

*Вне тематики номера  
Outside of the theme rooms*

**ОБЩАЯ ПСИХОЛОГИЯ  
GENERAL PSYCHOLOGY**

**Перспективы использования задач зрительного поиска в современной когнитивной психологии**

*Горбунова Е.С.*

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ),  
г. Москва, Российская Федерация*

*ORCID: [https:// 0000-0003-3646-2605](https://0000-0003-3646-2605), e-mail: [gorbunovaes@gmail.com](mailto:gorbunovaes@gmail.com)*

В статье описываются основные результаты современных зарубежных исследований с модификациями классических задач зрительного поиска, а также предлагается классификация таких модификаций. Суть зрительного поиска состоит в поиске целевых стимулов среди дистракторов, при этом стандартная задача предполагает поиск одного целевого стимула, который, как правило, является простым объектом. Модификации стандартной задачи могут включать в себя присутствие на экране более одного целевого стимула, поиск более чем одного типа стимулов, а также варианты, сочетающие в себе обе эти модификации. Предложенные модификации стандартной задачи позволяют не только изучить новые аспекты работы зрительного внимания, но и приблизиться в рамках лабораторных исследований к задачам из реальной жизни.

**Ключевые слова:** зрительный поиск, зрительное внимание, гибридный поиск, поиск-собрание, пропуски при продолжении поиска, внезапные находки.

**Финансирование:** Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2020 году.

**Для цитаты:** Горбунова Е.С. Перспективы использования задач зрительного поиска в современной когнитивной психологии [Электронный ресурс] // Современная зарубежная психология. 2020. Том 9. № 2. С. 107—116. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2020090209>

**Prospects for using visual search tasks in modern cognitive psychology**

*Elena S. Gorbunova*

*School of Psychology, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia,*

*ORCID: <https://0000-0003-3646-2605>, e-mail: [gorbunovaes@gmail.com](mailto:gorbunovaes@gmail.com)*

The article describes the main results of modern foreign studies with modifications of classical visual search tasks, as well as proposed classification of such modifications. The essence of visual search is to find target stimuli among the distracters, and the standard task involves finding one target stimulus, which is usually a simple object. Modifications to the standard task may include the presence of more than one target on the screen, the search for more than one type of target, and options that combine both of these modifications. Proposed modifications of the standard task allow not only to study new aspects of visual attention, but also to approach real-life tasks within laboratory studies.

**Keywords:** visual search, visual attention, hybrid search, foraging search, subsequent search misses, accidental findings.

**Funding:** The article was prepared within the framework of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics (HSE).

**For citation:** Gorbunova E.S. Prospects for using visual search tasks in modern cognitive psychology [Elektronnyi resurs]. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2020. Vol. 9, no. 2, pp. 107—116. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2020090209> (InRuss.).

Зрительный поиск — одна из самых известных методик, используемых в когнитивной психологии. Классическая задача зрительного поиска представляет собой поиск одного объекта — целевого стимула среди других объектов — дистракторов. Причиной интереса к задачам зрительного поиска является, с одной стороны, их применение для исследования механизмов зрительного пространственного внимания, а с другой стороны — запросы практики [1]. С задачами зрительного поиска мы сталкиваемся каждый день: например, когда ищем ключи на полке, нужный товар в супермаркете или иконку определенной программы на рабочем столе компьютера. Помимо этого, ряд важных профессиональных задач также требует зрительного поиска, которые выполняет, например, врач-рентгенолог, ищущий на снимке сломанную кость, или сотрудник службы контроля багажа, проверяющий наличие запрещенных к перевозке предметов.

Стандартный вариант задачи зрительного поиска предполагает поиск одного целевого стимула среди дистракторов — отвлекающих стимулов, при этом целевой стимул может на экране присутствовать или отсутствовать (второй тип проб называется «пробами-ловушками» — они служат для того, чтобы проконтролировать выполнение испытуемым задачи). Испытуемый отчитывается о том, что он нашел целевой стимул, либо о том, что целевого стимула на экране в данной пробе нет. В качестве стимулов, как правило, используются простые объекты — линии, геометрические фигуры, буквы. При этом варьируется число объектов, среди которых производится поиск, и измеряется время реакции испытуемого в тех пробах, где целевой стимул присутствовал на экране.

Два основных варианта классической задачи зрительного поиска включают в себя поиск по одному признаку и поиск по сочетанию признаков. В первом случае целевой стимул отличается от дистракторов по одному базовому признаку — цвету, размеру, форме, ориентации и т. д. (например, черная линия среди белых линий). Во втором случае количество признаков, отличающих целевой стимул от дистракторов, больше одного (черная вертикальная линия среди черных горизонтальных линий и белых линий). Примеры стимулов для задач поиска по одному признаку и по

сочетанию признаков приведены ниже (рис. 1). В случае поиска по одному признаку время реакции, как правило, не зависит от количества объектов, среди которых производится поиск (так называемый «параллельный поиск» или «эффективный поиск»), в то время как для поиска по сочетанию признаков время реакции возрастает пропорционально увеличению числа дистракторов («последовательный поиск» или «неэффективный поиск»). Также стоит отметить, что в первых исследованиях зрительного поиска целевые стимулы, как правило, задавались через базовые признаки (такие как цвет, форма, ориентация), однако в дальнейшем стали использоваться также задачи поиска объектов, принадлежащих к определенной категории (например, «найти плюшевого мишку») — так называемый категориальный поиск [20]).

Стандартные задачи зрительного поиска являются крайне удобным инструментом для изучения пространственного внимания, а также допускают большое число вариантов стимулов, которые могут в них использоваться. Тем не менее, существенным ограничением таких классических задач является их не очень высокая экологическая валидность. Во первых, повседневные задачи отличаются более сложными стимулами, чем простые геометрические фигуры. Во-вторых, если в стандартной задаче зрительного поиска на экране может быть только один целевой стимул, то в реальной жизни мы можем столкнуться с ситуациями, когда таких стимулов два и больше (например, на рентгеновском снимке может присутствовать более одной аномалии). Наконец, мы не всегда ищем один конкретный стимул — например, в ситуации покупки товаров в супермаркете в памяти может удерживаться целый список продуктов. В связи с этим в последние годы можно обнаружить рост числа исследований с различными модификациями классической методики зрительного поиска: с целевыми стимулами более одного, комбинацией зрительного поиска и поиска в памяти, использованием в качестве стимулов сложных естественных объектов (например, предметов повседневного использования). Причиной является не только желание исследователей приблизиться в лабораторных исследованиях к ситуациям из реальной жизни, но и стремление

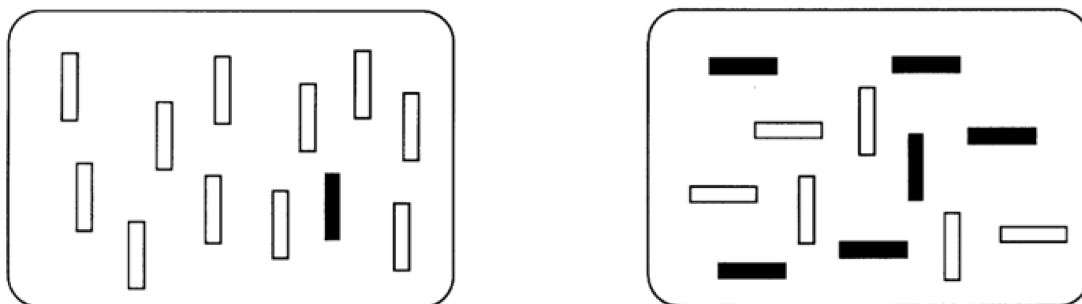


Рис. 1. Пример стимулов, используемых в задаче зрительного поиска по одному признаку (слева) и в задаче зрительного поиска по сочетанию признаков (справа) [26]

изучить новые аспекты работы системы внимания в зрительном поиске.

Целью данной статьи является классификация модификаций классической задачи зрительного поиска, а также представление основных результатов, полученных с использованием модифицированной задачи. Существующие на данный момент варианты модификации классической задачи зрительного поиска можно разделить на два больших класса, первый из которых предполагает присутствие на экране более одного целевого стимула, а второй — поиск более чем одного типа стимула. При этом второй вариант соответственно предполагает сочетание зрительного поиска и поиска в памяти. Стоит отметить, что в обоих направлениях есть тенденция к использованию изображений объектов реального мира в качестве стимулов.

### Присутствие на экране двух и более целевых стимулов

Данная модификация классической задачи зрительного поиска предполагает, что на экране в каждой пробе может находиться не один, а два и более стимулов. Это связано с тем, что в реальной жизни подобная ситуация является достаточно частой: например, на рентгеновском снимке может присутствовать более одной аномалии. Помимо этого, существуют ситуации, в которых необходимо последовательно найти сразу несколько целевых стимулов — например, при сборе ягод с куста. Первый тип ситуаций описывается задачей с двумя целевыми стимулами, а второй — методикой «поиска-собрания».

В задаче с двумя целевыми стимулами испытуемому, как и в классической задаче зрительного поиска, необходимо найти целевой стимул, либо отчитаться о его отсутствии. Отличие заключается в том, что в некоторых пробах на экране может присутствовать не один, а сразу два таких целевых стимула, и в этом случае правильным ответом будет считаться нахождение обоих. Данная модификация, как правило, используется для изучения распределения ресурсов внимания, а также для исследования стратегий зрительного поиска.

Достаточно известным феноменом, наблюдающимся в условиях поиска двух целевых стимулов, является эффект «пропусков при продолжении поиска» (ПППП) [5]. Суть ПППП состоит в том, что при необходимости обнаружить два целевых стимула испытуемый успешно справляется с задачей относительно первого из них, однако пропускает второй. Изначально данный эффект был обнаружен в исследованиях на врачах рентгенологах — они зачастую успешно находили первую аномалию на рентгеновском снимке, но пропускали вторую, если аномалий было больше одной. В дальнейшем данный эффект был воспроизведен в лабораторном когнитивном эксперименте на стандартном для зрительного поиска материале — поиске букв «Т» среди букв «Л» [15]; при этом ответ

давался компьютерной мышью, а в качестве основного изучаемого показателя выступала точность ответов, что несколько нетипично для задач зрительного поиска (где преимущественно анализируется время реакции). Стандартом для исследования ПППП в лабораторных условиях является сравнение точности нахождения второго целевого стимула в пробах с двумя стимулами при условии, что первый стимул найден верно, по сравнению с точностью нахождения единственного целевого стимула. При этом, как правило, первый целевой стимул является хорошо заметным (более контрастным), а второй — плохо заметным (менее контрастным), а в подлежащих анализу пробах с единственным целевым стимулом используются плохо заметные стимулы. Пример стимульного материала приведен на рис. 2.



Рис. 2. Пример стимулов, используемых в исследованиях ПППП. Целевые стимулы в данном случае — буквы «Т». В этой пробе один из целевых стимулов хорошо заметный (более контрастный), а второй — плохо заметный (менее контрастный). Задача испытуемого состоит в том, чтобы найти все целевые стимулы, последовательно нажав на них мышью. В качестве основного измеряемого показателя выступает процент верных ответов, при этом в условии с одним хорошо заметным и одним плохо заметным целевым стимулом анализируются только те пробы, где хорошо заметный целевой стимул был найден первым [5]

Поскольку данный эффект был первоначально открыт в области рентгенологии, одно из первых объяснений ПППП связывало данный эффект с тем, что после нахождения первой аномалии на рентгеновском снимке врачи оказывались «удовлетворены» полученным результатом, поэтому прекращали поиск дальнейших возможных нарушений. В связи с этим данный эффект изначально носил название «насыщения поиска» (satisfaction of search). Данное объяснение согласуется с рядом эмпирических результатов — например, точность выполнения задачи на зрительный поиск двух целевых стимулов связана с тем, сколько времени испытуемый продолжает поиск после нахождения пер-

вого целевого стимула [4]. Тем не менее, результаты других исследований не вполне согласуются с идеей «насыщения» — например, время сканирования дисплея не зависит от наличия на нем одного или нескольких стимулов [23], а испытуемые склонны продолжать поиск даже после нахождения первого целевого стимула [15]. По этой причине данный эффект был переименован в «пропуски при продолжении поиска» (subsequent search misses), и для его объяснения были выдвинуты новые теории.

Согласно теории перцептивной установки, при обработке первого целевого стимула возникает некоторое «перцептивное смещение»: система переработки информации настраивается на поиск стимулов, сходных с первым найденным, и игнорирование тех, которые от него отличаются. Например, врач рентгенолог после обнаружения сломанной кости скорее обнаружит другую сломанную кость, в то время как опухоль может пропустить [23]. Так, увеличение перцептивного сходства целевых стимулов за счет числа общих признаков приводило к повышению вероятности успешного обнаружения второго целевого стимула [16]. Помимо этого, вероятность обнаружения второго целевого стимула увеличивается не только в случае перцептивного сходства, но и в том случае, если стимулы принадлежат к одной категории. В исследовании Бигса и коллег в качестве стимульного материала использовалась игра «Сканер в аэропорту» [14]. Задача испытуемых состояла в том, чтобы найти на изображениях багажа запрещенные предметы. Два целевых стимула могли обладать перцептивным сходством (одинаковый цвет) или категориальным (одинаковая функция). Согласно полученным результатам, категориальное сходство целевых стимулов значимо влияет на возникновение изучаемого эффекта, в то время как роль перцептивного сходства оказывается не столь значимой при условии контроля категориального. Однако значительным ограничением данного исследования является то, что категориальное сходство в данном случае было неразрывно связано с перцептивным (предметы, обладающие одной функцией, похожи перцептивно).

Несмотря на то, что теория перцептивной установки хорошо объясняет значительное число результатов исследований ПППП, она обладает некоторым ограничением в том плане, что конкретные механизмы работы перцептивной установки на данный момент не описаны. Предположительно, они могут включать в себя либо создание репрезентации целевого стимула в рабочей памяти и регуляцию процесса поиска «сверху вниз» посредством гайденса, либо восходящие процессы перцептивного прайминга.

Еще одна теория, в рамках которой делается попытка объяснения ПППП — теория истощения ресурсов [8]. Согласно данной теории, пропуск второго целевого стимула связан с истощением ресурсов рабочей памяти и/или ресурсов внимания, которые используются во время обработки первого целевого стимула. Кейн и Митрофф обнаружили, что обратная связь при

обнаружении первого целевого стимула может повысить точность обнаружения второго [8]. В их экспериментах первый стимул исчезал после нахождения второго, либо становился хорошо заметным. В этом случае ресурсы, необходимые для обработки первого целевого стимула (например, удержание его в памяти как уже найденного) были существенно меньшими. В другом эксперименте пропуски второго целевого стимула были существенно редуцированы в случае разделения процесса поиска нескольких целевых стимулов на несколько отдельных процессов поиска одного целевого стимула [2]. В пользу идеи истощения ресурсов свидетельствует усиление влияния фактора «визуального шума» на успешность обнаружения второго целевого стимула после нахождения первого [6], а также результаты исследований индивидуальных различий, в которых было выявлено, что пропуски второго целевого стимула связаны с ухудшением концентрации внимания и бдительности [3].

В то же время в наших недавних экспериментах не было обнаружено влияния дополнительной задачи на рабочую память в ходе обнаружения второго целевого стимула [22]. При этом успешность решения задачи на рабочую память снижалась при наличии в зрительном поиске двух целевых стимулов по сравнению с одним. Возможное объяснение заключается в том, что репрезентации целевых стимулов загружаются в систему рабочей памяти, что препятствует воспроизведению ранее закодированных объектов. Данный результат наталкивает на возможное гибридное объяснение ПППП со стороны перцептивной установки и истощения ресурсов: репрезентация первого найденного целевого стимула загружается в систему рабочей памяти, тем самым одновременно способствует истощению ресурсов и направляет поиск в сторону перцептивно сходных стимулов.

Причинами расхождений в результатах, полученных в разных исследованиях, могут быть различия в методиках, используемых при изучении ПППП, а также различия в методах измерения [7]. Например, в некоторых исследованиях ПППП в качестве целевых стимулов используются один хорошо заметный и один плохо заметный целевой стимулы [15], тогда как в других предъявляются стимулы одинаковой яркости [16]. Еще одна потенциальная проблема — это идентичность дисплеев для проб с одним стимулом и двумя: дисплеи должны отличаться только присутствием дополнительного стимула, но не расположением дистракторов, ориентацией стимулов и т. д. В большинстве исследований стимулы и их расположение на дисплее генерируются случайным образом. При этом возникает потенциальная побочная переменная — стратегии поиска, которые используют испытуемые. В пробах с двумя стимулами испытуемые, вероятно, сначала найдут более простой для обнаружения стимул и только после этого приступят к поиску второго. Легкость стимула для нахождения при этом может определяться сразу несколькими факторами, например, локальным

контрастом, краудингом со стороны дистракторов, ориентацией стимулов, расположением на дисплее. Таким образом, второй целевой стимул на дисплее с двумя стимулами всегда получается более сложным для нахождения по сравнению с единственным целевым стимулом. В результате при сравнении точности ответов для единичного целевого стимула и второго целевого стимула, найденного после успешного обнаружения первого целевого стимула, данные получаются несколько искаженными.

В недавнем исследовании Адамо и коллег [17] была сделана попытка контроля этой побочной переменной. Расположение и тип дистракторов были уравнены для всех проб с одним хорошо заметным, плохо заметным и двумя стимулами. В пробах с одним хорошо заметным стимулом на месте плохо заметного стимула предъявлялся дистрактор, аналогичная манипуляция была сделана в пробах с одним плохо заметным стимулом на месте хорошо заметного стимула. Также присутствовало условие, где все целевые стимулы и дистракторы были черного цвета. Было проведено два типа анализа: для всех проб в среднем и с учетом совпадения дисплеев (пробы с одним плохо заметным стимулом сравнивались с аналогичными пробами с двумя целевыми стимулами). Эффект ПППП был получен в обоих условиях, однако его амплитуда в условии анализа совпадающих дисплеев была меньшей по сравнению с полученной при анализе всех проб. Таким образом, хотя величина эффекта ПППП, вероятно, оказывается несколько завышенной в предыдущих исследованиях, сам эффект возникает именно после нахождения первого целевого стимула, а не связан с общей сложностью нахождения второго.

Перспективным способом исследования ПППП может быть сравнение данного эффекта и других сходных феноменов. Эффект «мигания внимания» [21] представляет собой снижение точности обнаружения/опознания второго целевого стимула после успешного обнаружения/опознания первого целевого стимула во

временном диапазоне около 200—500 мс. При этом для исследования «мигания внимания», как правило, используется методика быстрого последовательного предъявления зрительных стимулов, когда различные объекты сменяют друг друга с высокой скоростью в одном и том же месте зрительного поля. Несмотря на явное различие в парадигмах, и ПППП, и «мигание внимания» предполагают выполнение задач с двумя стимулами, представляют собой ошибки обнаружения второго целевого стимула, а также, вероятно, связаны с истощением ресурсов. В исследовании Адамо и коллег [5] «пропуски при продолжении поиска» изучались с применением методики регистрации движений глаз. Анализировался в первую очередь временной диапазон между нахождением первого целевого стимула и фиксацией на втором целевом стимуле, в котором с наибольшей вероятностью второй целевой стимул был пропущен. Было обнаружено, что снижение точности обнаружения второго целевого стимула в парадигме ПППП сопоставимо по времени с пропуском второго целевого стимула в парадигме «мигания внимания», что заставляет предположить наличие некоторых общих механизмов данных феноменов.

Другой вариант экологически валидной модификации классической задачи зрительного поиска посредством использования нескольких целевых стимулов на экране — это «поиск-сбор» (foraging-search). В данном случае задача испытуемого состоит в том, чтобы искать несколько экземпляров стимулов определенного типа, последовательно «собирая» их. Аналогичный тип поведения реализуется в реальной жизни, например, при сборе ягод с куста. Измеряемыми параметрами в данном случае являются порядок «сбора» стимулов и время, которые испытуемые проводят на дисплее, прежде чем перейти к следующей пробе. Варьироваться при этом могут частота встречаемости того или иного экземпляра, количество стимулов на экране, а также «ценность» того или иного типа стимула. Пример стимульного материала приведен на рис. 3.

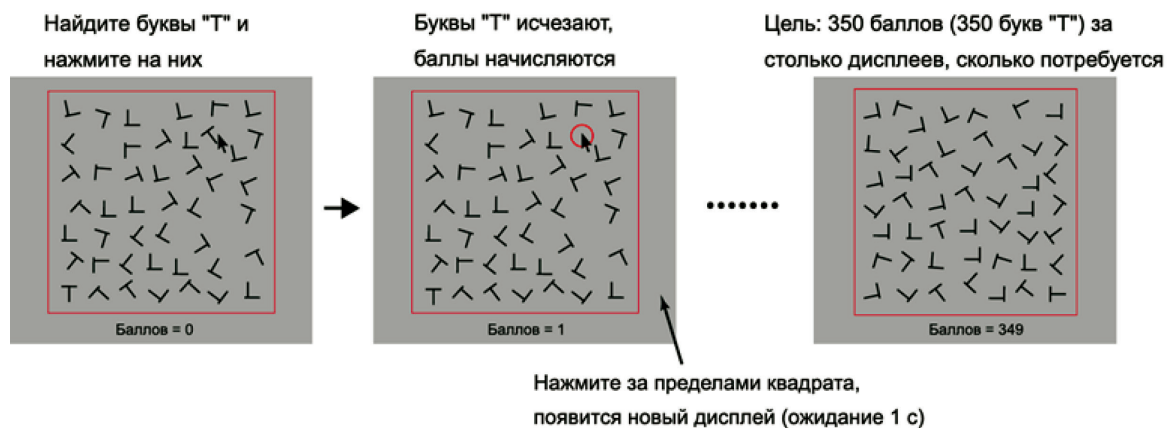


Рис. 3. Пример стимулов, используемых в исследованиях «поиска-сбор». Задача испытуемого заключается в том, чтобы последовательно нажать на буквы «Т», при этом за каждую из найденных букв начисляются баллы, а задачей является набрать определенное количество баллов. Анализу подлежит стратегия испытуемого, в частности, порядок «сбора» стимулов и время, которое испытуемый проводит на каждом экране [25]

Так, было обнаружено, что при варьировании частоты встречаемости разных экземпляров при их одинаковой «ценности» — денежного вознаграждения, которое получали испытуемые при нахождении каждого экземпляра — есть тенденция к предпочтению наиболее частотных экземпляров, в то время как при варьировании «ценности» стимулов при одинаковой частоте встречаемости испытуемые выбирают экземпляры с наибольшей суммой вознаграждения [29]. Также, если количество целевых стимулов на каждом последующем дисплее постепенно уменьшается, испытуемые начинают проводить на дисплее больше времени, прежде чем перейти к следующему [25].

### Поиск двух и более типов стимулов

В рамках этой модификации классической задачи зрительного поиска предполагается, что испытуемый ищет не один конкретный стимул или тип стимула, а удерживает в памяти несколько объектов, которые могут присутствовать на экране. Одна из задач такого типа получила название «гибридного поиска», поскольку указанная методика сочетает в себе элементы зрительного поиска и поиска в памяти [26]. Стандартная процедура эксперимента на гибридный поиск предполагает следующее: сначала испытуемому предъявляются объекты для запоминания (чаще всего это изображения предметов повседневного использования), а затем он осуществляет зрительный поиск этих объектов. При этом традиционная экспериментальная манипуляция в исследованиях гибридного поиска включает в себя варьирование числа объектов,

удерживаемых в памяти и числа объектов, среди которых производится зрительный поиск. Большим достоинством парадигмы гибридного поиска является высокая экологическая валидность — данный тип задач репрезентирует достаточно часто встречающиеся задачи из реальной жизни (например, поиск продуктов в супермаркете по списку). Пример стимульного материала приведен ниже (рис. 4).

Стандартный результат экспериментов на гибридный поиск состоит в том, что время реакции возрастает как линейная функция при увеличении количества объектов, среди которых производится зрительный поиск, и как логарифмическая функция в зависимости от количества объектов, удерживаемых в памяти [26]. Предполагается, что испытуемый последовательно сканирует предъявляемые ему объекты и сравнивает каждый из них со списком объектов в памяти. В качестве альтернативного объяснения можно было бы предположить разбиение предъявляемых объектов для запоминания на несколько групп с последующим сравнением стимулов в зрительном поле с объектами внутри каждой из этих групп. Тем не менее, даже при предъявлении объектов последовательно (в парадигме быстрого последовательного предъявления зрительных стимулов), функция времени реакции для поиска в памяти остается логарифмической [13], а согласно данным айтрекинга, время фиксации на каждом из дистракторов возрастает пропорционально увеличению числа объектов для удержания в памяти [12]. Таким образом, процесс осуществления гибридного поиска можно описать как «один зрительный поиск, несколько поисков в памяти».

В качестве «памяти» в гибридном поиске, вероятно, участвует система активированной долговременной

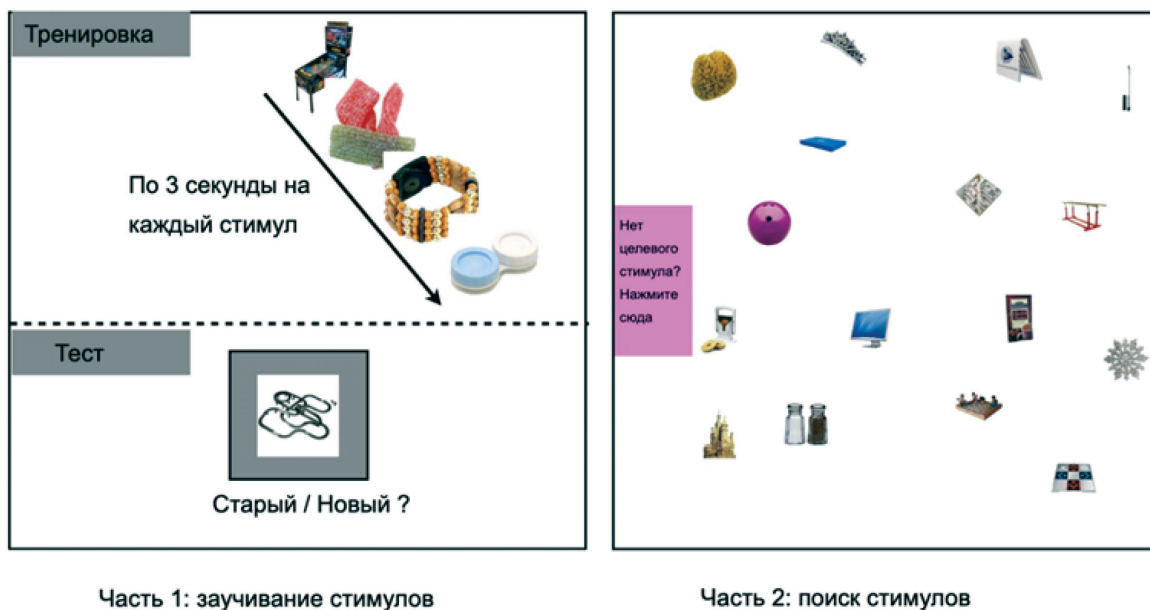


Рис. 4. Пример стимулов, используемых в исследованиях гибридного поиска. Эксперимент состоит из двух этапов. Сначала испытуемый запоминает те стимулы, которые ему необходимо будет искать, а затем ищет эти стимулы на дисплее. Варьируется количество объектов для заучивания и количество объектов на экране, а анализу подлежит время реакции испытуемого в разных пробах [11]

памяти [9] — своего рода аспект рабочей памяти, который имеет непосредственную связь с долговременной памятью, находится вне осознания и имеет объем больше, чем «магические»  $4 \pm 2$  элемента. В экспериментах Дрю и коллег было показано, что стандартные задачи на зрительную рабочую память не влияют на эффективность гибридного поиска [11]. При этом наличие задачи гибридного поиска приводило к уменьшению измеряемого объема зрительной рабочей памяти на постоянную величину, независимо от количества стимулов для удержания в памяти или поиска. Эти данные в целом согласуются с идеей того, что зрительная рабочая память выделяет фиксированную емкость для передачи зрительных репрезентаций в долговременную память для сравнения их с объектами, удерживаемыми в памяти.

Важным направлением исследований гибридного поиска является изучение роли специфичности категории объектов для поиска, к примеру того, будет ли поиск конкретного целевого стимула (например, «плюшевый медведь») отличаться от поиска стимула, определенного через категорию (например, «игрушка»). Согласно результатам экспериментов Каннигхэм и Вольфа, поиск объектов из одной категории является менее эффективным по сравнению с поиском конкретных объектов: увеличение времени ответа при увеличении количества категорий для запоминания оказывается большим по сравнению с увеличением времени ответа при увеличении количества конкретных объектов для запоминания [10]. При этом когда испытуемым необходимо запоминать объекты из одной категории и осуществлять их поиск среди других стимулов из той же категории и стимулов из других суперординатных категорий, для объектов последнего типа не наблюдается взаимодействия факторов количества стимулов на экране и количества объектов в памяти. Это говорит о том, что объекты из других суперординатных категорий не отбираются для дальнейшего поиска в активированной долговременной памяти, а просто отклоняются на уровне отбора стимулов для зрительного поиска.

Различные варианты гибридного поиска могут быть использованы для изучения принципиально новых явлений. Например, важным с точки зрения практики является недавно открытый феномен «внезапных находок». Этот термин, исходно используемый в рентгенологии, означает нахождение стимула, который исходно не был задан в качестве целевого, однако является крайне важным. Примером такой «внезапной находки» может служить нахождение сломанного ребра на рентгене, когда пациент исходно был направлен на диагностику в связи с подозрением на пневмонию. При этом пропуск такого «не вполне целевого» стимула следует отличать от других похожих ошибок — в частности, «пропусков при продолжении поиска» и «слепоты по невниманию». Во-первых, ПППП относятся к актуально целевым стимулам, в то время как «внезапная находка» скорее предполагает «потенци-

альные» стимулы. Во-вторых, ПППП означают пропуск второго целевого стимула после успешного нахождения первого, в то время как «внезапная находка» может быть единственным целевым стимулом на дисплее. «Слепота по невниманию», в свою очередь, предполагает невозможность заметить ясно различимый объект в тот момент, когда внимание вовлечено в процесс выполнения другой задачи [19]. То есть, по определению, данный феномен относится к объектам, которые являются не потенциально целевыми, а неожиданными — в отличие от «внезапных находок».

Наиболее подходящим вариантом гибридного поиска для изучения «внезапных находок» является сочетание поиска специфических объектов и объектов из определенной категории, что было реализовано в экспериментах Дж. Вольфа и коллег [27]. Испытуемые искали специфические объекты, объекты из определенной категории либо оба типа стимулов, при этом варьировало соотношение разных типов объектов. Было обнаружено, что в условии поиска двух типов стимулов объекты из определенной категории пропускаются чаще, чем конкретные объекты, что иллюстрирует проблему пропуска «внезапных находок». Изменение соотношения конкретных объектов и объектов из определенной категории особенно сильно сказывается на пропуске объектов из определенной категории: при соотношении конкретных объектов и объектов из определенной категории 80/20 стимулы второго типа пропускаются в 7 раз чаще, чем стимулы первого типа. При этом данный эффект не связан с «пропусками при продолжении поиска»: при наличии на экране сразу двух типов стимулов — конкретного объекта и объекта из определенной категории — вероятность пропуска объекта из определенной категории сопоставима с условием единичного целевого стимула.

В недавних исследованиях Дж. Вольфа и коллег была предложена новая парадигма — «гибридный поиск-собираение», сочетающая в себе соответственно элементы гибридного поиска и «поиска-собираения» [18]. Данная задача предполагает поиск различных экземпляров нескольких видов целей. Примером из реальной жизни может служить задача собрать все игрушки и книги в комнате. Особый интерес представляет стратегия, которой подчинена последовательность нахождения целевых стимулов. Было обнаружено, что нахождение первого стимула оказывается сравнительно медленным по сравнению с последующими, что говорит об отсутствии строгого гайденса в отношении первых найденных стимулов. При этом последующий «сбор» стимулов подчинен определенным правилам: в первую очередь испытуемый ищет стимулы того же типа, что и первый найденный. Это объясняется перцептивной установкой: во время совершения моторного акта — нажатия на первый стимул — внимание направляется на стимулы с теми же признаками, что и тот, который был отобран первым. Было также обнаружено, что выбор одного элемента на дисплее повышает вероятность того, что следующий элемент будет того же типа.

Этот паттерн присутствует в случае, если целевые стимулы заданы через базовые признаки (например, цвет или форму), но не когда стимулы определены по их идентичности (например, если стимулы — это определенные буквы). Кроме того, переключение между целевыми типами во время поиска является затратным по времени, и время реакции увеличивается для проб с изменением типа стимула по сравнению с пробами, где тип стимула остается прежним [28].

Таким образом, можно заметить, что в последние годы в когнитивной психологии растет количество исследований с модификациями классических задач зрительного поиска. Модификации могут включать в себя присутствие на экране более одного целевого стимула (задача с двумя целевыми стимулами — стандартная методика для изучения ПППП, «поиск-собирание»), поиск более чем одного типа стимулов (гибридный поиск в различных его вариантах, включая сочетание поиска специфических объектов и объектов из определенной категории, используемое для изучения «внезапных находок»), а также варианты, сочетающие в себе обе эти модификации («гибридный поиск-собирание»). Различные модификации классических задач зрительного поиска позволяют, с одной стороны, приблизиться к задачам из повседневной жизни, а с другой — исследовать новые аспекты работы зрительного внимания, например, взаимодействие внимания и систем памяти, ошибки внимания в зрительном поиске, поиск множества стимулов.

## Выводы

1. Классические задачи зрительного поиска являются перспективным инструментом для изучения зрительного внимания, однако в последние годы появляется все больше исследований, которые используют модифицированные задачи. Причина заключается в стремлении к повышению экологической валидности исследований, а также к изучению новых аспектов работы зрительного внимания.

2. Можно выделить три варианта таких модификаций. В первом из них на экране может присутствовать более одного целевого стимула. Второй вариант предполагает, что испытуемый ищет не один конкретный стимул или тип стимула, а удерживает в памяти несколько объектов, которые могут присутствовать на экране. Наконец, третий вариант модификации сочетает в себе оба изменения относительно классической задачи.

3. Модификация с присутствием на экране более одного целевого стимула используется, в первую очередь, для изучения стратегий зрительного поиска. Модификация с поиском нескольких типов стимулов позволяет изучать роль систем памяти в зрительном поиске. Все варианты модификации являются перспективными как в плане изучения новых аспектов работы зрительного внимания, так и в контексте повышения экологической валидности когнитивных исследований.

## Литература

### Литература

1. Фаликман М.В. Общая психология. Внимание: учебник для вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 480 с.
2. A little bit of history repeating: Splitting up multiple-target visual searches decreases second-target miss errors / M.S. Cain [et al.] // *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 2014. Vol. 20. № 2. P. 112—125. DOI:10.1037/xap0000014
3. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. An individual differences approach to multiple-target visual search errors: How search errors relate to different characteristics of attention // *Vision Research*. 2017. Vol. 141. P. 258—265. DOI:10.1016/j.visres.2016.10.010
4. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Satisfaction at last: Evidence for the «satisfaction» hypothesis for multiple-target search errors // *Visual Cognition*. 2015. Vol. 23. № 7. P. 821—825. DOI:10.1080/13506285.2015.1093248
5. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Self-Induced Attentional Blink: A Cause of Errors in Multiple-Target Search // *Psychological Science*. 2013. Vol. 24. № 12. P. 2569—2574. DOI:10.1177/0956797613497970
6. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Targets need their own personal space: effects of clutter on multiple-target search accuracy // *Perception*. 2015. Vol. 44. № 10. P. 1203—1214. DOI:10.1177/0301006615594921
7. Biggs A.T. Getting satisfied with «satisfaction of search»: How to measure errors during multiple-target visual search // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2017. Vol. 79. P. 1352—1365. DOI:10.3758/s13414-017-1300-2
8. Cain M.S., Mitroff S.R. Memory for found targets interferes with subsequent performance in multiple-target visual search // *The Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2013. Vol. 39. № 5. P. 1398—1408. DOI:10.1037/a0030726
9. Cowan N. *Attention and Memory: An integrated framework*. New York: Oxford U press, 1995. 323 p.
10. 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—1599. DOI:10.1037/a0036313
11. Drew T., Boettcher S., Wolfe J.M. One visual search, many memory searches: An eye-tracking investigation of hybrid search // *Journal of Vision*. 2017. Vol. 17. № 11, 5. 10 p. DOI:10.1167/17.11.5
12. Drew T., Boettcher S.E., Wolfe J.M. Searching while loaded: Visual working memory does not interfere with hybrid search efficiency but hybrid search uses working memory capacity // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2016. Vol. 23. P. 201—212. DOI:10.3758/s13423-015-0874-8



13. Drew T., Wolfe J.M. Hybrid search in the temporal domain: Evidence for rapid, serial logarithmic search through memory // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2015. Vol. 76. № 2. P. 296—303. DOI:10.3758/s13414-013-0606-y
14. Examining perceptual and conceptual set biases in multiple-target visual search / A.T. Biggs [et al.] // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2015. Vol. 77. № 3. P. 844—855. DOI:10.3758/s13414-014-0822-0
15. Fleck M.S., Samei E., Mitroff S.R. Generalized “Satisfaction of Search”: Adverse Influences on Dual-Target Search Accuracy // *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 2010. Vol. 16. № 1. P. 60—71. DOI:10.1037/a0018629
16. Gorbunova E. Perceptual similarity in visual search for multiple targets // *Acta Psychologica*. 2017. Vol. 173. P. 46—54. DOI:10.1016/j.actpsy.2016.11.010
17. How to correctly put the “subsequent” in subsequent search miss errors / S.H. Adamo [et al.] // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2019. Vol. 81. P. 2648—2657. DOI:10.3758/s13414-019-01802-8
18. Hybrid foraging search: Searching for multiple instances of multiple types of target / J.M. Wolfe [et al.] // *Vision Research*. 2016. Vol. 119. P. 50—59. DOI:10.1016/j.visres.2015.12.006
19. Mack A., Rock I. *Inattentive Blindness*. Cambridge, USA: MIT Press, 1998. 258 p.
20. Maxfield J., Zelinsky G. Searching Through the Hierarchy: How Level of Target Categorization Affects Visual Search // *Visual Cognition*. 2012. Vol. 20. № 10. P. 1153—1163. DOI:10.1080/13506285.2012.735718
21. Raymond J.E., Shapiro K.L., Arnell K.M. Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1992. Vol. 18. № 3. P. 849—860. DOI:10.1037/0096-1523.18.3.849
22. The Role of Working Memory in Dual-Target Visual Search / E.S. Gorbunova [et al.] // *Frontiers in Psychology*. 2019. Vol. 10. Article ID 1673. 15 p. DOI:10.3389/fpsyg.2019.01673
23. Time course of satisfaction of search / K.S. Berbaum [et al.] // *Investigative Radiology*. 1991. Vol. 26. № 7. P. 640—648. DOI:10.1097/00004424-199107000-00003
24. Vecera S.P. Toward a Biased Competition Account of Object-Based Segregation and Attention // *Brain and Mind*. 2000. Vol. 1. P. 353—384. DOI:10.1023/A:1011565623996
25. Winter is coming: How humans forage in a temporally structured environment / D. Fougny [et al.] // *Journal of Vision*. 2015. Vol. 15. № 11, 1. 11 p. DOI:10.1167/15.11.1
26. 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. DOI:10.1177/0956797612443968
27. Wolfe J.M., Alaoui-Soce 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. № 35. 10 p. DOI:10.1186/s41235-017-0072-5
28. Wolfe J.M., Cain M.S., Aizenman A.M. Guidance and selection history in hybrid foraging visual search // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2019. Vol. 81. P. 637—653. DOI:10.3758/s13414-018-01649-5
29. Wolfe J.M., Cain M.S., Alaoui-Soce A. Hybrid value foraging: How the value of targets shapes human foraging behavior // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2018. Vol. 80. P. 609—621. DOI:10.3758/s13414-017-1471-x

## References

1. Falikman M.V. *Obshchaya psikhologiya. Vnimanie: Uchebnik dlya VUZov = [General psychology. Attention. Textbook for high schools]*. Moscow: Akademiya, 2006. 480 p. (In Russ.).
2. Cain M.S. et al. A little bit of history repeating: Splitting up multiple-target visual searches decreases second-target miss errors. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2014. Vol. 20, no. 2, pp. 112—125. DOI:10.1037/xap0000014
3. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. An individual differences approach to multiple-target visual search errors: How search errors relate to different characteristics of attention. *Vision Research*, 2017. Vol. 141, pp. 258—265. DOI:10.1016/j.visres.2016.10.010
4. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Satisfaction at last: Evidence for the “satisfaction” hypothesis for multiple-target search errors. *Visual Cognition*, 2015. Vol. 23, no. 7, pp. 821—825. DOI:10.1080/13506285.2015.1093248
5. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Self-Induced Attentional Blink: A Cause of Errors in Multiple-Target Search. *Psychological Science*, 2013. Vol. 24, no. 12, pp. 2569—2574. DOI:10.1177/0956797613497970
6. Adamo S.H., Cain M.S., Mitroff S.R. Targets need their own personal space: effects of clutter on multiple-target search accuracy. *Perception*, 2015. Vol. 44, no. 10, pp. 1203—1214. DOI:10.1177/0301006615594921
7. Biggs A.T. Getting satisfied with “satisfaction of search”: How to measure errors during multiple-target visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2017. Vol. 79, pp. 1352—1365. DOI:10.3758/s13414-017-1300-2
8. Cain M.S., Mitroff S.R. Memory for found targets interferes with subsequent performance in multiple-target visual search. *The Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2013. Vol. 39, no. 5, pp. 1398—1408. DOI:10.1037/a0030726
9. Cowan N. *Attention and Memory: An integrated framework*. New York: Oxford U press, 1995. 323 p.
10. 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—1599. DOI:10.1037/a0036313

11. Drew T., Boettcher S., Wolfe J.M. One visual search, many memory searches: An eye-tracking investigation of hybrid search. *Journal of vision*, 2017. Vol. 17, no. 11, 10 p. DOI:10.1167/17.11.5
12. Drew T., Boettcher S.E., Wolfe J.M. Searching while loaded: Visual working memory does not interfere with hybrid search efficiency but hybrid search uses working memory capacity. *Psychonomic bulletin & review*, 2016. Vol. 23, no. 1, pp. 201—212. DOI:10.3758/s13423-015-0874-8
13. Drew T., Wolfe J.M. Hybrid search in the temporal domain: Evidence for rapid, serial logarithmic search through memory. *Attention, perception & psychophysics*, 2015. Vol. 76, no.2, pp. 296—303. DOI:10.3758/s13414-013-0606-y
14. Biggs A.T. et al. Examining perceptual and conceptual set biases in multiple-target visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2015. Vol. 77, no. 3, pp. 844—855. DOI:10.3758/s13414-014-0822-0
15. Fleck M.S., Samei E., Mitroff S.R. Generalized “Satisfaction of Search”: Adverse Influences on Dual-Target Search Accuracy. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 2010. Vol. 16, no. 1, pp. 60—71. DOI:10.1037/a0018629
16. Gorbunova E. Perceptual similarity in visual search for multiple targets. *Acta Psychologica*, 2017. Vol. 173, pp. 46—54. DOI:10.1016/j.actpsy.2016.11.010
17. Adamo S.H. et al. How to correctly put the “subsequent” in subsequent search miss errors. *Attention, Perception & Psychophysics*, 2019. Vol. 81, pp. 2648—2657. DOI:10.3758/s13414-019-01802-8
18. Wolfe J.M. et al. Hybrid foraging search: Searching for multiple instances of multiple types of target. *Vision Research*, 2016. Vol. 119, pp. 50—59. DOI:10.1016/j.visres.2015.12.006
19. Mack A., Rock I. Inattentional Blindness. Cambridge, USA: MIT Press, 1998. 258 p.
20. Maxfield J., Zelinsky G. Searching Through the Hierarchy: How Level of Target Categorization Affects Visual Search. *Visual cognition*, 2012. Vol. 20, no. 10, pp. 1153—1163. DOI:10.1080/13506285.2012.735718
21. Raymond J.E., Shapiro K.L., Arnell K.M. Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1992. Vol. 18, no.3, pp. 849—860. DOI:10.1037/0096-1523.18.3.849
22. Gorbunova E.S. et al. The Role of Working Memory in Dual-Target Visual Search. *Frontiers in psychology*, 2019. Vol. 10, article ID 1673, 15 p. DOI:10.3389/fpsyg.2019.01673
23. Berbaum K.S. et al. Time course of satisfaction of search. *Investigative Radiology*, 1991. Vol. 26, no. 7, pp. 640—648. DOI:10.1097/00004424-199107000-00003
24. Vecera S.P. Toward a Biased Competition Account of Object-Based Segregation and Attention. *Brain and Mind*, 2000. Vol. 1, pp. 353—384. DOI:10.1023/A:1011565623996
25. Fougner D. et al. Winter is coming: How humans forage in a temporally structured environment. *Journal of vision*, 2015. Vol. 15, no. 11, 11 p. DOI:10.1167/15.11.1
26. 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. DOI:10.1177/0956797612443968
27. Wolfe J.M., Alaoui-Soce 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. 35, 10 p. DOI:10.1186/s41235-017-0072-5
28. Wolfe J.M., Cain M.S., Aizenman A.M. Guidance and selection history in hybrid foraging visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2019. Vol. 81, pp. 637—653. DOI:10.3758/s13414-018-01649-5
29. Wolfe J.M., Cain M.S., Alaoui-Soce A. Hybrid value foraging: How the value of targets shapes human foraging behavior. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2018. Vol. 80, pp. 609—621. DOI:10.3758/s13414-017-1471-x

### Информация об авторах

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

### Information about the authors

Elena S. Gorbunova, PhD in Psychology, Laboratory Head, Laboratory Head, Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface Users, Assistant Professor, School of Psychology, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia, ORCID: <https://0000-0003-3646-2605>, e-mail: [gorbunovaes@gmail.com](mailto:gorbunovaes@gmail.com)

Получена 01.04.2020

Принята в печать 08.05.2020

Received 01.04.2020

Accepted 08.05.2020