

Деева Т.М.<sup>1</sup>, Козлов Д.Д.<sup>2</sup> Знак или форма? Имплицитное усвоение пространственной закономерности при сравнении величин чисел и фигур

*Deeva T.M.<sup>1</sup>, Kozlov D.D.<sup>2</sup> A sign or a shape? Implicit learning of spatial regularity in size comparison tasks using numbers or geometrical figures*

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", Россия

Мы можем выделять и усваивать пространственные закономерности расположения предметов в окружающей среде. Иногда это происходит неосознанно в процессе решения каких-либо задач, не связанных с этими закономерностями, и может влиять на наши последующие действия. Однако пространственные закономерности усваиваются не всегда, и остается неясным, какие условия являются определяющими для их имплицитного усвоения. Может ли пространственная закономерность усваиваться без двигательной активности? В какой степени усвоение пространственной закономерности основывается на перцептивных особенностях воспринимаемых стимулов? Настоящее исследование связано с поиском ответов на эти вопросы. В двух экспериментах испытуемым было предложено решить ряд простых заданий, в каждом из которых пространственная организация стимульного материала удовлетворяла одному и тому же правилу. В первом эксперименте задача была связана с поиском фигуры нужной величины, а во втором – с поиском нужного числа. Таким образом, в первом исследовании усваиваемая закономерность оказывалась связанной с перцептивными особенностями стимульного материала, а во втором – нет. Запланированный анализ не выявил эффекта научения ни в плане изменения времени решения, ни при решении задачи классификации ни в одном из экспериментов. Неоднородность решаемых задач послужила основанием для проведения эксплораторного анализа. Дополнительный анализ был проведен с разделением задач на «простые» и «сложные». Его результаты показали возможность имплицитного научения только для «сложных» задач. Эффект имплицитного научения проявился в изменении времени решения, но не был зафиксирован при решении задачи классификации. Для задач, связанных с перцептивными особенностями стимула в первом эксперименте были обнаружены свидетельства в пользу как положительного, так и отрицательного эффекта научения. Для задач, связанных с семантическим значением стимула во втором эксперименте, свидетельств в пользу положительного эффекта научения обнаружено не было. Полученные результаты сопоставляются с работами в экспериментальной парадигме имплицитного усвоения контекстной подсказки.

**Ключевые слова:** имплицитное научение, усвоение пространственных закономерностей



## Введение

В процессе взаимодействия с окружающей средой наша когнитивная система непрерывно обрабатывает поток обновляющихся данных. Имеющиеся в этих данных закономерности и повторяющиеся паттерны могут осознаваться или не осознаваться нами. Часто именно неосознанные знания оказывают влияние на наше поведение. Например, имплицитно усвоенные пространственные закономерности помогают нам лучше ориентироваться в новом месте, замечать изменения в знакомом пейзаже или наслаждаться оригинальной композицией абстрактного рисунка.

Феномен имплицитного научения уже более полувека является одним из популярных предметов исследования в когнитивной психологии. Тем не менее, до сих пор нет ни полного понимания познавательных процессов, лежащих в основе имплицитного научения, ни однозначного определения данного феномена [Frensch, Rüniger, 2003; Reber et al., 2019]. Говоря далее об имплицитном научении, будем понимать его в широком смысле, как непреднамеренную адаптацию к каким-либо закономерностям в окружающей среде без явного осознания этих закономерностей [Perruchet, Pacton, 2006]. Согласно разделяемому сегодня большинством исследователей положению, в основе имплицитного научения лежат механизмы ассоциативного научения, и в результате обработки информации происходит непрерывное изменение некой ассоциативной модели, чувствительной к статистическим особенностям набора элементов или событий [Frensch, Rüniger, 2003; Perruchet, 2008]. Но усваивается ли при этом правило, описывающее закономерность, или запоминаются только отдельные фрагменты стимульной информации? В ряде работ было продемонстрировано, что испытуемые оказываются в состоянии верно классифицировать новые объекты относительно соответствия правилу, опираясь лишь на схожесть их отдельных частей [Newell, Bright, 2002; Perruchet, 2008]. Возможно также, что одновременно усваиваются и фрагменты стимула, и абстрактные закономерности [Kelly, Wilkin, 2006]. Таким образом, для ответа на вопрос о степени абстрактности усваиваемого знания оказывается необходимым более тщательное исследование его структуры в каждом отдельном случае. Так, на смену общему вопросу о возможности имплицитного усвоения абстрактного правила, обсуждаемому в ранних исследованиях имплицитного научения [Reber, 1989; McGeorge, Burton, 1990], все чаще приходят вопросы о том, что именно выучивается и что оказывается доступным сознанию в процессах непреднамеренного получения и использования знаний. Э. Потос предлагает не противопоставлять знания, основанные на правилах и схожести, а рассматривать правило как частный случай схожести, при котором решение о схожести принимается на основании неосознанно выделенного релевантного признака или набора признаков, полностью

Деева Т.М., Козлов Д.Д. Знак или форма? Имплицитное усвоение... определяющих правило [Rothos, 2005]. Другой точки зрения придерживаются А. Клирманс и А. Дестребек, полагая, что применение основанного на абстрактных правилах знания возможно лишь при условии осознанного характера такого знания, в то время как схожесть отдельных элементов или признаков на начальном этапе может быть усвоена неосознанно [Cleeremans, Destrebecqz, 2005]. При этом, по мнению А. Клирманса, имплицитный характер знания может проявляться лишь для начального этапа научения, а дальнейшее усвоение любого абстрактного правила всегда связано с осознанностью [Cleeremans, 2014].

Недостаточно хорошо изученными остаются и условия, влияющие на саму возможность имплицитного усвоения знания. Так, в отдельных парадигмах исследований имплицитного научения были получены данные о зависимости научения от перцептивных характеристик стимулов [Deroost, Soetens, 2006], интервалов между их предъявлением [Destrebecqz, Cleeremans, 2003] и сложности выучиваемой закономерности [Cleeremans, McClelland, 1991]. Эти результаты, по мнению авторов, могут быть объяснены в рамках идеи о необходимости селективного, направленного на задачу, внимания как одного из условий имплицитного научения [Jiang, Chun, 2001; Shanks et al., 2005; Rowland, Shanks, 2006]. Тем не менее, однозначного ответа на вопрос о том, какого рода закономерности при каких условиях могут усваиваться имплицитно, пока нет.

Многие закономерности, исследуемые в экспериментах и встречающиеся в реальной жизни, связаны с расположением предметов в пространстве. Неосознаваемое усвоение знаний о пространственных закономерностях в окружающей среде исследовалось в рамках нескольких экспериментальных парадигм. Так, большинство экспериментов по имплицитному усвоению последовательностей (sequence learning) связано именно с последовательностями локаций предъявления стимула. В классической экспериментальной схеме [Nissen, Bullemer, 1987] один и тот же стимул предъявлялся в одной из четырех локаций, на что испытуемые должны были как можно быстрее реагировать нажатием одной из четырех клавиш, соответствующих этим локациям. Если последовательность локаций не была случайной, а определялась некоторым правилом, испытуемые реагировали быстрее, не догадываясь при этом о существовании какой-либо закономерности в предъявлениях стимула. Однако дальнейшие исследования показали, что ведущую роль в данном случае, скорее всего, играет моторный компонент [Kelly et al., 2003, Deroost, Soetens, 2004]. Если же предъявлялся не один и тот же, а два разных стимула, и реагировать требовалось на их вид, а не на локацию, т.е. моторные реакции оказывались не связанными с выучиваемой последовательностью, то эффект научения во многих случаях обнаружить не удавалось. Эффект наблюдался лишь в случаях,

когда все возможные локации стимула были заполнены (т.е. кроме целевого стимула предъявлялись дистракторы) и задача, таким образом, включала элемент зрительного поиска [Remillard, 2003; Deroost, Soetens, 2006]. Заметим, что в описанном подходе, в отличие от исходного, не только моторный компонент не соответствовал пространственной последовательности, но и внимание смещалось с локации стимула на его визуальные характеристики (вместо вопроса «где?» испытуемые отвечали на вопрос «какой?»). Обобщая, можно сказать, что результаты описанных экспериментов позволяют говорить о возможности имплицитного усвоения пространственной закономерности без использования моторной составляющей. Однако соответствующий эффект удастся обнаружить далеко не всегда, и критические для научения условия пока не определены.

С другой стороны, оказалось, что при визуально-моторном научении испытуемые способны не только довольно быстро усваивать гораздо более сложные последовательности локаций, но и переносить полученное знание на конфигурации, полученные из исходной с помощью поворота или симметрии [Tanaka, Watanabe, 2014]. К. Танака и К. Ватанабе использовали в своих экспериментах специальную клавиатуру из 16 клавиш, на которой испытуемые решали так называемую задачу  $m \times n$  [Nikosaka et al., 1995]. Число  $m$  в данном случае соответствует количеству элементов в каждой из  $n$  конфигураций, которые последовательно предъявлялись испытуемым путем подсветки соответствующих клавиш (например, могла использоваться последовательность из 7 конфигураций по 3 клавиши каждая). В каждой конфигурации клавиши должны были нажиматься в строго определенном порядке, который усваивался методом проб и ошибок. После того, как вся последовательность оказывалась усвоенной (испытуемые безошибочно нажимали на нужные клавиши), конфигурации трансформировались – поворотом на  $90^\circ$ , симметрично или случайным образом. Испытуемые при этом не догадывались о связи новых конфигураций с предыдущими, но новая последовательность выучивалась быстрее в случаях поворота и симметрии. Таким образом, была продемонстрирована возможность имплицитного переноса эксплицитно усвоенной визуально-моторной последовательности на случаи поворота и симметрии [Tanaka, Watanabe, 2014, 2015]. Отметим, что в данной экспериментальной парадигме рассматривается перенос именно эксплицитного знания, но не затрагиваются вопросы, касающиеся возможности переноса имплицитного знания или разделения моторной и визуальной составляющих в процессе научения.

Еще одно направление исследований знаний о пространственных закономерностях связано с результатами, полученными в экспериментальной парадигме контекстной подсказки

(contextual cueing). Данный эффект заключается в том, что целевой стимул быстрее находится среди дистракторов, если вся конфигурация уже предъявлялась ранее. При этом испытуемые не могут отличать «старые» конфигурации от «новых» [Chun, Jiang, 1998]. Эффект оказывается устойчивым к внешним характеристикам дистракторов и целей, однако может исчезать при изменении локации целевого стимула даже внутри знакомой конфигурации [Conci et al., 2011]. Механизмы этого эффекта пока не полностью изучены, однако считается, что они основаны на выучивании ковариаций между локациями целевого стимула и дистракторов [Chun, Jiang, 1998]. Таким образом, при использовании контекстной подсказки, как и в случае выучивания последовательностей, имеются данные в пользу возможности имплицитного усвоения пространственных закономерностей и остаются неясными механизмы и условия такого научения. Кроме того, можно заметить, что реакция на целевой стимул является моторной (движение компьютерной мыши или нажатие соответствующей клавиши), причем во многих случаях реакция на одну и ту же конфигурацию не меняется в течение эксперимента (хотя одна и та же реакция может соответствовать разным конфигурациям). Следовательно, некоторый визуально-моторный паттерн в описанных задачах зрительного поиска все же прослеживается.

Согласно данным исследований из области пространственного познания (spatial cognition), усвоение пространственной закономерности, определяемой взаимным расположением отдельных предметов в пространстве, возможно. Однако имеющиеся результаты получены при решении задачи поиска (в реальной или виртуальной среде) и не затрагивают вопроса осознанности знания. Еще одно ограничение связано при этом с постоянством ориентации искомой конфигурации относительно границ зоны поиска [Sturz et al., 2009].

Обобщая имеющиеся результаты, можно заметить, что усвоение пространственной закономерности, как правило, наблюдается при решении задач поискового характера. Кроме того, имплицитное усвоение пространственного паттерна в большинстве случаев происходит при наличии определенной моторной активности, соответствующей усваиваемой закономерности. Но является ли моторная составляющая необходимым условием имплицитного научения, если речь идет об усвоении сложной пространственной закономерности? Для ответа на этот вопрос мы разработали экспериментальную технику, позволяющую минимизировать возможное соответствие между усваиваемым пространственным паттерном и моторными реакциями на него.

В описанных ниже экспериментах проверяется возможность имплицитного усвоения порядка

расположения элементов внутри пространственной конфигурации. С подобной закономерностью мы сталкиваемся, например, при решении анаграмм, когда для нахождения слова-ответа нам необходимо расставить буквы в определенной последовательности. В одном из наших предыдущих экспериментов мы использовали анаграммы, буквы которых были расположены в вершинах пятиугольника. Было показано, что в результате решения серии анаграмм, составленных по одной и той же схеме, может возникнуть некоторое неосознаваемое знание нужной последовательности, которое в определенных условиях может затруднить решение анаграмм, составленных по другому правилу [Деева, Козлов, 2021]. Однако, при решении анаграмм внимание оказывается направленным на ответ, а не на способ его получения (т.е. на слово, а не на первоначальное расположение букв), что может являться одной из причин слабости и нестойкости полученного знания. Тем не менее, имеющиеся результаты позволяют предполагать возможность имплицитного усвоения закономерности расположения элементов пространственной конфигурации даже при ее повороте. Наша дальнейшая работа нацелена на проверку этой гипотезы.

В представленных ниже экспериментах мы изменили стимульный материал и решаемую испытуемыми задачу. В конфигурациях из пяти элементов требуется указать позицию элемента заданной (относительно других элементов конфигурации) величины. Сравнительная величина при этом может определяться как перцептивно, если речь идет о фигурах одинаковой формы, так и требовать простейшего анализа символической информации в случае конфигурации из пяти чисел. Таким образом, в задачу был привнесён элемент зрительного поиска, что, по нашему предположению, должно было способствовать возможному усвоению пространственного паттерна.

Целью данной работы является проверка возможности непреднамеренного и неосознаваемого получения и применения знаний о правиле взаимного расположения элементов пространственной конфигурации. Назовем такую закономерность *относительной*, т.к. она касается лишь постоянства связи элементов внутри конфигурации, допуская поворот всей конфигурации относительно ее центра. Мы хотим выяснить, возможно ли имплицитное усвоение относительной пространственной закономерности без использования соответствующего моторного паттерна. Кроме того, как и в эксперименте с анаграммами, мы стараемся минимизировать возможность запоминания конкретных стимулов и предъявляем каждый стимул лишь один раз. Такой подход в случае обнаружения эффекта позволяет с большей уверенностью говорить именно об усвоении абстрактного правила, не снимая, тем не менее, вопроса об осознанности знания.

В нашем случае измерения осознанности знания использовался критерий нулевой корреляции при решении задачи классификации [Chan, 1991]. Выбор меры осознанности был обусловлен эмпирическими данными о сравнительной эффективности различных мер осознанности [Wierzchoń et al., 2012; Ivanchei, Moroshkina, 2018], а также простотой и прозрачностью указанного метода.

Мы предполагаем, что относительная пространственная закономерность может усваиваться имPLICITно при решении как перцептивной, так и несложной мыслительной задачи. Сопоставление эмпирических данных, полученных при использовании описанных выше экспериментальных техник, позволит, по нашему мнению, более детально рассмотреть возможные различия научения для этих случаев.

В ходе исследования были проведены два эксперимента. Оба эксперимента проводились онлайн на платформе PsyToolkit v. 3.3.2 [Stoet, 2010, 2017].

## Эксперимент 1

### ***Выборка***

Планируемый минимальный объем выборки рассчитывался, исходя из уровня статистической значимости  $\alpha = 0,05$  и уровня мощности  $1-\beta = 0,8$  и составил 152 человека. Испытуемые случайным образом разбивались на две группы – экспериментальную и контрольную. Были собраны данные для 169 человек. До начала обработки результатов было решено включать в анализ только данные испытуемых, добросовестно выполнявших задания, т.е. допустивших не более 50% ошибок, что не было оговорено в предварительном плане анализа. После исключения 8 испытуемых, не выполнивших задания добросовестно, окончательная выборка составила 161 чел. (среди них 38 мужчин) в возрасте от 18 до 26 лет,  $M = 19,47$ ,  $SD = 0,97$ . Экспериментальная группа – 82 чел., контрольная группа – 79 чел.

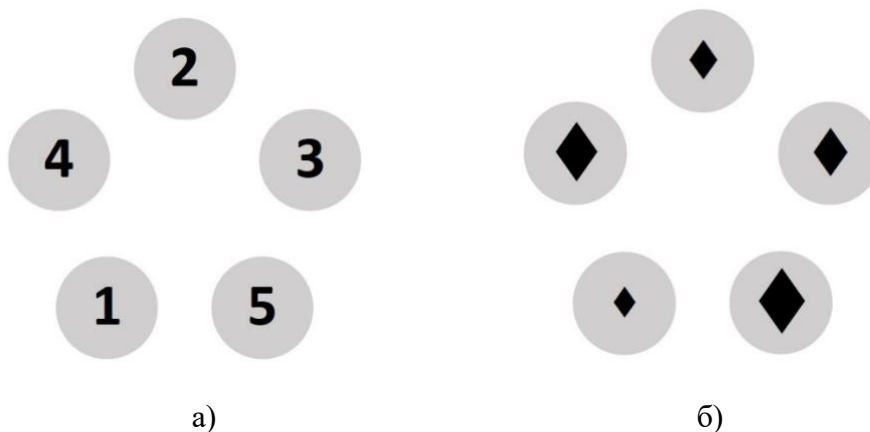
Набор испытуемых проходил на добровольной и бесплатной основе. Основную часть испытуемых составили студенты НИУ ВШЭ, за участие в эксперименте предполагалось вознаграждение в виде дополнительных курсовых баллов.

### ***Стимульный материал***

Стимульный материал для данного эксперимента представлял собой наборы из пяти



одинаковых по форме фигур (в качестве фигуры может также выступать буква или иной символ) различной величины. Все фигуры были расположены в вершинах правильного пятиугольника. Порядок расположения фигур в каждом стимуле мог быть случайным (случайные стимулы) либо подчиняться правилу (правильные стимулы). Правило связывает величину фигур с их взаимным расположением. Если пронумеровать фигуры по возрастанию их величины (1, 2, 3, 4, 5), то первая (самая маленькая) фигура может занимать любую из пяти позиций, а остальные располагаются по схеме, представленной на рис. 1. Таким образом, один набор фигур позволяет составить пять различных правильных стимулов за счет поворота исходного варианта на  $36^\circ$ ,  $72^\circ$ ,  $98^\circ$  и  $144^\circ$  (отметим, что правильные стимулы при этом могут репрезентироваться испытуемыми как соответствующие единому правилу или пяти разным, соответствующим позиции меньшей фигуры). Всего в основной части эксперимента использовалось 20 различных по форме фигур, что позволило составить 100 различных правильных стимулов. Случайные стимулы были составлены с использованием тех же наборов фигур, для соблюдения естественной частотности 4 из 100 случайных стимулов соответствовали правилу.



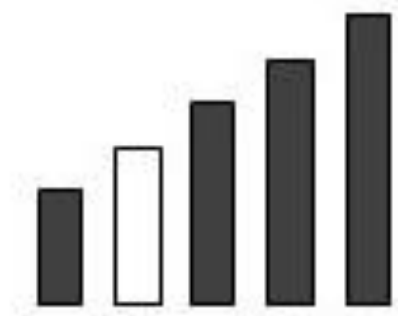
**Рис.1.** «Правильные» стимулы; а) схема расположения фигур (с точностью до поворота на  $36^\circ$ ,  $72^\circ$ ,  $98^\circ$  и  $144^\circ$ , что не меняет общей пространственной ориентации пятиугольника); б) пример стимула, соответствующего этой схеме.

### *Процедура эксперимента*

Задача испытуемых состояла в том, чтобы выбрать нужную фигуру из пяти, одновременно предъявленных в стимуле, и указать ее положение нажатием соответствующей клавиши на клавиатуре компьютера или ноутбука. Для выбора ответа испытуемым необходимо было нажать одну из клавиш: “Y”, “G”, “J”, “B” и “N” (расположение этих клавиш на клавиатуре примерно соответствует расположению букв и цифр в предъявляемом на экране стимульном материале). Для указания целевой фигуры использовалась шкала, расположенная

непосредственно под изображением стимула, представленная на рис.2.

Для того, чтобы испытуемые освоились с процедурой, перед началом эксперимента проводилась *тренировочная часть*: 40 заданий на выучивание соответствия клавиш и элементов конфигурации и 10 заданий, аналогичных заданиям основной части. В первых 40 заданиях испытуемым нужно было просто нажимать на клавишу, соответствующую выделенной на экране позиции, а в последних 10 заданиях – выбирать позицию, на которой изображена целевая фигура.



**Рис.2.** Шкала для определения целевой фигуры (в данном случае требуется указать положение второй по величине фигуры).

Шкала предъявлялась на экране за 700 мс до появления стимула и оставалась, как и основной стимул, до реакции испытуемого. Перерыв между нажатием клавиши (реакцией) и появлением шкалы для следующего стимула составлял 600 мс.

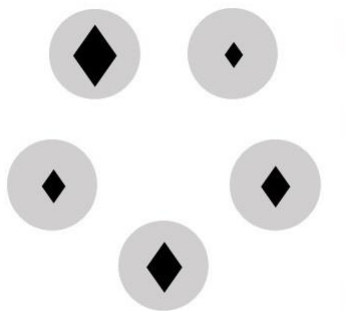
По каждому заданию тренировочной части давалась обратная связь о правильности выполнения задания; время выполнения не фиксировалось. Перед началом основной части испытуемые предупреждались о том, что далее обратная связь относительно правильности задания даваться не будет, при этом само задание останется без изменений.

В *основной части* эксперимента каждому испытуемому последовательно предъявлялись 100 описанных выше задач на выбор одной из пяти фигур с указанием нажимать нужную клавишу как можно быстрее. Стимульный ряд был составлен с использованием блочной рандомизации: целевая фигура будет появляться в каждой из возможных позиций с одинаковой частотой.

В контрольной группе взаимное расположение фигур в каждой пробе было случайным. В

экспериментальной группе в пробах 1-70 и 81-100 взаимное расположение фигур соответствовало схеме, описанной ранее и представленной на рисунке 1, а в пробах 71-80 – было случайным и совпадающим с контрольной группой. Порядок стимулов для всех испытуемых в каждой из групп в пробах 71-80 был одинаковым. Для каждой пробы фиксировались правильность ответа и время реакции.

Сразу после основной следовала *тестовая часть* эксперимента, в которой испытуемым предъявлялись пары стимулов, составленных из 5-ти новых одинаковых по форме фигур разного размера. Стимулы были расположены рядом друг с другом по горизонтали. Один из стимулов в каждой паре был правильным, а другой – случайным, при этом позиции первых (наименьших) фигур на стимулах были одинаковыми. Испытуемым предъявлялась следующая инструкция: «Только один из этих двух вариантов мог бы быть использован для продолжения эксперимента. Пожалуйста, выберите, какой именно, нажав стрелку влево (←) или стрелку вправо (→). Если затрудняетесь, при ответе можете опираться на интуицию или на общее впечатление от стимула». Всего тестовая часть содержала 20 таких проб, идентичных для всех испытуемых. При этом для первых десяти проб расположение фигур на стимулах было таким же, как на всех предыдущих, а в последних десяти оно было перевернутым на 180° (см. рис. 3). Таким образом мы намеревались проверить, усваивается ли схема расположения элементов как таковая или же выучиваются пять отдельных правил, каждое из которых может определяться, например, позицией наименьшего элемента в правильном стимуле.



**Рис.3.** Пример стимула с перевернутым на 180° расположением фигур в последних десяти пробах тестовой части.

Для оценки осведомленности испытуемых использовался критерий нулевой корреляции. После каждой тестовой пробы испытуемым предлагалось оценить уверенность в своем выборе по 5-балльной шкале. Наличие положительной корреляции между уверенностью и правильностью ответа явилось бы в данном случае свидетельством осознанности знания о

существующей закономерности.

Общая схема экспериментальной процедуры представлена на рисунке 4.

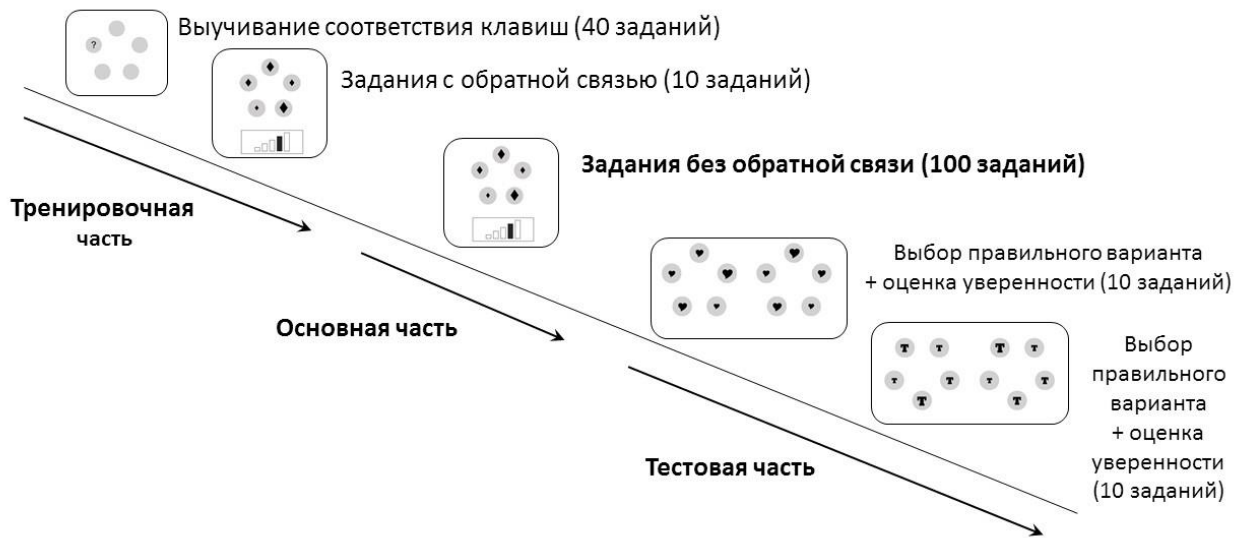


Рис. 4. Схематическое изображение основных этапов процедуры эксперимента.

## Результаты

Анализ данных проводился в соответствии с планом, разработанным до начала сбора данных, все отклонения от первоначального плана специально оговаривались. Количество ошибочных реакций составило 915 из 16100 проб (5,7%), и ошибочные реакции были исключены из дальнейшего анализа. Распределение времени ответов оказалось смещенным влево, поэтому решено было прибегнуть к логарифмическому преобразованию, что позволило приблизить форму распределения к нормальному виду; в предварительном плане анализа преобразование данных никак не было отражено.

В тестовой части в 80 пробах (2,41% от общего количества проб) не была получена оценка уверенности в ответе. Эти пробы были также исключены из анализа.

*Эмпирическая гипотеза 1.* Время выполнения задания в течение первых 70 проб уменьшится сильнее в экспериментальной группе, чем в контрольной.

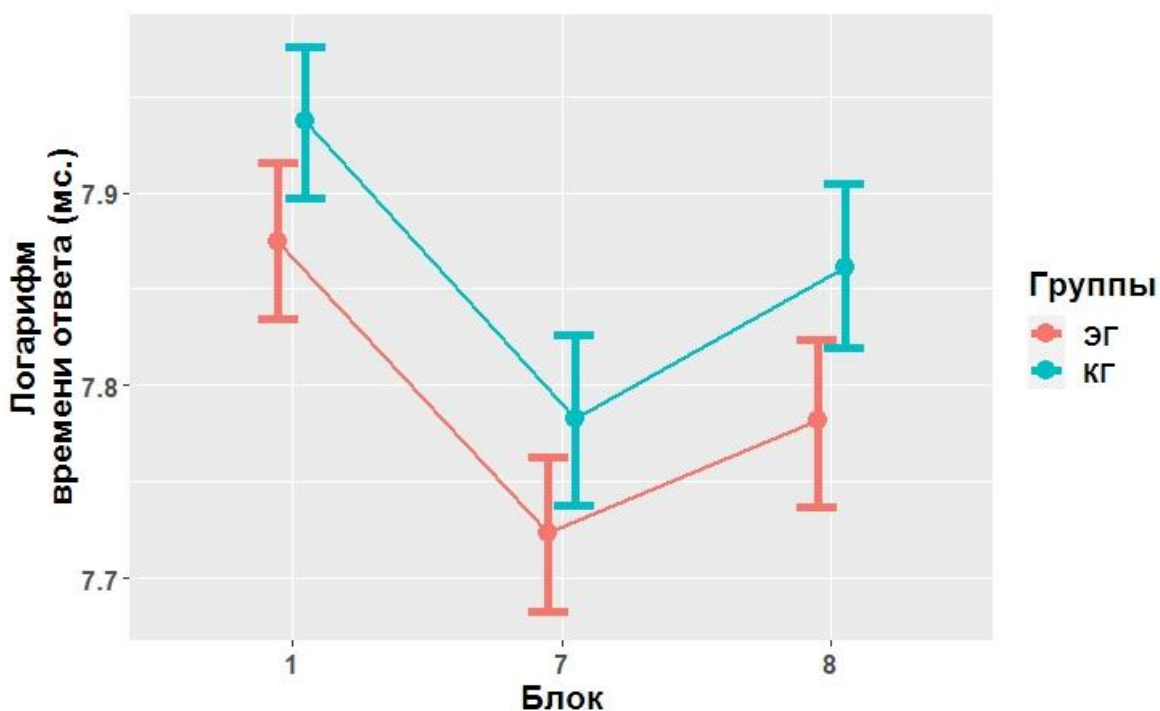
Все пробы были разбиты на 10 условных блоков: с 1 по 10, с 11 по 20 и т.д. Для каждого испытуемого было вычислено среднее время ответа в каждом блоке.

Для проверки гипотезы об уменьшении времени ответов в пробах от 1-й к 70-й проводился

дисперсионный анализ зависимости среднего времени реакции от факторов группы (экспериментальная и контрольная, межгрупповой) и блока (1-й и 7-й блоки, внутригрупповой). Подтверждению экспериментальной гипотезы будет соответствовать значимое взаимодействие факторов при соответствующей разнице средних значений. Результаты анализа показали значимое влияние фактора блока ( $F(1;159) = 47,653$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,043$ ). Фактор группы оказался незначимым ( $F(1;159) = 0,964$ ;  $p = 0,328$ ), как и взаимодействие факторов ( $F(1;159) = 0,204$ ;  $p = 0,652$ ). Полученные результаты говорят о примерно одинаковом уменьшении времени решения в обеих группах (см. рис.5). Таким образом, эмпирическая гипотеза 1 не нашла подтверждения.

*Эмпирическая гипотеза 2.* При переходе к случайным стимулам в экспериментальной группе время реакции увеличится.

Для проверки гипотезы об увеличении времени решений при переходе к случайным стимулам так же использовался двухфакторный дисперсионный анализ для факторов группа (экспериментальная и контрольная, межгрупповой) и блока (7 и 8, внутригрупповой). Результаты дисперсионного анализа показали значимое влияние фактора блока ( $F(1;159) = 16,668$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,010$ ). Фактор группы оказался незначимым ( $F(1;159) = 0,966$ ;  $p = 0,327$ ), как и взаимодействие факторов ( $F(1;159) = 0,323$ ;  $p = 0,571$ ). Время реакции увеличивается примерно одинаково в обеих группах (см. рис. 5). Тем не менее, формально эмпирическая гипотеза 2 подтвердилась.



**Рис.5.** Изменение логарифма времени ответа в обучающей части (от блока 1 к блоку 7) и при нарушении схемы (блок 8). ЭГ – экспериментальная группа; КГ – контрольная группа.

*Эмпирические гипотезы 3 и 4.* В тестовой части испытуемые в экспериментальной группе будут выбирать правильные стимулы чаще, чем в контрольной группе, как в случае прямых, так и в случае перевернутых стимулов.

Основные описательные статистики для правильных выборов для каждого типа стимулов (прямых и перевернутых) в каждой группе указаны в таблице 1.

### **Таблица 1**

Средние значения (стандартные отклонения) количества правильных выборов из 10 в тестовой части, эксперимент 1

Группы	Прямые стимулы	Перевернутые стимулы
ЭГ	4,96 (1,81)	5,15 (1,84)
КГ	4,84 (1,45)	4,68 (1,60)

Проверка гипотезы проводилась с помощью логистической регрессии со смешанными эффектами. Зависимой переменной является выбор варианта, соответствующего правилу (1) или не соответствующего правилу (0; этот уровень выбран в качестве базового для сравнения). В модель включены фиксированный фактор группы (экспериментальная или контрольная, в качестве базовой категории выбрана экспериментальная) и случайные эффекты пробы (случайная константа) и испытуемого (случайная константа). Эти статистические модели проверялись отдельно для прямых и перевернутых стимулов. Подтверждению гипотез соответствует значимый отрицательный коэффициент фиксированного эффекта. Гипотезы 3 и 4 не нашли своего подтверждения ни для прямых ( $b = -0,047$ ;  $p = 0,656$ ), ни для обратных стимулов ( $b = -0,172$ ;  $p = 0,121$ ).

*Эмпирические гипотезы 5 и 6.* Оценка уверенности сделанного выбора в тестовой части не будет связана с его правильностью, как для прямых, так и для перевернутых стимулов.

Средние рейтинги уверенности для групп по каждому типу стимулов приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

Средний рейтинг (стандартное отклонение) уверенности выбора в тестовой части, эксперимент 1

Группа	Прямые стимулы		Перевернутые стимулы	
	Верный выбор	Неверный выбор	Верный выбор	Неверный выбор
ЭГ	2,89(1,42)	2,84(1,43)	2,89(1,45)	2,86(1,40)
КГ	2,94(1,46)	2,91(1,44)	2,88(1,39)	2,91(1,41)

Оценка уверенности является порядковой шкалой, поэтому в качестве статистического метода для проверки этих гипотез была выбрана мультиномиальная порядковая регрессия со смешанными эффектами. Зависимой переменной является рейтинг уверенности (порядковая целочисленная шкала от 1 до 5), независимой переменной (фиксированным эффектом) – правильность выбора (неверный выбор выбран в качестве базовой категории для сравнения). В модель также включались случайные эффекты испытуемого (случайная константа) и стимула (случайная константа). Небольшой по модулю и статистически незначимый коэффициент фиксированного эффекта будет говорить в пользу поддержки гипотез. Поскольку в данном случае эмпирические гипотезы соответствуют нулевой статистической гипотезе, было принято решение также определить байес-фактор. Мы использовали аппроксимацию  $BF_{01}$  на основании разницы байесовского информационного критерия (BIC) для модели с фиксированными эффектами (они соответствуют альтернативной гипотезе) и BIC для модели, в которую включены только случайные эффекты (которая моделирует нулевую гипотезу), следуя рекомендациям, изложенным в соответствующей литературе [Wagenmakers, 2007]. Такой анализ был проведен отдельно для каждой группы и для каждого типа стимулов в тестовой части (прямые и перевернутые). Отметим, что в логике BIC, чем больше значение критерия – тем хуже статистическая модель соответствует данным, поэтому если BIC для модели, соответствующей альтернативной гипотезе, будет больше, то это будет говорить об большей предпочтительности модели для нулевой гипотезы и, следовательно, самой гипотезы.

Полученные значения коэффициентов и байес-фактора приведены в таблице 3.

Также принимая во внимание, что рейтинги уверенности в экспериментальной и контрольной

группах очень близки, полученные результаты свидетельствуют в пользу отсутствия осознанности выучиваемой закономерности по критерию нулевой корреляции. Гипотезы 5 и 6 подтвердились.

### Таблица 3

Значения коэффициентов, байесовских информационных критериев и байес-факторов для проверки 5 и 6 эмпирических гипотез, эксперимент 1

Группа	Тип стимулов	b	p	BIC(H <sub>0</sub> )	BIC(H <sub>1</sub> )	BF <sub>01</sub>
КГ	прямые	0,10	0,496	2127,33	2133,52	22,09
КГ	перевернутые	0,11	0,482	1990,79	1996,94	21,65
ЭГ	прямые	-0,13	0,369	2184,94	2190,80	18,80
ЭГ	перевернутые	0,10	0,534	1983,64	1989,94	23,35

*Примечания.* b – коэффициент фиксированного эффекта в модели; BIC(H<sub>0</sub>) – байесовский информационный критерий для модели без фиксированного эффекта; BIC(H<sub>1</sub>) – байесовский информационный критерий для модели с фиксированным эффектом; BF<sub>01</sub> – аппроксимация байес-фактора по значениям BIC.

### Обсуждение результатов

Исходя из результатов запланированного анализа, эффект имPLICITного усвоения относительной пространственной закономерности не был обнаружен. Группы демонстрируют примерно равное ускорение при решении обучающих заданий (блоки 1–7). При переходе к заданиям с нарушением схемы (блок 8) в экспериментальной группе наблюдается увеличение времени решения. Однако такое же замедление наблюдается и в контрольной группе, что указывает на связь данного явления с особенностями процедуры и стимульного материала, а не с нарушением выучиваемой схемы. Следовательно, ни одна из гипотез относительно зависимости времени ответа от сохранения или изменения схемы стимула не подтвердилась. Также оказалось, что в тестовой части испытуемые экспериментальной и контрольной групп выбирают правильные стимулы с примерно одинаковой частотой, не демонстрируя при этом различий в уверенности при верных и ошибочных ответах. Таким образом, формально критерий нулевой корреляции оказывается выполненным, но ввиду отсутствия данных в пользу научения, выполнение этого критерия оказывается неинформативным.

Отметим, что нам, к сожалению, неизвестны попытки исследования имPLICITного научения в задачах подобного рода. В связи с этим полученный нами отрицательный результат не позволяет на данном этапе сделать какие-либо выводы. Отсутствие значимых результатов



может объясняться как принципиальной невозможностью получения имплицитного знания в рассматриваемой задаче, так и особенностями экспериментальной процедуры: недостаточным количеством тренировочных проб или спецификой стимульного материала. Последнее предположение подробнее обсуждается в разделе дополнительного анализа.

## Эксперимент 2

### *Выборка*

Планируемый объем выборки и принципы набора испытуемых были теми же, что и в эксперименте 1. Выборка при этом была составлена из наивных испытуемых, не участвовавших в предыдущем эксперименте. Выборка эксперимента 2 была менее однородной, чем в эксперименте 1. В нее вошли как студенты (39%), так и испытуемые, набранные на платформе Яндекс.Толока (48%). Кроме того, участвовали добровольцы, приглашенные через социальные сети (23%). Анализ результатов выявил схожие паттерны во всех группах испытуемых, в связи с чем решено было объединить их в общую выборку. Всего были собраны данные для 182 человек. Как и в эксперименте 1, в анализ включались данные испытуемых, допустивших не более 50% ошибок (не предполагалось при описании предварительного плана анализа). После исключения 9 таких испытуемых, анализировались данные для 173 чел. (среди них 71 мужчина) в возрасте от 18 до 59 лет,  $M = 29,5$ ,  $SD = 12,1$ . Экспериментальная группа – 83 чел., контрольная группа – 90 чел.

### *Стимульный материал*

Стимульный материал повторяет стимулы из первого эксперимента, но вместо геометрических фигур были использованы однозначные числа. Для составления стимульного материала использовались 100 наборов из пяти чисел, никакие 4 из которых не являются последовательными. Все числа были записаны цифрами одинакового шрифта и размера. В тестовой части использовались новые наборы чисел от 1 до 9 (количество таких наборов ограничено, поэтому в тестовой части использовались и наборы с четырьмя последовательными числами).

Таким образом, задача сравнения становилась в данном случае не перцептивной, а мыслительной, связанной с семантикой стимульного материала. Мы предполагали, что такая задача может затруднить возможное усвоение правила расположения элементов стимула. Иными словами, мы предполагали, что пространственные закономерности, не связанные с перцептивными особенностями стимулов, выучиваются сложнее.

### ***Процедура эксперимента***

Процедура второго эксперимента в точности повторяет процедуру первого эксперимента на новом стимульном материале.

Ожидалось, что сопоставление результатов двух экспериментов позволит сделать предположение о том, в какой степени выучивание относительной пространственной закономерности связано с возможностью обнаружения взаимосвязей на уровне перцепции.

### ***Результаты***

Общий план анализа полностью повторяет анализ результатов первого эксперимента. Количество ошибочных реакций в основной части составило 769 из 17300 проб (4,4%), и ошибочные реакции были исключены из дальнейшего анализа. Как и в первом эксперименте, время реакции было подвергнуто логарифмическому преобразованию для приближения формы распределения к нормальному.

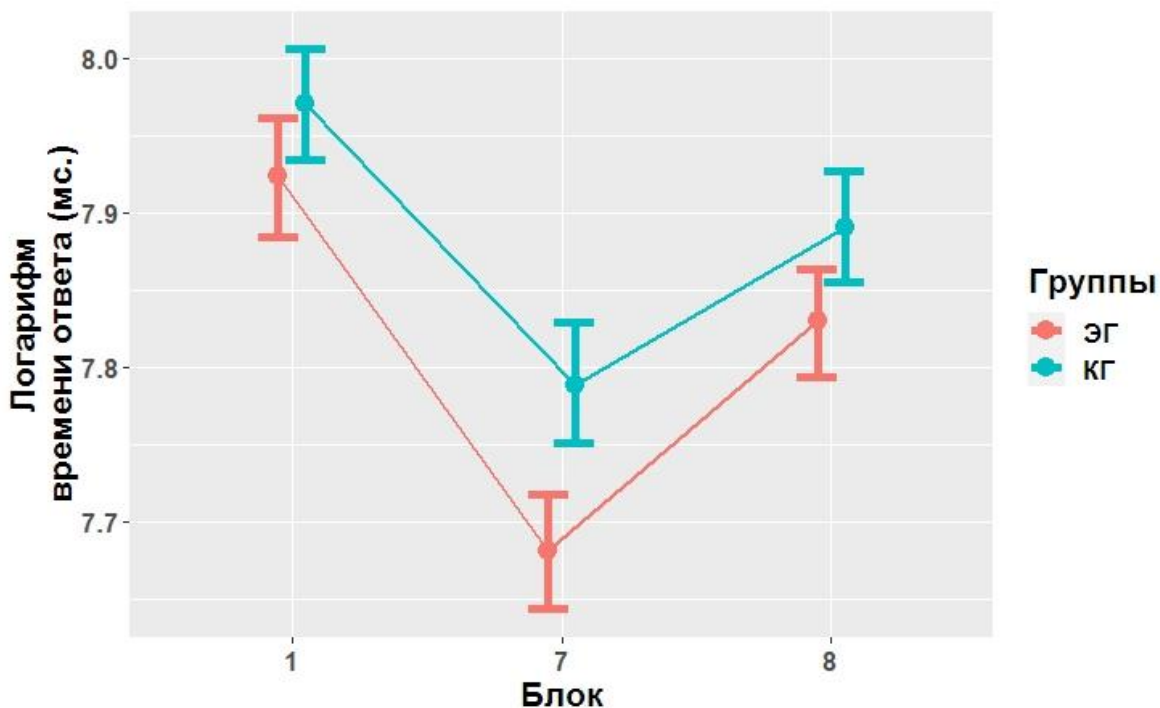
В тестовой части из анализа была исключена 281 проба (8,12%), т.к. для этих проб не была получена оценка уверенности в ответе.

*Эмпирическая гипотеза 1.* Время выполнения задания в течение первых 70 проб уменьшится сильнее в экспериментальной группе, чем в контрольной.

Для проверки гипотезы об уменьшении времени ответов в пробах от 1-й к 70-й проводился дисперсионный анализ зависимости среднего времени реакции от факторов группы (экспериментальная и контрольная, межгрупповой) и блока (1-й и 7-й, внутригрупповой). Результаты показали высокую статистическую значимость для главного фактора блока ( $F(1;171) = 112,406$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,089$ ); взаимодействие факторов не достигло конвенционального порога, равного 0,05 ( $F(1;171) = 3,187$ ;  $p = 0,076$ ;  $\eta^2 = 0,003$ ). Главный фактор группы оказался незначимым ( $F(1;171) = 2,420$ ;  $p = 0,122$ ). Полученные результаты не позволяют с уверенностью говорить о том, что время решения заданий уменьшилось в экспериментальной группе сильнее, чем в контрольной (см. рис. 6). Гипотеза 1 не подтвердилась.

*Эмпирическая гипотеза 2.* При переходе к случайным стимулам в экспериментальной группе время реакции увеличится.

Для проверки гипотезы об увеличении времени решений при переходе к случайным стимулам использовалась аналогичная схема для проб 61-80 (блоки 7 и 8). Результаты анализа показали значимое влияние главного фактора блока ( $F(1;171) = 59,405$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,040$ ) и значимость фактора группы на уровне тенденции ( $F(1;171) = 3,454$ ;  $p = 0,065$ ;  $\eta^2 = 0,017$ ). Взаимодействие факторов оказалось незначимым ( $F(1;171) = 2,705$ ;  $p = 0,102$ ). Увеличение времени выполнения заданий происходит в обеих группах, при этом рост времени реакции в контрольной и экспериментальной группах отличается несущественно. Тем не менее, формально гипотеза 2 подтвердилась.



**Рис.6.** Изменение логарифма времени ответа в обучающей части (от блока 1 к блоку 7) и при нарушении схемы (блок 8) в эксперименте 2. ЭГ – экспериментальная группа; КГ – контрольная группа.

*Эмпирические гипотезы 3 и 4.* В тестовой части испытуемые в экспериментальной группе будут выбирать правильные стимулы чаще, чем в контрольной группе, как в случае прямых, так и в случае перевернутых стимулов.

**Таблица 4**

Средние значение (стандартные отклонения) количества правильных выборов из 10 в тестовой части, эксперимент 2

Группы	Прямые стимулы	Перевернутые стимулы
--------	----------------	----------------------

ЭГ	4,72 (1,84)	4,29 (1,80)
КГ	4,59 (1,85)	4,3 (1,95)

Основные описательные статистики для правильных выборов для каждого типа стимулов (прямых и перевернутых) в каждой группе указаны в таблице 4.

Как и в первом эксперименте, была использована логистическая регрессия со смешанными эффектами с зависимым фактором выбора верного или неверного ответа (неверный выбор выбран в качестве базового для сравнения), фиксированным эффектом группы (базовая категория для сравнения – контрольная группа) и случайными эффектами пробы и испытуемого (в обоих случаях – случайная константа). Значимый отрицательный коэффициент фиксированного эффекта соответствовал бы подтверждению проверяемых гипотез, однако он оказался не значим ни для прямых стимулов ( $b = -0,037$ ;  $p = 0,752$ ), ни для обратных ( $b = -0,036$ ;  $p = 0,740$ ). Гипотезы 3 и 4 не подтвердились.

*Эмпирические гипотезы 5 и 6.* Оценка уверенности сделанного выбора в тестовой части не будет связана с его правильностью, как для прямых, так и для перевернутых стимулов.

Средние рейтинги уверенности для групп по каждому типу стимулов приведены в таблице 5.

### **Таблица 5**

Средний рейтинг (стандартное отклонение) уверенности выбора в тестовой части, эксперимент 2

Группа	Прямые стимулы		Перевернутые стимулы	
	Верный выбор	Неверный выбор	Верный выбор	Неверный выбор
ЭГ	2,69 (1,48)	2,84 (1,47)	2,79 (1,43)	2,78 (1,45)
КГ	2,36 (1,41)	2,59 (1,47)	2,22 (1,48)	2,36 (1,42)

Для проверки гипотез также использовалась мультиномиальная порядковая регрессия со смешанными эффектами. В качестве зависимой переменной в модели выступает рейтинг уверенности (порядковая целочисленная шкала от 1 до 5), независимой переменной (фиксированным эффектом) – правильность выбора (неверный выбор выбран в качестве базовой категории для сравнения). Случайными эффектами в модели являются эффекты испытуемого (случайная константа) и стимула (случайная константа). В пользу подтверждения проверяемых гипотез будет статистически незначимый коэффициент фиксированного эффекта, а также байесовский фактор  $BF_{01} > 1$ . Как и в эксперименте 1, была

использована аппроксимация байесовского фактора по значениям ВИС для модели с включением фиксированного эффекта и без него. Результаты проведенного анализа представлены в таблице 6.

**Таблица 6**

Значения коэффициентов, байесовских информационных критериев и байес-факторов для проверки 5 и 6 эмпирических гипотез, эксперимент 2

Группа	Тип стимулов	b	p	ВИС(Н <sub>0</sub> )	ВИС(Н <sub>1</sub> )	ВF <sub>01</sub>
КГ	прямые	-0,339	0,052	2166,02	2167,67	2,28
КГ	перевернутые	-0,051	0,753	1809,44	1816,02	27,42
ЭГ	прямые	-0,239	0,129	1966,77	1971,10	8,70
ЭГ	перевернутые	-0,040	0,813	1678,29	1684,83	26,31

*Примечания.* b – коэффициент фиксированного эффекта в модели; ВИС(Н<sub>0</sub>) – байесовский информационный критерий для модели без фиксированного эффекта; ВИС(Н<sub>1</sub>) – байесовский информационный критерий для модели с фиксированным эффектом; ВF<sub>01</sub> – аппроксимация байес-фактора по значениям ВИС.

Для прямых стимулов в контрольной группе значение байес-фактора (равно как и разница значений байесовского информационного критерия) невелико и не позволяет с уверенностью принять нулевую гипотезу. Однако, как видно из таблицы 5, в данной группе уверенность выше для неверных ответов, что не соответствует критерию нулевой корреляции, проверяемому в данной гипотезе. Поэтому полученные результаты в большей степени свидетельствуют о подтверждении проверяемых гипотез 5 и 6.

### **Обсуждение**

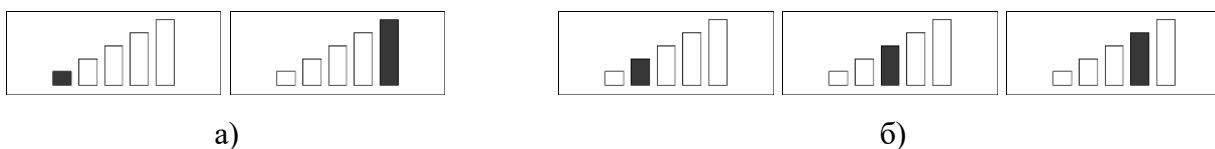
Полученные результаты не позволяют говорить об обнаружении научения ни в обучающих заданиях, ни при переходе к заданиям с нарушением схемы в блоке 8, ни при классификации новых стимулов в тестовой части эксперимента 2. Выраженное замедление обеих групп при переходе к блоку 8 предположительно может объясняться наличием неучтенных особенностей стимульного материала. Как и в первом эксперименте, проверка 5 и 6 эмпирической гипотезы показала формальное выполнение критерия нулевой корреляции, однако ввиду отсутствия результатов в пользу научения этот факт неинформативен.

Таким образом, ни в одном из проведенных экспериментов не были обнаружены свидетельства усвоения пространственной схемы. При этом в обоих экспериментах испытуемые каждой из двух групп продемонстрировали схожие паттерны поведения: уменьшение времени решения от блока 1 к блоку 7 и последующее замедление при переходе к контрольному блоку 8. Если первый факт легко объясняется обычным получением опыта в решении задач определенного типа, то увеличение времени при переходе к блоку 8 во всех группах заставляет задуматься о возможном наличии артефактов в стимульном материале или неучтенных особенностях экспериментальной процедуры. Для более подробного рассмотрения данного факта и поиска возможных специфических особенностей разработанной нами процедуры решено было провести дополнительный анализ.

## Дополнительный анализ

Дополнительный анализ связан с предположением, что предлагаемые испытуемым задачи могут существенно различаться по уровню сложности, что, в свою очередь, приводит к различной эффективности научения для задач разных уровней.

Согласно нашему предположению, сложность задач может быть связана со сравнительной величиной целевой фигуры: нахождение наибольшего и наименьшего элементов стимула может осуществляться значительно быстрее, чем нахождение промежуточных элементов, и не требовать обработки всей конфигурации, или же достаточной может оказаться более беглая обработка стимульной информации. Назовем задачи, в которых целевым является самый большой или самый маленький элемент стимула, «простыми». Соответственно, задачи нахождения 2-го, 3-го или 4-го по величине элементов будем называть «сложными». Таким образом, условный тип сложности задачи оказывался известен испытуемому за 700 мс до предъявления стимула и определяется видом шкалы, указывающей на сравнительную величину целевой фигуры (см. рисунок 7). Из задач, предъявляемых каждому испытуемому в ходе эксперимента, 40% являлись простыми, 60% – сложными.



**Рис. 7.** Варианты указательных шкал для задач разного уровня сложности:

*Примечания.* (а) для простых задач; (б) для сложных задач.

Наше предположение основано на имеющихся эмпирических данных из парадигм выучивания

последовательностей и усвоения контекстной подсказки. где было обнаружено, что при сильном визуальном отличии целевого стимула от дистракторов или при отсутствии дистракторов эффект усвоения последовательности может полностью исчезать [Remillard, 2003]. Кроме того, в ряде исследований было показано, что при усвоении контекстной подсказки «эффект выскакивания» при поиске целевого элемента не отменял, но существенно снижал эффект научения [Geyer et al., 2010].

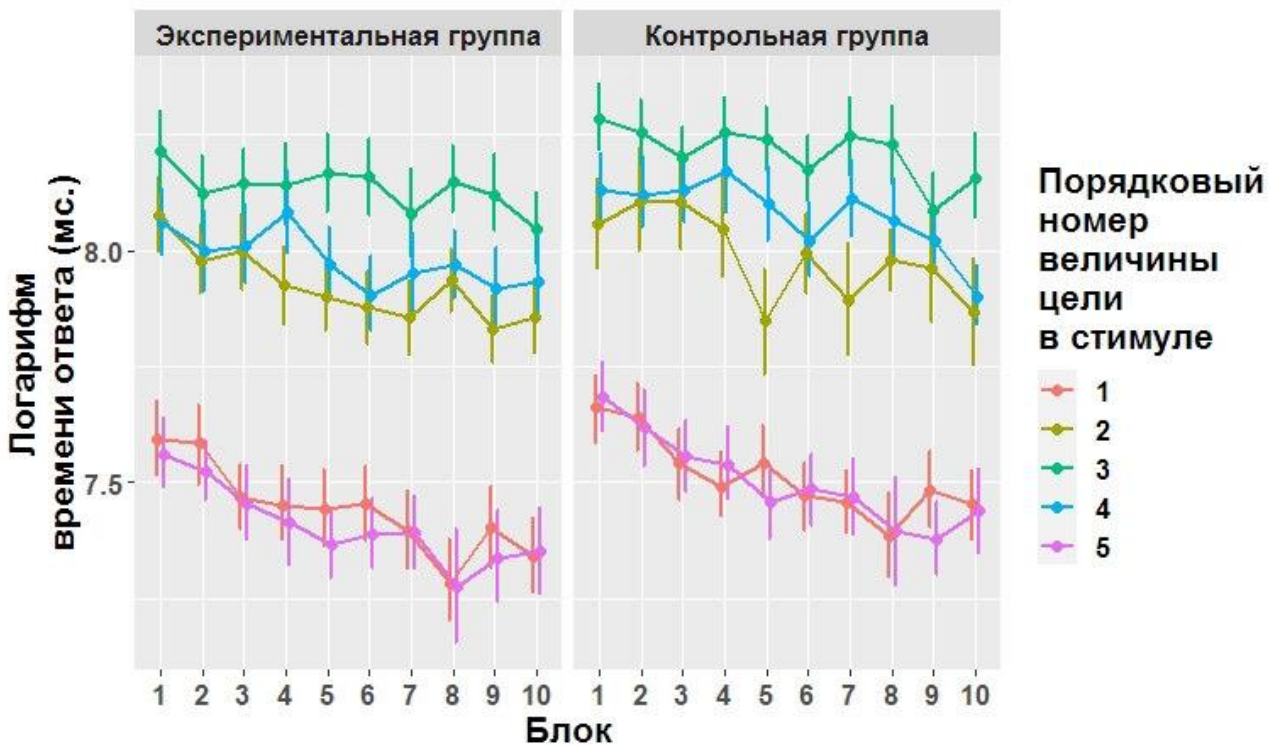
На первом этапе дополнительного анализа мы прежде всего пытались разобраться в причинах замедления решений в блоке 8, которое было выявлено в обоих экспериментах для каждой из групп. Для этого мы посмотрели на соотношение «простых» и «сложных» стимулов отдельно в каждом из блоков. При планировании дизайна эксперимента мы уравнивали количество стимулов по месту целевого элемента в последовательности, и рандомизировали их порядок предъявления испытуемым. Это должно привести к тому, что каждый испытуемый решал 40% «простых» и 60% «сложных» задач. Однако в 8 блоке, который был для нас наиболее важным, мы решили дополнительно проконтролировать равенство экспериментальных условий и сделать последовательность стимулов одинаковой для всех испытуемых. Для этого была выбрана одна случайная последовательность из 10 выбранных случайным образом стимулов, которая в 8 блоке была одинаковой для всех испытуемых. Поскольку мы не контролировали фактор «сложности» априори, то такая случайно выбранная последовательность оказалась составленной из 3 простых и 7 сложных задач. В итоге в 8 блоке испытуемые сталкивались с 70% «сложных» задач, в то время как во всех остальных блоках среднее количество «сложных» задач было равно примерно 60%. Если наше предположение верно, то такая особенность подбора стимульного материала, не учтенная до проведения экспериментов, может объяснять увеличение среднего времени решения в 8 блоке даже в контрольной группе, что мы наблюдали в обоих экспериментах. Все изложенные здесь соображения побудили нас к проведению дополнительного анализа.

### *Дополнительный анализ для эксперимента 1*

В первую очередь мы проверили предположение о зависимости времени решения от уровня сложности задачи отдельно в экспериментальной и контрольной группах.

Был проведен регрессионный анализ с использованием смешанной линейной модели на всем множестве проб, где зависимой переменной было время реакции, независимыми – тип сложности задачи и группа, а в качестве случайных эффектов выступали константы для испытуемого, стимула и номера пробы. Главный эффект сложности оказался статистически

высоко значимым ( $t(220,19^1) = -23,99; p < 0,001$ ), в то время как главный эффект группы ( $t(185,22) = 1,43; p = 0,156$ ) и взаимодействие эффектов ( $t(340,07) = -0,74; p = 0,459$ ) – нет. Рисунок 8 дает представление о том, насколько велико различие между «простыми» и «сложными» задачами, а также показывает, что сложность связана, прежде всего, с тем, является ли целевой элемент в стимуле самым большим или самым маленьким из всех. Заметим также, что рост времени решения задач в 8 блоке как в экспериментальной, так и в контрольной группе может объясняться именно большим количеством «сложных» задач в нем в сравнении с остальными блоками.



**Рис. 8.** Динамика логарифма времени решения по всем блокам основной части первого эксперимента в контрольной и экспериментальной группах в зависимости от величины цели в стимулах.

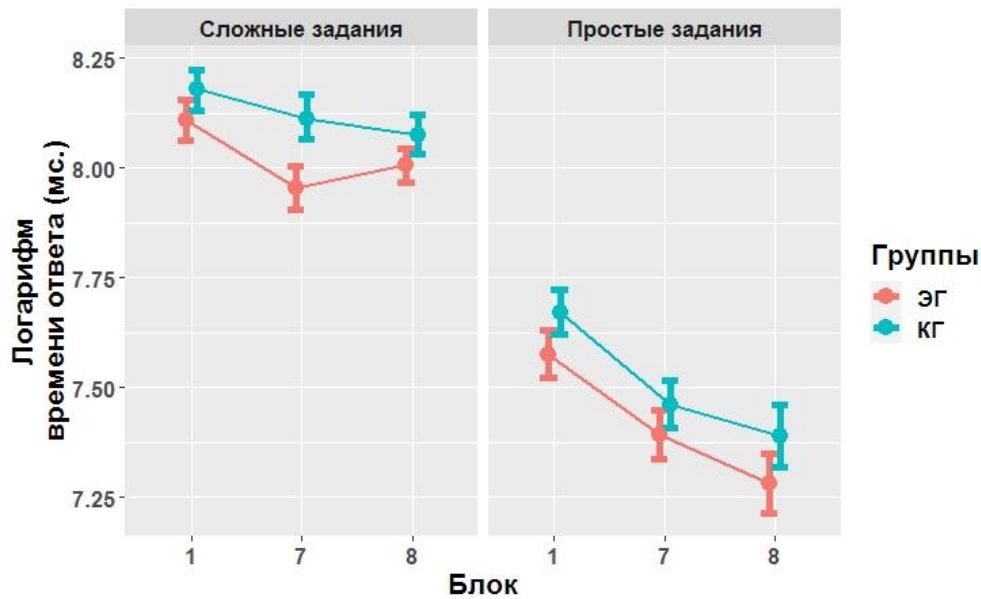
В связи с высокой вероятностью влияния фактора сложности задачи на результаты анализа решено было провести дополнительную проверку гипотез о положительном и отрицательном влиянии научения на время решения (эмпирические гипотезы 1 и 2) отдельно для «простых» и «сложных» задач. Методы анализа при этом были аналогичны используемым в основной части.

<sup>1</sup> Здесь и далее в смешанных линейных моделях использована аппроксимация Саттертуэйта для степеней свободы.



*Эмпирическая гипотеза 1* проверяла положительный эффект научения, который заключается в том, что при научении в экспериментальной группе время решения задач будет уменьшаться сильнее, чем в контрольной. По аналогии с основным анализом гипотеза о снижении времени выполнения задания от первого блока (пробы 1-10) к 7 (пробы 61-70) проверялась с помощью двухфакторного дисперсионного анализа с внутригрупповым фактором блока, межгрупповым фактором группы и их взаимодействия. Главные эффекты оказались статистически значимыми (для фактора группы  $F(1;157) = 16,42$ ;  $p < 0,001$ ; для фактора блока  $F(1;158) = 5,37$ ;  $p = 0,022$ ), а эффект взаимодействия факторов, который и проверяет основную гипотезу – значим на уровне тенденции ( $F(1;157) = 3,21$ ;  $p = 0,075$ ). При этом, если для блока 1 различия между группами статистически незначимы ( $t(214) = -1,42$ ;  $p = 0,157$ ), то для блока 7 значимость различий велика ( $t(214) = -2,84$ ;  $p = 0,005$ ). Для «простых» задач значимым оказался только фактор блока ( $F(1;159) = 66,66$ ;  $p < 0,001$ ). Фактор группы ( $F(1;159) = 0,01$ ;  $p = 0,912$ ) и взаимодействие факторов незначимы. Таким образом, более успешное научение на первых 70 пробах в экспериментальной группе вполне вероятно при решении «сложных» задач (что соответствует первой гипотезе), но не «простых» (что не подтверждает первую гипотезу).

*Эмпирическая гипотеза 2* касается увеличения времени решения задач в экспериментальной группе при переходе к случайным стимулам – то есть при сравнении времени решения задач 7 и 8 блоков. Для ее проверки был использован дисперсионный анализ, аналогичный выполненному при проверке первой эмпирической гипотезы. Для «сложных» задач значимыми оказались эффекты группы ( $F(1;158) = 4,12$ ;  $p = 0,044$ ) и взаимодействия факторов ( $F(1;158) = 6,51$ ;  $p = 0,012$ ), но не главный эффект блока ( $F(1;158) < 0,01$ ;  $p = 0,993$ ). Для «простых» задач, наоборот, значимым оказался эффект блока ( $F(1;159) = 8,25$ ;  $p = 0,005$ ), но не группы ( $F(1;159) = 2,53$ ;  $p = 0,113$ ) и не их взаимодействие ( $F(1;159) = 0,16$ ;  $p = 0,691$ ). Эти результаты проиллюстрированы на рисунке 9.



**Рис. 9.** Логарифм времени решения простых и сложных задач в 1, 7 и 8 блоках в экспериментальной и контрольной группах в первом эксперименте.

Таким образом, гипотеза 2 подтверждается для «сложных» задач, но не подтверждается для «простых».

### ***Обсуждение дополнительного анализа для первого эксперимента***

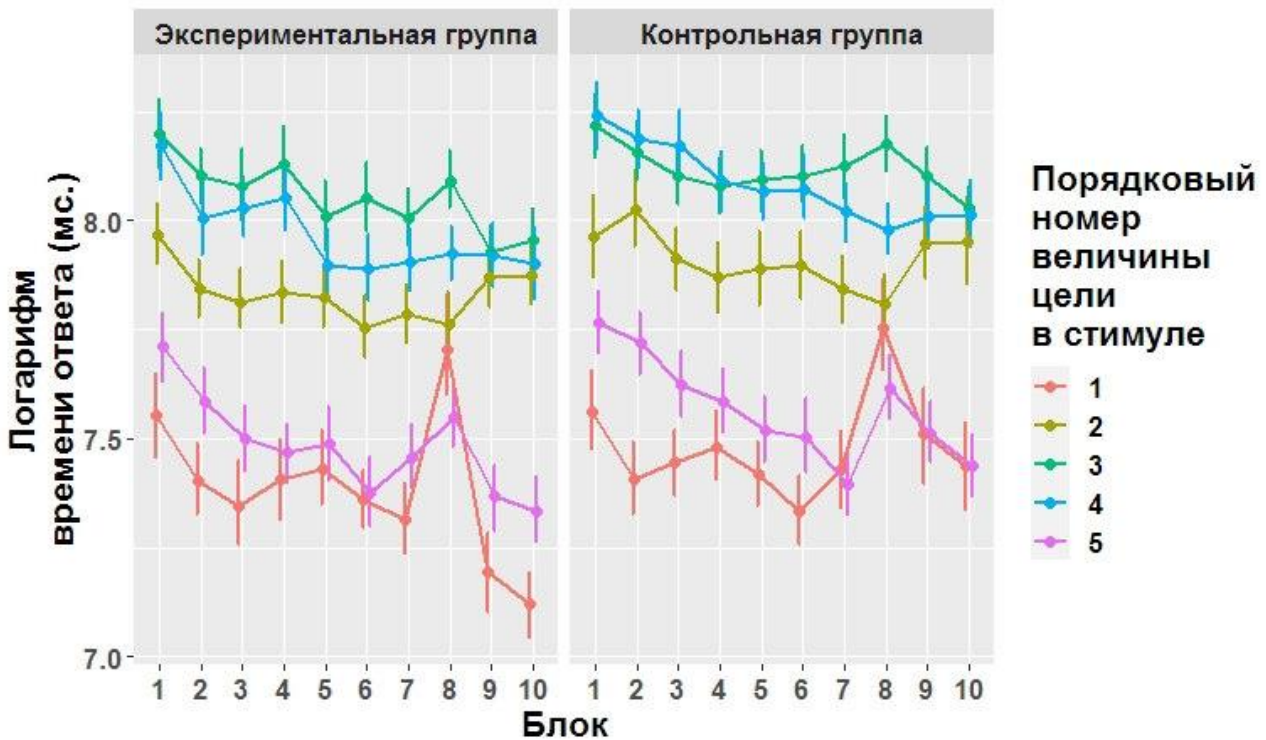
В основном анализе гипотеза об имплицитном усвоении относительной пространственной закономерности между элементами стимула не нашла подтверждения. Однако, как видно из дополнительного анализа, эффект имплицитного научения в данном случае может зависеть от сложности выполняемых заданий. Тот факт, что в нашем исследовании эти два вида задач оказались перемешаны в одной исследовательской процедуре, мог привести к существенному снижению эффективности научения; это, вероятно, объясняет, почему в дополнительном анализе при проверке первой гипотезы для «сложных» задач основной результат взаимодействия факторов оказался значим только на уровне статистической тенденции. Поэтому мы склонны считать, что полученные результаты все же говорят в пользу того, что для «сложных» задач наблюдается как ускорение при решении обучающих задач, соответствующих одной и той же пространственной схеме (положительный эффект научения), так и замедление при нарушении этой схемы (отрицательный эффект). Для «простых» задач научение не наблюдается. Мы полагаем, что это подтверждает нашу апостериорное предположение о том, что «сложные» задачи требуют более подробной обработки стимула и большего внимания для сравнения его элементов, в то время как «простые» задачи, связанные с определением позиций наибольшего или наименьшего элементов стимула, подразумевают возможность более беглой обработки визуальной информации о стимуле с вероятностью

«эффекта выскакивания». Отсутствие статистически значимого эффекта для решения «простых» задач в нашем эксперименте в общем соответствует результатам, полученным в парадигмах имPLICITного усвоения последовательности локаций и имPLICITного усвоения контекстной подсказки, на которые мы ссылались в начале обсуждения дополнительного анализа.

Таким образом, результаты дополнительного анализа данных первого эксперимента говорят в пользу возможности получения имPLICITного знания относительной пространственной закономерности при решении перцептивной задачи сравнения размера фигур на материале «сложных» задач. ИмPLICITный характер научения подтверждается выполнением критерия нулевой корреляции при оценке уверенности выбора в тестовой части, что было показано в основном анализе. Кроме того, согласно результатам основного анализа, правильные стимулы выбирались участниками обеих групп с примерно равной частотой. Таким образом, результаты дополнительного анализа демонстрируют, что приобретенное имPLICITное знание относительной пространственной конфигурации проявляется при продолжении решения «сложных» задач, содержащих элемент зрительного поиска. В то же время, научение не обнаруживается при решении задачи классификации, когда, предположительно, применение знания может носить более контролируемый характер. В силу отмеченных недостатков дизайна исследования и эксплораторного характера проведенного анализа, а также высокого значения  $p$ -уровня в дополнительном анализе, эти выводы носят предварительный характер и должны быть проверены в новом исследовании на независимой выборке.

### *Дополнительный анализ для эксперимента 2*

Схема анализа полностью повторяет описанный выше дополнительный анализ для первого эксперимента.



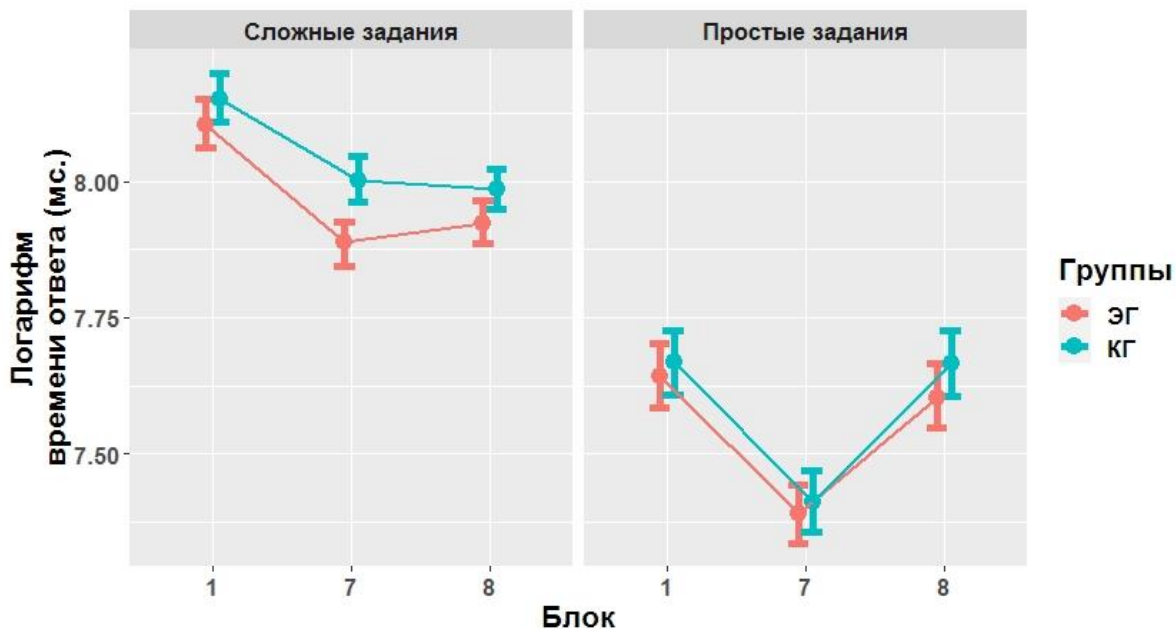
**Рис. 10.** Динамика логарифма времени решения по всем блокам основной части первого эксперимента в контрольной и экспериментальной группах в зависимости от величины цели в стимулах.

При анализе зависимости времени решения от типа сложности задачи и группы главный эффект сложности также оказался статистически высоко значимым ( $t(266,89) = -14,39; p < 0,001$ ), главный эффект группы – значим на уровне тенденции ( $t(233,15) = 1,85; p = 0,065$ ), взаимодействие факторов – незначимо ( $t(589,43) = -0,99; p = 0,324$ ). Как видно из рисунка 10, различия между сложностями заданий во втором эксперименте касается прежде всего крайнего или центрального положения целевой цифры по величине. Аномально высокое время решения простых задач в 8 блоке как в контрольной, так и в экспериментальной группе мы затрудняемся объяснить иначе, чем случайными особенностями стимульного материала (напомним, что порядок предъявления стимулов во всех блоках, кроме 8, был рандомизирован, в то время как в 8 блоке всем испытуемым в обеих группах предъявлялись одни и те же стимулы в одной и той же последовательности).

Далее, как и для первого эксперимента, мы использовали смешанную линейную модель для проверки гипотезы о том, что при решении «сложных» задач время решения в экспериментальной группе уменьшается сильнее, чем в контрольной. При сравнении времени решения заданий в 1 и 7 блоках в контрольной и экспериментальной группах как для «сложных» заданий, так и для «простых» значимым оказался только фактор блока ( $F(1;171) =$

80,81;  $p < 0,001$  для «сложных» и  $F(1;165) = 64,04$ ;  $p < 0,001$  для «простых»). Незначимыми оказались как фактор группы ( $F(1;171) = 2,41$ ;  $p = 0,1231$  для «сложных» и  $F(1;165) = 1,77$ ;  $p = 0,185$  для «простых»), так и взаимодействие факторов ( $F(1;171) = 1,55$ ;  $p = 0,215$  для «сложных» и  $F(1;165) = 1,02$ ;  $p = 0,315$  для «простых»). Таким образом, можно говорить, что динамика времени решения задач от 1 к 7 блоку в контрольной и экспериментальной группах примерно одинакова, и гипотеза 1 не находит своего подтверждения.

Аналогичным образом проверялась гипотеза о том, что при нарушении схемы решения время решения увеличится больше для сложных задач, чем для простых (в сравнении с контрольной группой). Для времени решения задач каждого типа в пробах 61-80 (блоки 7 и 8) в случае «сложных» задач никаких достоверных различий обнаружено не было ( $F(1;171) = 0,61$ ;  $p = 0,436$  для фактора блока,  $F(1;171) = 3,04$ ;  $p = 0,083$  для фактора группы и  $F(1;171) = 2,11$ ;  $p = 0,148$  для взаимодействия блока и группы). Аналогичный анализ для простых задач показал, что фактор блока является значимым ( $F(1,170) = 68,27$ ;  $p < 0,001$ ), однако ни фактор группы ( $F(1,170) = 1,57$ ;  $p = 0,212$ ), ни особенно интересующее нас взаимодействие факторов ( $F(1,170) = 0,08$ ;  $p = 0,781$ ) статистически незначимы. Результаты дополнительного анализа для второго эксперимента проиллюстрированы на рисунке 11.



**Рис. 11.** Логарифм времени решения простых и сложных задач в 1, 7 и 8 блоках основной серии в экспериментальной и контрольной группах во втором эксперименте.

### **Обсуждение дополнительного анализа для второго эксперимента**

Задача, решаемая испытуемыми в эксперименте 2, была мыслительной и заключалась в

сравнении чисел. Такой характер задачи предполагает более активное задействование высокоуровневых процессов обработки информации по сравнению с задачей эксперимента 1. Как и в первом эксперименте, эффект научения для «сложных» задач мог проявиться очень слабо из-за того, что в процедуре оказались перемешанными «простые» и «сложные» задачи. В результате анализа данных положительный эффект имплицитного научения обнаружен не был, а отрицательный эффект научения при нарушении закономерности составления стимулов проявился лишь на уровне тенденции. Если предположить, что научение могло происходить, но не было явно обнаружено в нашем исследовании, то полученные результаты согласуются с другими работами. Как указывает В.Ф. Спиридонов [Спиридонов, 2017], при решении мыслительных задач чаще наблюдается снижение результативности при изменении усвоенной схемы, т.е. явление отрицательного переноса. Полученные результаты также соответствуют результатам нашего эксперимента по усвоению аналогичной пространственной закономерности при решении анаграмм [Деева, Козлов, 2021], где удалось зафиксировать только отрицательный эффект усвоения схемы.

В эксперименте 2, как и в эксперименте 1, не удалось обнаружить проявления знания при решении задачи классификации новых стимулов. Выполнение критерия нулевой корреляции при решении задачи классификации в тестовой части говорит в пользу имплицитного характера полученного знания.

В целом можно сказать, что проведенный эксперимент указывает на возможность имплицитного усвоения относительной пространственной закономерности при семантическом характере сравниваемых стимульных элементов, однако нуждается в дополнительной проверке в независимом исследовании. Данный вывод сопоставим с результатами экспериментов при усвоении контекстной подсказки в задаче зрительного поиска, когда в качестве подсказки выступала четность чисел-дистракторов [Goujon et al., 2007].

## Общее обсуждение результатов дополнительного анализа

В результате эксплораторного анализа были выявлены различные поведенческие паттерны для решения «простых» задач поиска наименьшего и наибольшего элементов конфигураций и «сложных» задач, связанных с поиском промежуточных элементов. Результаты обоих экспериментов указывают на возможность проявления имплицитного знания пространственной закономерности при решении «сложных», но не при решении «простых» задач. Данная классификация не была предусмотрена на этапе планирования эксперимента.

Мы с осторожностью относимся к обсуждаемым ниже результатам, особенно для «простых» задач, на скорость решения которых могли, по нашему мнению, в значительной степени повлиять внешние характеристики отдельных стимулов.

Мы назвали используемую в нашем случае схему относительной и предполагаем, что репрезентация задачи могла включать знание о расположении элементов относительно самого маленького (или самого большого) элемента конфигурации. В этом случае для решения «сложных» задач испытуемым приходилось выполнять большее число сравнений, что требовало направления внимания не только на отдельные элементы стимула, но и их соотношения, что могло способствовать лучшему усвоению взаимосвязи локаций. Знание существующей пространственной закономерности оказывалось более релевантным для «сложных» задач, что может объяснять проявление научения именно при решении задач этого типа. Подобная точка зрения, касающаяся возможной двунаправленности влияния селективного внимания и имплицитного научения, высказывалась ранее в рамках парадигмы усвоения контекстной подсказки [Jiang, Chun, 2001]. В целом мы склонны рассматривать полученные нами результаты как косвенный аргумент в пользу важности селективного внимания, направленного на отдельные аспекты имплицитно усваиваемой закономерности. Подобные данные имеются в парадигмах усвоения искусственной грамматики [Xiujun, Wendian, 2016], выучивания последовательностей [Remillard, 2003] и контекстной подсказки [Jiang, Chun, 2001].

Тот факт, что для проявления эффекта имплицитного научения может потребоваться определенная «сложность» задач, может быть некоторым образом сопоставлен с теоретическим подходом, согласно которому не-беглость связывается с более глубокой обработкой информации и ее лучшим запоминанием [Alter et al., 2007]. Однако относительно влияния не-беглости на эксплицитное знание не существует единого мнения [Березнер, Горбунова, 2021]. Рассмотрение уровня сложности задачи как возможного модератора не-беглости в исследованиях имплицитного научения может, по нашему мнению, способствовать более глубокому пониманию взаимодействия имплицитных и эксплицитных процессов при решении задач.

Введенная нами относительность пространственной схемы может описываться также в терминах поворота конфигурации. Нам, к сожалению, неизвестны данные о возможности имплицитного усвоения пространственных закономерностей с точностью до поворота. Имеющиеся положительные результаты касаются лишь имплицитного *переноса* на случай

поворота эксплицитно заученной визуально-моторной последовательности [Tanaka, Watanabe, 2014, 2015]. Кроме того, в рамках парадигмы выучивания последовательностей была предпринята попытка переноса имплицитного пространственного знания при сохранении визуальной, но трансформации моторной последовательности; эффект научения обнаружен не был [Willingham et al., 2000]. Отметим, что в обоих указанных случаях поворот или трансформация схемы происходили только после предварительного обучающего этапа, на котором схема не меняла ориентации в пространстве, что дает более ясные представления о содержании знания. В нашем же случае усваиваться могла как одна схема, так и пять разных, определяемых локацией наименьшего элемента.

Если допустить, что в обоих наших экспериментах имплицитное научение для «сложных» задач действительно произошло, то оно проявлялось в изменении времени решения заданий, но не позволило испытуемым более успешно классифицировать новые стимулы относительно наличия выученной закономерности. Подобная ситуация типична для имплицитного усвоения контекстной подсказки в задаче зрительного поиска, где испытуемые демонстрируют уменьшение времени поиска для «старых» конфигураций, но при этом не могут отличить «старые» конфигурации от «новых». В абсолютном выражении научение (ускорение при усвоении схемы и замедление при ее нарушении) составило в нашем случае величину порядка 100 мс, что также сопоставимо с величиной научения в парадигме усвоения контекстной подсказки [Chun, Jiang, 1998].

Заметим при этом, что задача классификации, используемая нами в тестовой части, могла оказаться в данном случае недостаточно чувствительным измерительным инструментом для обнаружения эффекта имплицитного научения. Сам выбор типа задачи классификации, на наш взгляд, представляет отдельную и практически не исследованную на данный момент проблему. Кроме того, мы не исключаем возможности, что при усвоении относительной пространственной закономерности формирование знания, необходимого для успешной классификации стимулов, может оказаться непосредственно связанным с осознанием существующего правила.

Отсутствие значимых различий при решении задачи классификации как для прямых, так и для перевернутых стимулов, в сочетании со случайным уровнем частоты правильных решений, не позволяет сделать какие-либо выводы об абстрактности и содержании знания, если допустить, что научение действительно произошло. Наличие поворота усваиваемой схемы в стимулах основной части будет говорить в пользу абстрактного характера знания, а не запоминания



Деева Т.М., Козлов Д.Д. Знак или форма? Имплицитное усвоение... конкретных позиций. Однако, это утверждение, несомненно, требует более тщательного исследования. При этом усваиваться может как схема целиком, так и ее частные случаи, определяемые, например, положением наименьшего элемента. Кроме того, усваиваться могут и отдельные соотношения между локациями элементов стимула. Любой из описанных вариантов содержания знания может приводить к возникновению эффекта научения. Более точное определение содержания знания, скорее всего, потребует измерений на внутрисубъектном уровне, подобных проведенным для случая контекстной подсказки [Smyth, Shanks, 2008].

## Выводы

Запланированный анализ не выявил эффекта научения ни в одном из экспериментов. Дополнительный анализ основывался на предположении о неоднородности решаемых заданий.

Результаты дополнительного анализа говорят в пользу возможности имплицитного усвоения пространственной закономерности в процессе решения задач с элементом зрительного поиска.

Для «сложных» задач, подразумевающих более подробную обработку стимульной информации, были обнаружены свидетельства в пользу отрицательного эффекта имплицитного научения. Свидетельства положительного переноса были обнаружены только для задач на сравнение величин фигур, но не чисел.

Для «простых» задач не было обнаружено никаких свидетельств в пользу имплицитного научения. Поэтому дальнейшие выводы касаются только «сложных» задач.

Эффект имплицитного научения проявился на уровне тенденции в изменении времени решения поисковых задач, но не был обнаружен при решении задачи классификации новых стимулов.

Результаты, полученные при проведении дополнительного анализа, сопоставимы с результатами экспериментов по имплицитному усвоению контекстной подсказки.

Вопросы о степени абстрактности полученного знания и его содержании требуют дальнейшего изучения.

В связи с тем, что частичное подтверждение гипотезы было обнаружено только в дополнительном анализе, результаты имеют ряд ограничений и требуют дополнительной проверки.

## Литература

Березнер Т.А., Горбунова Е.С. Улучшение запоминания текста посредством изменения шрифтов: исследование Sans Forgetica // Психологические исследования. 2021. Т. 14. No. 78. 2. <http://psystudy.ru>.

Деева Т.М., Козлов Д.Д. Формирование абстрактного знания при имплицитном усвоении схемы решения анаграмм // Экспериментальная психология. 2021. Т. 14. No. 1. С. 95–107. DOI: 10.17759/exppsy.2021140103.

Спирidonov В.Ф. Прайминг и установка на материале мыслительных задач // Российский журнал когнитивной науки. 2017. Т. 4. No 1. С. 44–49. <http://www.cogjournal.ru>.

Alter A.L., Oppenheimer D.M., Epley N., Eyre R.N. Overcoming intuition: metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2007, 136(4), 569–576. DOI: 10.1037/0096-3445.136.4.569.

Chun M.M., Jiang Y. Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, 1998, 36, 28–71. DOI: 10.1006/cogp.1998.0681.

Cleeremans A. Connecting Conscious and Unconscious Processing. *Cognitive Science*, 2014, 1–30. DOI: 10.1111/cogs.12149.

Cleeremans A., Destrebecqz A. Real rules are conscious. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(1), 19–20. DOI: 10.1017/S0140525X05280019.

Cleeremans A., McClelland J.L. Learning the structure of event sequences. *Journal of experimental psychology. General*, 1991, 120(3), 235–253. DOI: 10.1037//0096-3445.120.3.235.

Conci M., Sun L., Müller H.J. Contextual remapping in visual search after predictable target-location changes. *Psychological Research*, 2011, 75(4), 279–289. DOI: 10.1007/s00426-010-0306-3.

Deroost N., Soetens E. Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures. *Psychological Research*, 2004, 70(2), 88–102. DOI: 10.1007/s00426-004-0196-3.

Deroost N., Soetens E. Spatial Processing and Perceptual Sequence Learning in SRT Tasks. *Experimental Psychology*, 2006, 53(1), 16–30. DOI: 10.1027/1618-3169.53.1.16.

Destrebecqz A., Cleeremans A. Temporal effects in sequence learning. In L. Jiménez (Ed.), *Advances in Consciousness Research*, 2003, Vol. 48. Attention and implicit learning, John Benjamins Publishing Company, 2003, 181–213. DOI: 10.1075/aicr.48.11des.

Dienes Z., Scott R. Measuring unconscious knowledge: Distinguishing structural knowledge and judgment knowledge. *Psychological Research*, 2005, 69(5-6), 338–351. DOI: 10.1007/s00426-004-0208-3.

Frensch P., Rüniger D. Implicit learning. *Current Directions in Psychological Science*, 2003, No.12, 13-18. DOI: 10.1111/1467-8721.01213.

Geyer T., Zehetleitner M., Müller H.J. Contextual cueing of pop-out visual search: when context guides the deployment of attention. *Journal of vision*, 2010, 10(5), 20. DOI: 10.1167/10.5.20.

Goujon A., Didierjean A., Marmèche E. Contextual cueing based on specific and categorical properties of the environment. *Visual Cognition*, 2007, 15(3), 257–275. DOI: 10.1080/13506280600677744.

Hikosaka O., Rand M.K., Miyachi S., Miyashita K. Learning of sequential movements in the monkey: Process of learning and retention of memory. *Journal of Neurophysiology*, 1995, 74(4), 1652–1661. DOI: 10.1152/jn.1995.74.4.1652.

Ivanchei I.I., Moroshkina N.V. The effect of subjective awareness measures on performance in artificial grammar learning task. *Consciousness and Cognition*, 2018, Vol. 57, 116–133. DOI: 10.1016/j.concog.2017.11.010.

Jiang Y., Chun M.M. Selective attention modulates implicit learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2001, 54(4), 1105–1124. DOI: 10.1080/713756001.

Kelly S.W., Burton A.M., Riedel B., Lynch E. Sequence learning by action and observation: Evidence for separate mechanisms. *British Journal of Psychology*, 2003, 94(3), 355–372. DOI: 10.1348/000712603767876271.

Kelly S.W., Wilkin K.A dual-process account of digit invariance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2006, 59, 1664–1680. DOI: 10.1080/17470210500303839.

McGeorge P., Burton A.M. Semantic processing in an incidental learning task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 1990, 42(3), 597-609. DOI: 10.1080/14640749008401239.

Newell B.R., Bright J.E.H. Evidence against hyperspecificity in implicit invariance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2002, 55A, 1109–112. DOI: 10.1080/02724980244000062.

Nissen M.J., Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 1987, No. 19, 1–32. DOI: 10.1016/0010-0285(87)90002-8.

Perruchet P., Pacton S. Implicit learning and statistical learning: One phenomenon, two approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 2006, 10(5), 233-238. DOI: 10.1016/j.tics.2006.03.006.

Perruchet P. Implicit learning. In J. Byrne (Ed.), *Cognitive psychology of memory. Learning and memory: A comprehensive reference*, Vol. 2. Elsevier, 2008. pp. 597-621.

Pothos E. The rules versus similarity distinction. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(1), 1-14. DOI: 10.1017/S0140525X05000014.

Reber A.S. Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1989, 118(3), 219–235. DOI: 10.1037/0096-3445.118.3.219.

Reber P.J., Batterink L.J., Thompson K.R., Reuveni B. Implicit learning: history and applications. In: A. Cleeremans, V. Allakhverdov, M. Kuvaldina (Eds.), *Implicit learning: 50 Years On*. Routledge, 2019. pp. 16-37.

Remillard G. Pure perceptual-based sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29(4), 581–597. DOI: 10.1037/0278-7393.29.4.581.

Rowland L.A., Shanks D.R. Attention modulates the learning of multiple contingencies. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2006, 13, 643–648. DOI: 10.3758/BF03193975.

Shanks D.R., Rowland L.A., Ranger M.S. Attentional load and implicit sequence learning. *Psychological Research*, 2005, 69, 369–382. DOI: 10.1007/s00426-004-0211-8.

Smyth A.C., Shanks D.R. Awareness in contextual cuing with extended and concurrent explicit tests. *Memory and Cognition*, 2008, 36, 403–415. DOI: 10.3758/MC.36.2.403.

Stoet G. PsyToolkit - A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 2010, 42(4), 1096–1104. DOI: 10.3758/BRM.42.4.1096.

Stoet G. PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. *Teaching of Psychology*, 2017, 44(1), 24–31. DOI: 10.1177/0098628316677643.

Sturz B.R., Brown M.F., Kelly D.M. Facilitation of learning spatial relations among locations by visual cues: Implications for theoretical accounts of spatial learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2009, 16(2), 306–312. DOI: 10.3758/PBR.16.2.306. DOI: 10.3758/PBR.16.2.306.

Tanaka K., Watanabe K. Implicit transfer of spatial structure in visuomotor sequence learning, *Acta Psychologica*, 2014, 153, 1–12. DOI: 10.1016/j.actpsy.2014.09.003.

Tanaka K., Watanabe K. Effects of learning duration on implicit transfer. *Experimental Brain Research*, 2015, 233, 2767–2776. DOI: 10.1007/s00221-015-4348-z.

Wagenmakers E.-J. A practical solution to the pervasive problems of p values. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2007, 14(5), 779–804. DOI: 10.3758/BF03194105.

Wierchoń M., Asanowicz D., Paulewicz B., Cleeremans A. Subjective measures of consciousness in artificial grammar learning task. *Consciousness and Cognition*, 2012, 21(3), 1141–1153. DOI: 10.1016/j.concog.2012.05.012.

Willingham D.B., Wells L.A., Farrell J.M., Stemwedel M.E. Implicit motor sequence learning is represented in response locations. *Memory and Cognition*, 2000, 28, 366–375. DOI:

Деева Т.М., Козлов Д.Д. Знак или форма? ИмPLICITное усвоение...  
10.3758/BF03198552.

Xiujun L., Wendian S. Influence of selective attention on implicit learning with auditory stimuli. Acta Psychologica Sinica, 2016, 48(3), 221-229. DOI: 10.3724/SP.J.1041.2016.00221.

Поступила в редакцию 23 ноября 2020 г. Дата публикации: 30 апреля 2022 г.

#### Сведения об авторах

*Деева Татьяна Михайловна.* Аспирант кафедры общей психологии, факультет психологии, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, ул. Московское шоссе, д. 34, 443086 Самара, Россия.

E-mail: [tatianadeeva@yandex.ru](mailto:tatianadeeva@yandex.ru)

*Козлов Дмитрий Дмитриевич.* Старший преподаватель департамента психологии, факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, д. 20, 101000 Москва, Россия.

E-mail: [ddkozlov@hse.ru](mailto:ddkozlov@hse.ru)

#### Ссылка для цитирования

Деева Т.М., Козлов Д.Д. Знак или форма? ИмPLICITное усвоение пространственной закономерности при сравнении величин чисел и фигур. Психологические исследования. 2022. Т. 15, № 82. С. 4. URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи: <https://doi.org/10.54359/ps.v15i82.1089>

***Deeva T.M.<sup>1</sup>, Kozlov D.D.<sup>2</sup> A sign or a shape? Implicit learning of spatial regularity in size comparison tasks using numbers or geometrical figures***

<sup>1</sup> Samara National Research University, Samara, Russia

<sup>2</sup> HSE University, Moscow, Russia

We are capable of finding out and learning spatial regularities in different layouts surrounding us. It may happen unconsciously while we are busy with other tasks, thus affecting our further actions. Nevertheless, spatial regularities are only acquired occasionally, and it remains unclear what exactly contributes to the implicit learning of such regularities. Is it possible to learn spatial regularities without motor activity? To what degree such learning is based on perceptual features of the perceived stimuli? The present study aimed to answer these questions. Participants of the two planned studies solved a set of simple tasks. In each study the stimuli were spatially organized in accordance with the same rule. The first study utilized a search task of a geometric figure of the specific size. The second one utilized numbers instead. Thus, the spatial regularity to be learned in the first study was based on perceptual features of the stimuli, whereas in the second study it was not. No learning effect was found neither in solution time nor in the classification task. Due to the heterogeneity of the task difficulty across the study an additional analysis was further applied. The tasks were divided into two categories: easy and difficult. It was found that the implicit learning of spatial regularity without motor component was available for difficult tasks only. The implicit learning effect was found with regards to the solution time, but not classification accuracy. For the tasks based on perceptual features in the first study, both positive and negative learning effects were found. For the tasks based on semantic features in the second study, only negative learning effects was detected. The results of the current study are discussed within the field of contextual cueing.

**Keywords:** implicit knowledge, learning of spatial regularity

## References

Berezner T.A., Gorbunova E.S. Improving text memorization by changing fonts: the study of Sans Forgetica. *Psychological Studies*, 2021, 14(78), 2. <http://psystudy.ru> (in Russian)

Deeva T.M., Kozlov D.D. Abstract Knowledge in Implicit Learning of Anagram Scheme. *Experimental Psychology (Russia)*, 2021, 14(1), 95-107. doi:10.17759/exppsy.2021140103 (in Russian)

Spiridonov V.F. Priming and Set in Problem Solving. *The Russian Journal of Cognitive Science*, 2017, 4(1), 44–49. <http://www.cogjournal.ru>.

Alter A.L., Oppenheimer D.M., Epley N., Eyre R.N. Overcoming intuition: metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2007, 136(4), 569-576. doi: 10.1037/0096-3445.136.4.569.

Chun M.M., Jiang Y. Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, 1998, 36, 28-71. doi:10.1006/cogp.1998.0681.

Cleeremans A. Connecting Conscious and Unconscious Processing. *Cognitive Science*, 2014, 1–30. doi:10.1111/cogs.12149.

Cleeremans A., Destrebecqz A. Real rules are conscious. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(1), 19–20. doi: 10.1017/S0140525X05280019.

Cleeremans A., McClelland J.L. Learning the structure of event sequences. *Journal of experimental psychology. General*, 1991, 120(3), 235–253. doi:10.1037//0096-3445.120.3.235.

Conci M., Sun L., Müller H.J. Contextual remapping in visual search after predictable target-location changes. *Psychological Research*, 2011, 75(4), 279–289. doi:10.1007/s00426-010-0306-3.

Deroost N., Soetens E. Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures. *Psychological Research*, 2004, 70(2), 88–102. doi:10.1007/s00426-004-0196-3.

Deroost N., Soetens E. Spatial Processing and Perceptual Sequence Learning in SRT Tasks. *Experimental Psychology*, 2006, 53(1), 16–30. doi:10.1027/1618-3169.53.1.16.

Destrebecqz A., Cleeremans A. Temporal effects in sequence learning. In L. Jiménez (Ed.), *Advances in Consciousness Research*, 2003, Vol. 48. Attention and implicit learning, John Benjamins Publishing Company, 2003, 181–213. doi:10.1075/aicr.48.11des.

Dienes Z., Scott R. Measuring unconscious knowledge: Distinguishing structural knowledge and judgment knowledge. *Psychological Research*, 2005, 69(5-6), 338–351. doi: 10.1007/s00426-004-0208-3.



Frensch P., Runger D. Implicit learning. *Current Directions in Psychological Science*, 2003, No.12, 13-18. doi:10.1111/1467-8721.01213.

Geyer T., Zehetleitner M., Muller H.J. Contextual cueing of pop-out visual search: when context guides the deployment of attention. *Journal of vision*, 2010, 10(5), 20. doi:10.1167/10.5.20.

Goujon A., Didierjean A., Marmeche E. Contextual cueing based on specific and categorical properties of the environment. *Visual Cognition*, 2007, 15(3), 257–275. doi: 10.1080/13506280600677744.

Hikosaka O., Rand M.K., Miyachi S., Miyashita K. Learning of sequential movements in the monkey: Process of learning and retention of memory. *Journal of Neurophysiology*, 1995, 74(4), 1652–1661. doi: 10.1152/jn.1995.74.4.1652.

Ivanchei I.I., Moroshkina N.V. The effect of subjective awareness measures on performance in artificial grammar learning task. *Consciousness and Cognition*, 2018, Vol. 57, 116–133. doi:10.1016/j.concog.2017.11.010.

Jiang Y., Chun M.M. Selective attention modulates implicit learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2001, 54(4), 1105–1124. doi:10.1080/713756001.

Kelly S.W., Burton A.M., Riedel B., Lynch E. Sequence learning by action and observation: Evidence for separate mechanisms. *British Journal of Psychology*, 2003, 94(3), 355–372. doi:10.1348/000712603767876271.

Kelly S.W., Wilkin K.A. A dual-process account of digit invariance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2006, 59, 1664–1680. doi: 10.1080/17470210500303839.

McGeorge P., Burton A.M. Semantic processing in an incidental learning task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 1990, 42(3), 597-609. doi: 10.1080/14640749008401239.

Newell B.R., Bright J.E.H. Evidence against hyperspecificity in implicit invariance learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2002, 55A, 1109–112. doi: 10.1080/02724980244000062.

Nissen M.J., Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 1987, No. 19, 1–32. doi:10.1016/0010-0285(87)90002-8.

Perruchet P., Pacton S. Implicit learning and statistical learning: One phenomenon, two approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 2006, 10(5), 233-238. doi:10.1016/j.tics.2006.03.006.

Perruchet P. Implicit learning. In J. Byrne (Ed.), *Cognitive psychology of memory. Learning and memory: A comprehensive reference*, Vol. 2. Elsevier, 2008. pp. 597-621.

Pothos E. The rules versus similarity distinction. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(1), 1-14. doi:10.1017/S0140525X05000014.

Reber A.S. Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1989, 118(3), 219–235. doi:10.1037/0096-3445.118.3.219.

Reber P.J., Batterink L.J., Thompson K.R., Reuveni B. Implicit learning: history and applications. In: A. Cleeremans, V. Allakhverdov, M. Kuvaldina (Eds.), *Implicit learning: 50 Years On*. Routledge, 2019. pp. 16-37.

Remillard G. Pure perceptual-based sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2003, 29(4), 581–597. doi:10.1037/0278-7393.29.4.581.

Rowland L.A., Shanks D.R. Attention modulates the learning of multiple contingencies. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2006, No. 13, 643–648. doi:10.3758/BF03193975.

Shanks D.R., Rowland L.A., Ranger M.S. Attentional load and implicit sequence learning. *Psychological Research*, 2005, 69, 369–382. doi:10.1007/s00426-004-0211-8.

Smyth A.C., Shanks D.R. Awareness in contextual cuing with extended and concurrent explicit tests. *Memory and Cognition*, 2008, 36, 403–415. doi:10.3758/MC.36.2.403.

Stoet G. PsyToolkit - A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 2010, 42(4), 1096-1104. doi: 10.3758/BRM.42.4.1096.

Stoet G. PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. *Teaching of Psychology*, 2017, 44(1), 24-31. doi: 10.1177/0098628316677643.

Sturz B.R., Brown M.F., Kelly D.M. Facilitation of learning spatial relations among locations by visual cues: Implications for theoretical accounts of spatial learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2009, 16(2), 306–312. doi:10.3758/PBR.16.2.306. doi: 10.3758/PBR.16.2.306.

Tanaka K., Watanabe K. Implicit transfer of spatial structure in visuomotor sequence learning, *Acta Psychologica*, 2014, 153, 1-12. doi:10.1016/j.actpsy.2014.09.003.

Tanaka K., Watanabe K. Effects of learning duration on implicit transfer. *Experimental Brain Research*, 2015, 233, 2767-2776. doi:10.1007/s00221-015-4348-z.

Wagenmakers, E.-J. A practical solution to the pervasive problems of p values. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2007, 14(5), 779–804. doi:10.3758/BF03194105.

Wierzchoń M., Asanowicz D., Paulewicz, B., Cleeremans A. Subjective measures of consciousness in artificial grammar learning task. *Consciousness and Cognition*, 2012, 21(3), 1141–1153. doi:10.1016/j.concog.2012.05.012.

Willingham D.B., Wells L.A., Farrell J.M., Stemwedel M.E. Implicit motor sequence learning is represented in response locations. *Memory and Cognition*, 2000, 28, 366-375. doi: 10.3758/BF03198552.

Xiujun L., Wendian S. Influence of selective attention on implicit learning with auditory stimuli. *Acta Psychologica Sinica*, 2016 48(3), 221-229. doi: 10.3724/SP.J.1041.2016.00221.

## Information about authors

*Deeva T.M.* Post-Graduate Student, Department of General Psychology, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, 443086 Samara, Russia.

E-mail: [tatianadeeva@yandex.ru](mailto:tatianadeeva@yandex.ru)

*Kozlov D.D.* Senior Lecturer, School of Psychology, Faculty of Social Sciences, HSE university, ul. Myasnitskaya 20, 101000 Moscow, Russia.

E-mail: [ddkozlov@hse.ru](mailto:ddkozlov@hse.ru)

To cite this article

Deeva T.M., Kozlov D.D. A sign or a shape? Implicit learning of spatial regularity in size comparison tasks using numbers or geometrical figures. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2022, Vol. 15, No. 82, p. 4. <https://psystudy.ru>