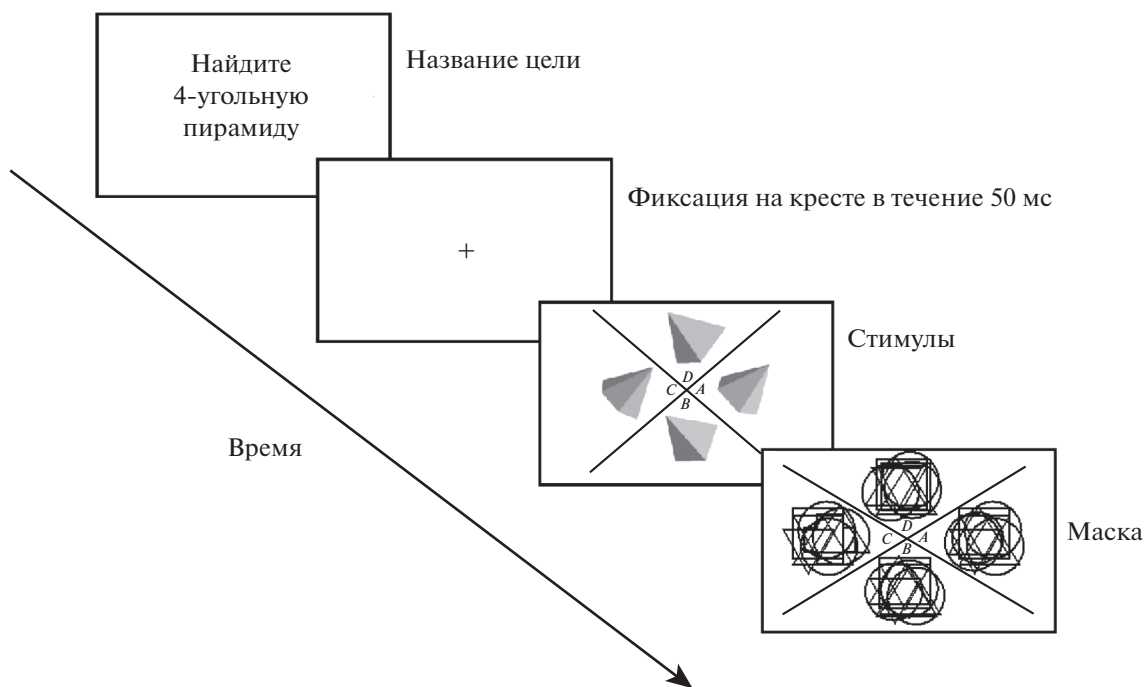


Рис. 2. Последовательность слайдов в каждой пробе.

предлагалось решать задачу без движений глаз (результаты этих серий здесь не рассматриваются).

Обработка данных. Главным образом, нас интересовал параметр эффективности экстрафовеального анализа, который рассчитывался следующим образом. При помощи программы ВеGaze 3.3 каждый слайд со стимулами делился на пять секторов: четыре сектора А, В, С, D с фигурами и центральный, откуда начиналась каждая проба. Затем фиксировали последовательность посещенных секторов, причем возвраты в уже посещенный сектор не учитывали. Если предположить, что экстрафовеальное восприятие не используется при поиске, целевая зона может быть посещена с равной вероятностью первой, второй, третьей или четвертой, и тогда средний порядковый номер посещения целевой зоны будет $(1 + 2 + 3 + 4)/4 = 2.5$ – с этим числом сравнивался порядковый номер целевой зоны. Если показатель “порядковый номер посещения целевой зоны” (ниже мы называем этот показатель FirstT) колеблется вокруг 2.5, мы можем предположить, что поиск совершался с использованием именно фовеального зрения, а данные экстрафовеального анализа не учитывались. Если же FirstT значимо ниже 2.5, значит, имела место некоторая предварительная обработка нескольких стимулов одновременно.

Предварительный анализ данных осуществляли с использованием языка программирования Python; статистическую обработку проводили при помощи пакета IBM SPSS версия 21.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было проанализировано 2784 пробы по 29 испытуемым. Анализ результатов включал в себя два этапа. На первом проводилась оценка экстрафовеального восприятия всей выборки в целом. На втором этапе мы сфокусировались на индивидуальных стратегиях испытуемых.

Анализ результатов в среднем по выборке. Анализ правильности ответов всей выборки в целом показал, что задача поиска целевой пирамиды оказалась достаточно трудной для большинства испытуемых: средний процент правильных ответов составил 72.9 ± 11.9 , медиана – 72.1% при минимуме 50% и максимуме 93.1%. Далее в анализе учитывались только те пробы, в которых был дан правильный ответ. Сравнение среднего порядкового номера посещения целевой зоны (FirstT) по всей выборке, равного 2.28, с 2.5 с использованием одновыборочного *t*-теста показало $t(28) = 4.9$, $p < 0.0001$, что свидетельствует о надежном вовлечении экстрафовеального анализа в процесс категориального поиска в среднем.

Анализ динамики изменения порядкового номера посещения целевой зоны (FirstT) на протяжении

эксперимента, которая рассчитывалась как корреляция между значением FirstT и номером пробы, выявил практически нулевое значение при оценке всей выборки в среднем: среднее значение корреляции равнялось 0.0004 ± 0.16 . Однако обнаружилось, что те участники, которые в начале эксперимента более активно применяли экстрафовеальный анализ, с каждой пробой чаще всего использовали его все меньше, и наоборот, респонденты с большим показателем FirstT чаще всего его улучшали. Мы посчитали корреляцию между регрессионным коэффициентом, характеризующим динамику FirstT в течение эксперимента, и средним значением FirstT для данного участника. Соответствующие значения корреляции Спирмена составили -0.46 , $p = 0.011$, Пирсона – -0.5 , $p = 0.006$. На рис. 3 для каждого участника его абсцисса задана средним значением FirstT по первой трети эксперимента (серии 3 и 4), а ордината средним FirstT по последней трети (серии 7 и 8). На рис. 3 изображен график рассеяния средних индивидуальных значений FirstT по первым 32 пробам (ось X) и последним 32 пробам (ось Y) из 96 проб каждого респондента. Мы видим, что приблизительно постоянными оказываются значения в районе 2.5, большие значения уменьшаются, меньшие увеличиваются. Значения более 2.5, возможно, являются результатом случайных вариаций или систематических смещений, что может стать предметом дальнейших исследований. Соотношение дисперсий, характеризующих разброс этих показателей во всей выборке, 0.121 в первой трети против 0.075 в третьей, т.е. имеет место тенденция к стабилизации средних FirstT.

Межиндивидуальные различия наглядно представлены на рис. 4: несмотря на то, что мода распределения находится в области 2.5, результаты 13 респондентов меньше 2.3. Условно можно выделить их в группу использующих экстрафовеальный анализ, остальные 17 участников (столь же условно) демонстрируют случайные вариации среднего вокруг 2.5.

Чтобы проиллюстрировать динамику, которая понимается как корреляция между FirstT и номером пробы, и особенности индивидуальных перцептивных стратегий, рассмотрим два крайних противоположных случая. Один из участников (Т) очень активно использовал(а) экстрафовеальный анализ в начале эксперимента, но с каждой пробой эта тенденция угасала (рис. 5, а): для этого участника средний FirstT по всем пробам равнялся 1.79, $p < 0.0001$, а коэффициент регрессии по динамике изменения FirstT составил 0.38, $p = 0.0015$ (обе значимости выдерживают поправку Бонферрони). Кроме того, у этого участника процент верных ответов рос на протяжении эксперимента: коэффициент логистической регрессии равен 0.024, $p = 0.003$. Напротив, другой участник (Iг)

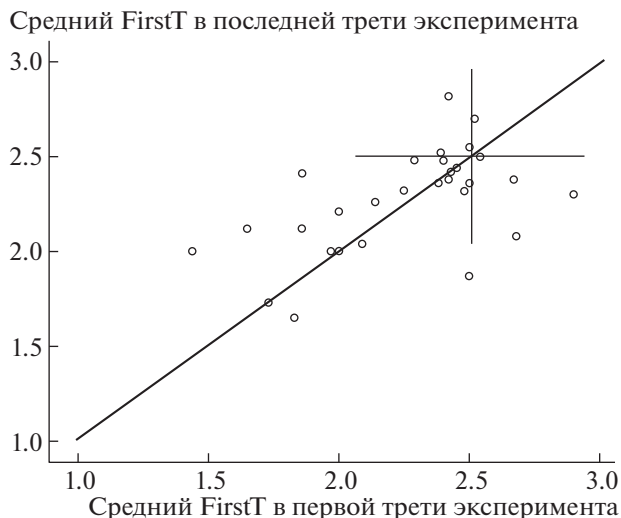


Рис. 3. Рассеяние индивидуальных средних по первой и третьей трети эксперимента. По оси абсцисс отложен средний порядковый номер посещения целевой зоны (FirstT) в первой трети эксперимента, по оси ординат – аналогичный показатель в третьей трети эксперимента. Диагональ отграничивает тех, кто улучшил (уменьшил) показатель (под диагональю), от ухудшивших (над диагональю). Вертикальная и горизонтальная прямые отмечают значение 2.5. Видно, что имеющие в первой трети значение среднего FirstT меньше 2.5, как правило, его увеличивают, а начинающие эксперимент со значения больше 2.5, как правило, его уменьшают.

показал(а) увеличение степени применения экстрафовеального анализа (рис. 5, б): среднее значение его/ее FirstT по всем пробам составило 2.24, коэффициент регрессии по динамике изменения FirstT был -0.23 , $p = 0.009$, а процент верных ответов несколько снизился от начала к концу эксперимента (логистическая регрессия -0.17 , $p = 0.029$) (обе значимости не выдерживают поправку Бонферрони, однако примем во внимание их согласованность).

Можно говорить о том, что некоторые участники в первых пробах использовали стратегию с активным вовлечением экстрафовеального распознавания и постепенно переходили к стратегии более тщательного изучения стимулов при помощи фовеального анализа, в то время как другие испытуемые, наоборот, сначала применяли более осторожную перцептивную стратегию, которая постепенно сменялась более уверенной и полагающейся на данные экстрафовеального анализа.

Особенно интересный пример разнонаправленной динамики индивидуальных показателей дает общее время выполнения пробы (GenT). На рис. 6 представлена эмпирическая CDF (Cumulative distribution function) значимостей индивидуальных коэффициентов корреляции между временем выполнения пробы и ее номером. Каждая

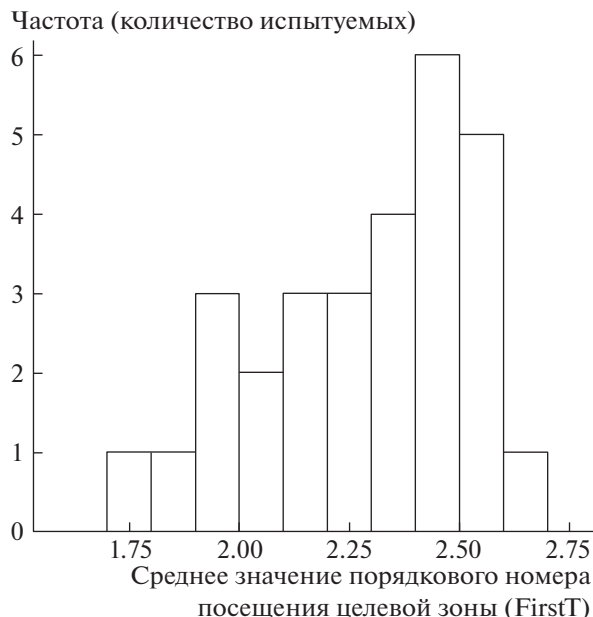


Рис. 4. Распределение средних значений порядкового номера посещения целевой зоны (FirstT) по всем испытуемым.

точка соответствует одному испытуемому, ее абсцисса – значимость (p -значение) коэффициента корреляции данного испытуемого. Левая сторона отражает увеличение общего времени, правая – уменьшение; значимость 0.995 по оси X показывает одностороннюю значимость, равную 0.005, для отрицательного коэффициента корреляции по данному испытуемому. По оси ординат откладывается накопленная эмпирическая частота для данного значения значимости (в процентах).

Отметим, что в случае истинности глобальной гипотезы H_0 , утверждающей, что для каждого испытуемого истинная корреляция равна нулю, p -значения в выборке будут распределены равномерно. В таком случае CDF будет колебаться вокруг прямой (с отклонениями, которые, в принципе, можно оценить статистически – например, критерием Колмогорова–Смирнова (Дренева и др., 2019)). CDF для нашей выборки приведена на рис. 6. Очевидно, что отличия от теоретической CDF равномерного распределения имеют систематический характер. Справа на рис. 6 мы видим данные участников, общее время у которых существенно снижается. Заметим, что значимости для восьми из них не превышают 0.0005 (левый “хвост” распределения у каждого из них “тяжелее” 0.9995), т.е. выдерживают поправку Бонферрони. Слева данные четырех участников показывают увеличение общего времени (значимости менее 0.0005 для трех участников, выдерживают поправку Бонферрони). Таким образом, можно

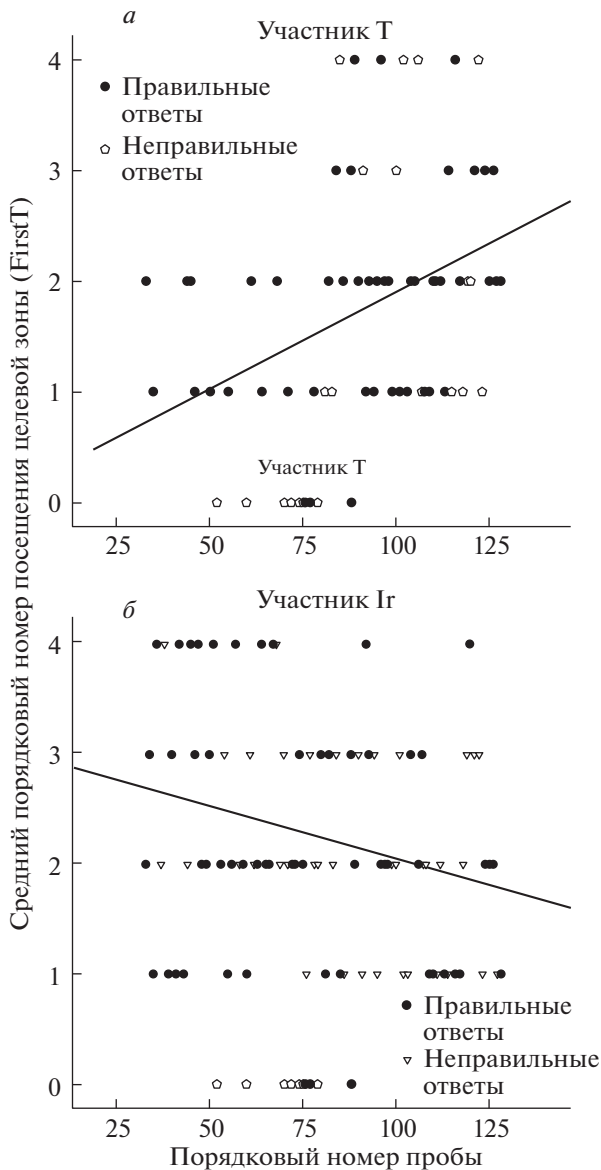


Рис. 5. Динамика изменения показателя порядкового номера посещения целевой зоны (FirstT) на протяжении эксперимента.

a – у участника Т, *б* – у участника Ig. На рисунке изображены значения FirstT в каждой пробе и регрессионная прямая.

считать обнаружение противоположных тенденций абсолютно надежным.

Постепенное увеличение времени выполнения пробы с течением эксперимента может объясняться как накапливающейся усталостью, так и более тщательным и аккуратным поиском цели. В пользу последнего предположения говорит сопоставление коэффициента корреляции GenT и номера пробы, с одной стороны, и коэффициента логистической регрессии правильности ответа по номеру пробы, с другой. Корреляция между ними

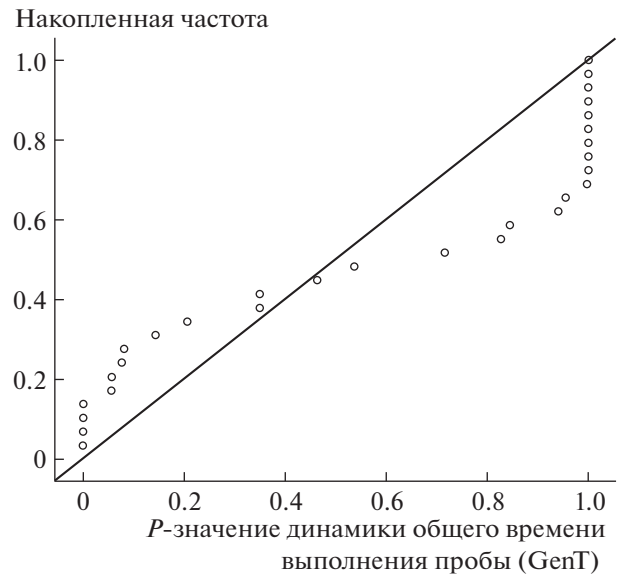


Рис. 6. Эмпирическая CDF значимостей коэффициентов корреляции общего времени выполнения пробы (GenT) и номера пробы. Теоретическая функция равномерного распределения представлена в виде диагональной линии.

составила 0.3, т.е. рост времени сопровождается обычно увеличением частоты правильных ответов. Это означает также, что уменьшение общего времени может объясняться не только тренировкой, но и снижением аккуратности выполнения задачи.

Результаты исследования подтверждают данные о том, что категориальный поиск осуществляется с использованием достаточно высокоуровневых процессов и контролируется “сверху вниз” (Rosenholtz et al., 2012; Yang, Zelinsky, 2009). В нашей работе показано, что экстрафовеальный анализ определяется не только низкоуровневыми перцептивными признаками объектов, но также характеристиками более высокого уровня, обеспечиваемыми процессами категоризации. Важно заметить, что использованные в эксперименте стимулы были достаточно трудными, что проявилось в не слишком высоком среднем проценте правильных ответов; однако даже в ситуации такого уровня трудности стимулов участники достаточно эффективно использовали экстрафовеальный анализ.

Анализ результатов в среднем по выборке показал надежное вовлечение экстрафовеального анализа в процесс категориального поиска, а также отрицательную взаимосвязь между средним индивидуальным показателем эффективности экстрафовеального поиска и изменением уровня его использования на протяжении эксперимента.

Фокусом данного исследования выступили межиндивидуальные различия в степени исполь-

зования экстрафовеального анализа. Согласно результатам, участники достаточно сильно различались как по среднему значению эффективности экстрафовеального анализа, так и по его динамике на протяжении эксперимента. Отдельные участники отчетливо меняли свою стратегию с течением исследования, причем эти изменения, в зависимости от конкретного индивида, носили разнонаправленный характер. Так, некоторые испытуемые продемонстрировали уменьшение количества посещаемых секторов до обнаружения цели, т.е. повышению роли экстрафовеального анализа в решении задачи. Другие участники, которые изначально более успешно распознавали стимулы и имели более высокие показатели эффективности экстрафовеального анализа, продемонстрировали их ухудшение в ходе эксперимента, возможно, повышая при этом процент правильных ответов. Еще более ярко различия проявились в динамике общего времени категориального поиска. Также можно предположить, что на эффективность поиска повлияли такие факторы, как индивидуальные характеристики участников, их перцептивные и когнитивные стратегии, а также ситуационная мотивация. Эти результаты согласуются с другими работами в этой области (Gandini et al., 2008; Wang et al., 2012; Fromer et al., 2015) и подтверждают важность учета индивидуальных особенностей в исследовании зрительного восприятия.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что при решении задачи на категориальный зрительный поиск геометрических фигур наблюдаются выраженные межиндивидуальные различия в степени использования экстрафовеального анализа, а также в динамике его применения. Полученные данные демонстрируют наличие межиндивидуальных различий и перцептивных стратегий отдельных испытуемых, причины которых представляют самостоятельный интерес.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-013-00869.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дренева А.А., Кричевец А.Н., Чумаченко Д.В., Шварц А.Ю. Экстрафовеальный анализ категори-

ально заданных трехмерных фигур. *Сибирский психологический журнал*. 2019. № 72. С. 68–92. <https://doi.org/10.17223/17267080/72/4>

Кричевец А.Н., Шварц А.Ю., Чумаченко Д.В., Дренева А.А. Возможности экстрафовеального восприятия геометрических фигур. *Вопросы психологии*. 2017. № 6. С. 117–128.

Bukach C.M., Phillips W.S., Gauthier I. Limits of generalization between categories and implications for theories of category specificity. *Attent. Percept. Psychophys.* 2010. Т. 72. № 7. С. 1865–1874. <https://doi.org/10.3758/APP.72.7.1865>

Chen X., Zelinsky G.J. Real-world visual search is dominated by top-down guidance. *Vision Research*. 2006. Т. 46. № 24. С. 4118–4133. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.08.008>

Cimminella F., Della Sala S., Coco M.I. Extra-foveal Processing of Object Semantics Guides Early Overt Attention During Visual Search. *Attent. Percept. Psychophys.* 2020. С. 1–16. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01955-6>

Frömer R., Dimigen O., Niefind F., Krause N., Kliegl R., Sommer W. Are individual differences in reading speed related to extrafoveal visual acuity and crowding? *PLoS One*. 2015. Т. 10. № 3. С. e0121986. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121986>

Gandini D., Lemaire P., Dufau S. Older and younger adults' strategies in approximate quantification. *Acta Psychologica*. 2008. Т. 129. № 1. С. 175–189. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.05.009>

McGugin R.W., Van Gulick A.E., Tamber-Rosenau B.J., Ross D.A., Gauthier I. Expertise effects in face-selective areas are robust to clutter and diverted attention, but not to competition. *Cerebral Cortex*. 2015. Т. 25. № 9. С. 2610–2622. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu060>

McGugin R.W., Newton A.T., Gore J.C., Gauthier I. Robust expertise effects in right FFA. *Neuropsychologia*. 2014. Т. 63. С. 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.029>

Peelen M.V., Kastner S. A neural basis for real-world visual search in human occipitotemporal cortex. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2011. Т. 108. № 29. С. 12125–12130. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101042108>

Reeder R.R. Individual differences shape the content of visual representations. *Vision Research*. 2017. Т. 141. С. 266–281. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.08.008>

Rosenholtz R., Huang J., Ehinger K.A. Rethinking the role of top-down attention in vision: Effects attributable to a lossy representation in peripheral vision. *Frontiers in psychology*. 2012. Т. 3. С. 13–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00013>

Schmidt J., Zelinsky G.J. Short article: Search guidance is proportional to the categorical specificity of a target cue. *Quarterly J. Exp. Psychol.* 2009. Т. 62. № 10. С. 1904–1914. <https://doi.org/10.1080/17470210902853530>

Strasburger H., Rentschler I., Jüttner M. Peripheral vision and pattern recognition: A review. *J. Vision*. 2011. Т. 11. № 5. С. 13–13. <https://doi.org/10.1167/11.5.13>

- Vickery T.J., King L.W., Jiang Y. Setting up the target template in visual search. *J. Vision*. 2005. T. 5. № 1. С. 8–9. <https://doi.org/10.1167/5.1.8>
- Wang R., Li J., Fang H., Tian M., Liu J. Individual differences in holistic processing predict face recognition ability. *Psychological Science*. 2012. T. 23. № 2. С. 169–177. <https://doi.org/10.1177/0956797611420575>
- Wolfe J.M., Horowitz T.S. Five factors that guide attention in visual search. *Nature Human Behaviour*. 2017. T. 1. № 3. С. 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0058>
- Yang H., Zelinsky G.J. Visual search is guided to categorically-defined targets. *Vision Research*. 2009. T. 49. № 16. С. 2095–2103. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.05.017>
- Zelinsky G.J., Adeli H., Peng Y., Samaras D. Modelling eye movements in a categorical search task. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2013. T. 368. № 1628. С. 20130058. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0058>

Analysis of individual strategies in categorical visual search

A. A. Dreneva^{a, b, #} and A. N. Krichevets^a

^a Lomonosov Moscow State University

125009 Moscow, Mokhovaya, 11-9, Russia

^b Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

119571 Moscow, Prospect Vernadskogo, 82, Russia

[#] E-mail: anna.dreneva@msupsy.ru

Recent research in the field of visual perception and, in particular, extrafoveal analysis, states that perception works similarly in most people. Therefore, studies in the field focus mainly on average measurements of search speed and efficiency. At the same time, the results of other studies show pronounced individual differences even when performing tasks involving low-level processes. Within this work, we performed an experiment on a sample of 29 people, whose task was to find the target pyramid among three distractors, thus performing the task of categorical search. The results were evaluated both on average, globally for the sample, and separately for each subject. The data analysis revealed that individual strategies, as well as their dynamics throughout the experiment, varied significantly among different participants: the degree of the extrafoveal analysis involvement varied from practically imperceptible in some subjects to extremely pronounced in others. The dynamics of this type of analysis involvement had individual features as well. The findings of the study underline the importance of considering individual strategies in categorical visual search studies.

Key words: individual differences, visual search, categorical search, extrafoveal perception, perceptive strategies

REFERENCES

- Dreneva A.A., Krichevets A.N., Chumachenko D.V., Shvarts A.U. Ekstrafoveal'nyj analiz kategorial'no zadannyh trekhmernykh figure [Extrafoveal analysis of categorically defined stereometric shapes]. *Sibirskij psihologicheskij zhurnal [Siberian journal of psychology]*. 2019. № 72. P. 68–92 (in Russian). <https://doi.org/10.17223/17267080/72/4>
- Krichevets A.N., Shvarts A.U., Chumachenko D.V., Dreneva A.A. Vozmozhnosti ekstrafoveal'nogo vospriyatiya geometricheskikh figure [The possibilities of extrafoveal perception of geometric shapes]. *Voprosy psichologii [The issues of psychology]*. 2017. № 6. P. 117–128 (in Russian).
- Bukach C.M., Phillips W.S., Gauthier I. Limits of generalization between categories and implications for theories of category specificity. *Attent. Percept. Psychophys.* 2010. V. 72. № 7. P. 1865–1874. <https://doi.org/10.3758/APP.72.7.1865>
- Chen X., Zelinsky G.J. Real-world visual search is dominated by top-down guidance. *Vision Research*. 2006. V. 46. № 24. P. 4118–4133. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.08.008>
- Cimminella F., Della Sala S., Coco M.I. Extra-foveal Processing of Object Semantics Guides Early Overt Attention During Visual Search. *Attent., Percept. Psychophys.* 2020. P. 1–16. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01955-6>
- Frömer R., Dimigen O., Niefind F., Krause N., Kliegl R., Sommer W. Are individual differences in reading speed related to extrafoveal visual acuity and crowding? *PLoS One*. 2015. V. 10. № 3. P. e0121986. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121986>
- Gandini D., Lemaire P., Dufau S. Older and younger adults' strategies in approximate quantification. *Acta Psychologica*. 2008. V. 129. № 1. P. 175–189. [10.1016/j.actpsy.2008.05.009](https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.05.009)
- McGugin R.W., Van Gulick A.E., Tamber-Rosenau B.J., Ross D.A., Gauthier I. Expertise effects in face-selective areas are robust to clutter and diverted attention, but not to competition. *Cerebral Cortex*. 2015. V. 25. № 9. P. 2610–2622. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu060>
- McGugin R.W., Newton A.T., Gore J.C., Gauthier I. Robust expertise effects in right FFA. *Neuropsychologia*. 2014. V. 63. P. 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.029>

- Peelen M.V., Kastner S. A neural basis for real-world visual search in human occipitotemporal cortex. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2011. V. 108. № 29. P. 12125–12130. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101042108>
- Reeder R.R. Individual differences shape the content of visual representations. *Vision Research*. 2017. V. 141. P. 266–281. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.08.008>
- Rosenholtz R., Huang J., Ehinger K.A. Rethinking the role of top-down attention in vision: Effects attributable to a lossy representation in peripheral vision. *Front. Psychol.* 2012. V. 3. P. 13–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00013>
- Schmidt J., Zelinsky G.J. Short article: Search guidance is proportional to the categorical specificity of a target cue. *Quarterly J. Exp. Psychol.* 2009. V. 62. № 10. P. 1904–1914. <https://doi.org/10.1080/17470210902853530>
- Strasburger H., Rentschler I., Jüttner M. Peripheral vision and pattern recognition: A review. *J. Vision*. 2011. V. 11. № 5. P. 13–15. <https://doi.org/10.1167/11.5.13>
- Vickery T.J., King L.W., Jiang Y. Setting up the target template in visual search. *J. Vision*. 2005. V. 5. № 1. P. 8–9. <https://doi.org/10.1167/5.1.8>
- Wang R., Li J., Fang H., Tian M., Liu J. Individual differences in holistic processing predict face recognition ability. *Psychological Science*. 2012. V. 23. № 2. P. 169–177. <https://doi.org/10.1177/0956797611420575>
- Wolfe J.M., Horowitz T.S. Five factors that guide attention in visual search. *Nature Human Behaviour*. 2017. V. 1. № 3. P. 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0058>
- Yang H., Zelinsky G.J. Visual search is guided to categorically-defined targets. *Vision Research*. 2009. V. 49. № 16. P. 2095–2103. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.05.017>
- Zelinsky G.J., Adeli H., Peng Y., Samaras D. Modelling eye movements in a categorical search task. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2013. V. 368. № 1628. P. 20130058. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0058>