

УДК 159.953

## ЭФФЕКТ ИНТЕРФЕРИЮЩЕЙ ЗАДАЧИ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ КАТЕГОРИАЛЬНОГО НАУЧЕНИЯ<sup>1</sup>

© 2018 г. А. А. Котов<sup>1\*</sup>, Т. Н. Котова<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский институт “Высшая школа экономики”, департамент психологии, 101000, г. Москва, Армянский пер., д. 4, Россия.

<sup>2</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы, факультет психологии, 119571, г. Москва, просп. Вернадского, д. 82/1, Россия.

\* Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований.  
E-mail: al.kotov@gmail.com

\*\* Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований.  
E-mail: tkotova@gmail.com

Поступила 15.03.2017

**Аннотация.** Современные теории категориального обучения разделяют обучение простым правилам категоризации (на основе одного признака) и обучение комплексным правилам (по совокупности признаков). В многочисленных экспериментах при использовании во время обучения интерферирующих задач с разным содержанием было выявлено, что вербальная интерференция мешает обучению простым правилам категоризации, а невербальная интерференция затрудняет обучение комплексным правилам категоризации. Однако в этих исследованиях интерференция сопровождала все этапы обучения, что не позволяло обнаружить ее влияние на различные составляющие процесса обучения. В двух проведенных нами экспериментах перед участниками исследования ставилась задача категоризовать искусственно созданные изображения насекомых на основе простого или комплексного правила. При этом интерферирующие задания предъявлялись в начале или в середине процесса обучения. Было обнаружено, что обучение комплексным правилам замедлялось во время интерференции и продолжалось с прежней скоростью после ее окончания. Обучение простым правилам также замедлялось во время интерференции, но после ее окончания продолжалось с более высокой скоростью. Результаты экспериментов обсуждаются в рамках модели множественных систем обучения.

**Ключевые слова:** этапы категориального обучения, интерференция, категоризация, память, вербализация.

DOI: 10.7868/S0205959218010063

Категоризация является базовой когнитивной способностью, лежащей в основе как восприятия, так и обучения. Отнесение объекта к категории связано с распознанием отдельных категориальных признаков и приписыванием ему общих для категории свойств. Множество психологических теорий было предложено для объяснения когнитивных процессов, лежащих в основе категоризации, приобретения новых категорий и репрезентации категорий в сознании человека [13].

Научение новым правилам категоризации происходит благодаря участию качественно различных

систем обработки информации. Так, обучение простым правилам, в которых отнесение всех примеров к категориям осуществляется на основе одного перцептивного признака (например, цвета), задействует вербализацию этого правила. Даже если правило категоризации включает в себя два признака, связанных логическим правилом (желтый цвет И/ИЛИ округлая форма), как это было в ранних исследованиях категориального обучения [2], оно также может быть легко вербализовано. Однако обучение комплексным правилам, основанное на суммации наиболее частых значений нескольких перцептивных признаков, например, формы, цвета и размера, приводит к предпочтению невербального (как правило, визуального) формата для кодирования и хранения правила категоризации в памяти. Для объяснения

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2017 году, при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект №15-36-01328).

различий в приобретении и запоминании правил категоризации разного типа Г. Эшби предложил модель категориального обучения *COVIS*, в которой за выбор наиболее удобного формата переработки и сохранения результатов обучения соревнуются две системы – эксплицитная (вербальная) и имплицитная (невербальная) [1]. В настоящее время исследователи изучают, от каких условий зависит формирование простых и комплексных правил. Удобным методом изучения процессов формирования правил категоризации является метод интерференции, то есть одновременного выполнения двух задач, для выполнения которых необходимы общие ресурсы.

Так, в одной из первых работ на эту тему [16] участникам исследования нужно было выводить правило для категоризации цветных геометрических фигур, предъявленных на цветном фоне, на основе одного релевантного признака или трех. Одновременно с демонстрацией геометрических фигур слева и справа от них на небольшое время предъявлялись числа, различающиеся физическим размером и числовым значением. От участников исследования требовалось сначала дать ответ о категории, к которой относится геометрическая фигура (фигуры различались по одному признаку (простое правило) или сразу по трем признакам (комплексное правило)). Затем им нужно было вспомнить, с какой стороны геометрической фигуры предъявленные числа были больше (указывалось, по какому параметру нужно было их сравнить). Использованная интерферирующая задача была вариацией цифрового теста Струпа и требовала удержания в памяти двух измерений. Было обнаружено, что выполнение интерферирующей задачи ухудшало формирование простых правил и не ухудшало формирование комплексных. Последующие исследования прояснили характер такого влияния: интерферирующие задания, сильно “загружающие” рабочую память или функцию контроля, нарушают формирование простых правил [17; 11]; интерферирующие задания, требующие обработки визуально-пространственных характеристик стимулов, нарушают формирование комплексных правил [11].

**Проблема исследования.** Нарушения в формировании простых и комплексных правил категоризации могут вызывать не только интерферирующие задания, сопровождающие категориальное обучения от начала пробы (восприятия примера категории) и до ее конца (получения обратной связи), но и задания, предъявляемые на отдельных этапах каждой пробы. Формирование правил любого типа зависит от обратной связи, значение которой указывает, стоит ли сохранять в памяти выученную

информацию о сходстве примеров категории или нет. При формировании комплексных правил задержка в получении обратной связи нарушает формирование ассоциации между внешним видом объекта и содержанием обратной связи, и при времени задержки выше 2.5 с. уже нельзя сформировать категории с этим типом правила [9]. При этом для формирования простых правил ограничение на временной интервал до получения обратной связи отсутствует, поскольку используемая в этом случае вербальная рабочая память позволяет удержать небольшое количество выделенной в объекте информации достаточно продолжительное время.

Вместе с тем, вербальная система категориального обучения требовательна ко времени после получения обратной связи – если это время не будет предоставлено, будучи, например, занято выполнением другого задания, то не будет возможностей для анализа отношения содержания обратной связи (положительная она или отрицательная) к выделенной информации об объекте [10]. Для формирования комплексных правил не требуется время после получения обратной связи, поскольку обучение им происходит ассоциативно, не требует осознания связи релевантной информации с обратной связью.

Описанные результаты позволяют предположить, что использование интерферирующих заданий дает возможность исследовать не только структурные особенности формируемых правил, но и особенности динамики обучения. Так, в упомянутой выше работе Э. Валдрона и Г. Эшби [16] интерферирующие задания предъявляли участникам исследования не с самого начала, а лишь тогда, когда они на тренировочных пробах выполняли категоризацию с использованием разных типов правил. Авторы объясняли это тем, что предъявление интерферирующего задания с самого начала может оказывать неспецифическое влияние на обучение правилу любого типа, поскольку процесс обучения включает в себя, помимо этапа выведения правила, еще и этап выбора подходящей системы обработки информации.

При сравнении формы кривой обучения правилам разного типа можно отметить следующее: для простых правил у взрослых участников исследования кривая обучения быстро растет на начальных пробах и после нахождения и вербализации правила выходит на плато; для комплексных правил кривая плавно поднимается на всем протяжении обучения [11]. Таким образом, обучение простым и комплексным правилам имеет различную динамику, которая отражает качественные особенности приобретения знания в ходе обучения.

Однако при формировании правил обоих типов можно также выделить общие характеристики кри-вой обучения. Так, предположительно, самое нача-ло обучения характеризуется выбором оптимальной системы обучения и актуализацией соответствующих когнитивных функций. При этом, в начале обучения в памяти содержится очень мало информации о пра-виле категоризации, более важным для системы нау-чения является определение степени статистического распределения признаков. После этого этапа, когда выбрана система обучения, начинается этап отнесе-ния информации о распределении признаков с об-ратной связью, что позволяет системе уже формиро-вать конкретное правило категоризации и сохранять информацию о нем в памяти.

Исходя из описанных различий в динамике на-учения, целью нашего исследования было изуче-ние влияния интерферирующего задания на раз-ных этапах категориального обучения. Во всех перечисленных выше исследованиях интерфе-рирующие задания сопровождали процесс нахож-дения правила от начала предъявления примеров до окончания обучения. Уменьшение времени дей-ствия интерферирующего задания позволит оце-нить динамику обучения правилам разного типа не только во время, но и после окончания дей-ствия интерферирующего задания.

Согласно нашей гипотезе, эффект интерферирую-щей задачи на отдельных этапах обучения будет раз-личным в случае формирования простых и ком-плексных правил. В случае формирования простого правила интерферирующее задание временно по-мешает участникам исследования проверять гипоте-зы о релевантном значении признака, что может стимулировать их использовать речь для контроля над перемещением внимания и сохранением про-веренной информации в рабочей памяти. В связи с этим после прекращения интерференции наличие таковой сохраненной информации приведет к уско-рению обучения. При обучении комплексным пра-вилам использование такого средства, как речь, не может способствовать накоплению информации

о формируемой категории, поэтому после прекраще-ния действия интерферирующего задания скорость нау-чения не должна существенно измениться. По-скольку на начальных этапах науки оптимальная система науки еще не выбрана, влияние интер-ферирующего задания на этих этапах должно быть ниже, чем на последующих этапах.

## ЭКСПЕРИМЕНТ 1

### МЕТОДИКА

*Участники исследования.* В эксперименте принял участие 85 студентов начальных курсов (из них 62 женщины): 42 в контрольном условии и 43 в ус-ловии с интерферирующим заданием. Возраст участников варьировался от 17 до 29 лет ( $M = 21$ ).

*Задачи для категориального обучения.* Участники исследования получали задание на нахождение пра-вила категоризации объектов: разделения их на две группы. Объектами были рисунки вымышленных на-секомых, состоящие из следующих частей: лапки, го-лова, крылья, рисунок на спинке и брюшко. Полный набор изображений приведен в Приложении 1. Для каждой из частей насекомого были созданы два раз-личных изображения. Таким образом, мы предъяв-ляли участникам исследования объекты, которые различались по пяти признакам, и каждый признак принимал одно из двух значений. На основе разных сочетаний значений этих признаков мы создали два правила категоризации: простое правило (таблица 1) и комплексное правило (таблица 2).

В случае науки простому правилу изображе-ния двух групп различались лишь по одному при-знаку. Например, все объекты из одной категории имели лапки одной формы (значение “1” в та-блице 1), а объекты из второй категории – дру-гой (значение “0”). Остальные признаки были не-релевантными и принимали разные значения вне зависимости от отнесения объекта к группе. Для контроля эффекта материала мы изменяли реле-вантный признак: для части участников это была

Таблица 1. Структура категории для науки простому правилу в эксперименте 1 и 2

Категория 1						Категория 2					
№	лапки	голова	крылья	рисунок	брюшко	№	лапки	голова	крылья	рисунок	брюшко
1	1	1	1	0	0	6	0	1	1	0	0
2	1	0	0	1	1	7	0	0	0	1	1
3	1	1	0	1	0	8	0	1	0	1	0
4	1	0	1	0	1	9	0	0	1	0	1
5	1	1	0	0	1	10	0	1	0	0	1

**Таблица 2.** Структура категории для научения комплексному правилу в эксперименте 1 и 2

Категория 1						Категория 2					
№	лапки	голова	крылья	рисунок	брюшко	№	лапки	голова	крылья	рисунок	брюшко
1	1	1	1	1	0	6	0	0	0	0	1
2	1	1	1	0	1	7	0	0	0	1	0
3	1	1	0	1	1	8	0	0	1	0	0
4	1	0	1	1	1	9	0	1	0	0	0
5	0	1	1	1	1	10	1	0	0	0	0

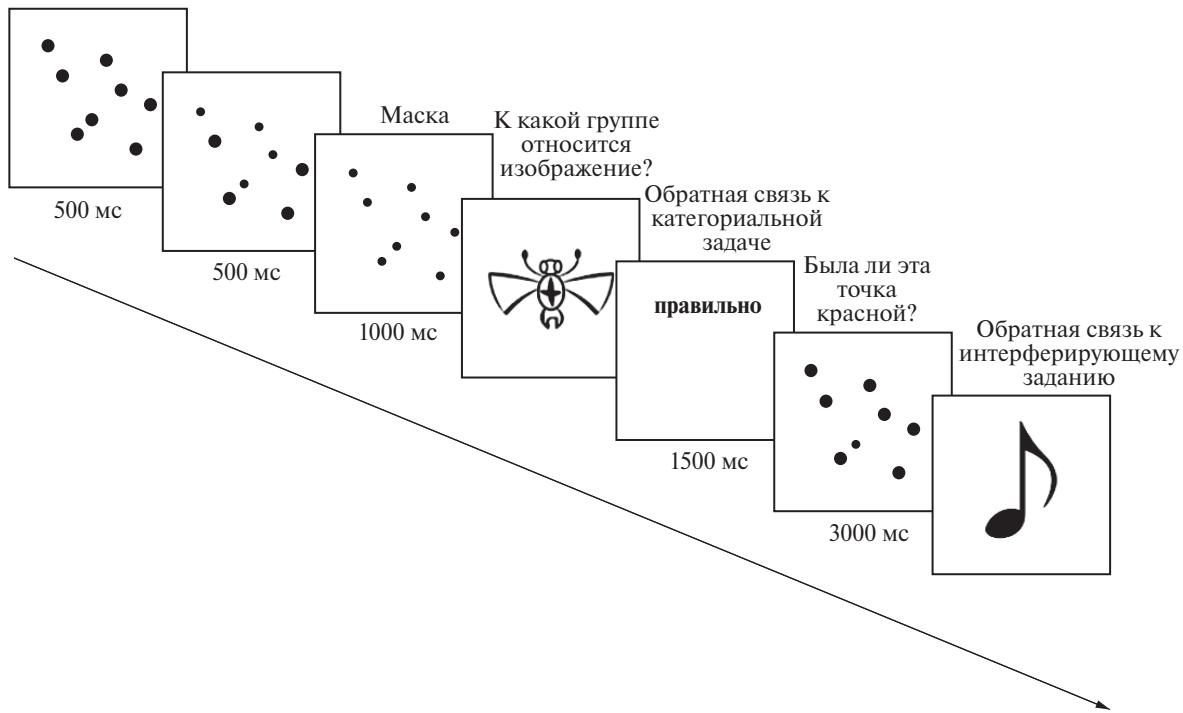
форма лапок, а для части – форма брюшка. Участникам исследования не сообщали о типе или свойствах формируемого правила.

При научении комплексному правилу изображение относилось к категории на основании четырех признаков из пяти (таблица 2). Участники исследования не могли вербализовать это правило даже после успешного научения, поскольку четыре признака варьировались от объекта к объекту.

*Интерферирующая задача.* Так как в нашем исследовании главной задачей было оценить влияние интерферирующей задачи на научение разным типам правил, мы не могли использовать различные интерферирующие задачи, как это было в описанных выше исследованиях, поскольку это создало бы дополнительное смешение с независимой переменной. В связи с этим мы использовали общее интерферирующее

задание, которое, как показали предыдущие исследования [11; эксперимент 1а], одновременно содержало компонент визуальной нагрузки на рабочую память и компонент нагрузки на функцию контроля (рис. 1). Его выполнение снижало успешность формирования как простых, так и комплексных правил. Главное отличие от предлагаемого нами материала заключалось в том, что в эксперименте С. Майлс и П. Минды [11] комплексные правила задавались двумя признаками с континуальным значением, а не пятью признаками с бинарным значением, как в нашем эксперименте.

*Процедура исследования.* В экспериментальной группе (далее обозначается как ИБ 1–2) участнику исследования в течение 500 мс демонстрировали набор из восьми точек серого цвета (интерферирующее задание). Затем четыре точки из этого набора на 500 мс изменяли свой цвет на красный

**Рис. 1.** Пример пробы с интерферирующим заданием

(на рис. 1 они изображены меньшими по размеру) и потом на 1000 мс они все становились красными. После этого участнику показывали в течение 5 секунд изображение насекомого, которое он должен был отнести к одной из двух категорий, нажав одну из двух клавиш. После ответа он получал обратную связь на 1500 мс в виде слова “Правильно” или “Неправильно” в центре экрана. Затем ему демонстрировали первоначальный набор точек, на котором теперь одна из восьми была красного цвета. Задачей участника было вспомнить, была ли эта точка среди четырех красных точек в начале. В половине проб правильным ответом было “Да”, в половине – “Нет”. На это задание он отвечал с помощью других клавиш и получал обратную связь в форме звука разной высоты, поскольку в такой форме обратная связь не вызывает дополнительного верbalного кодирования. Всего в данном блоке предъявлялось по 10 изображений насекомых из двух категорий в случайном порядке. Затем следовал второй аналогичный блок заданий. А затем предъявлялись еще 6 блоков, также содержащих по 10 изображений насекомых из двух категорий в случайном порядке, но без интерферирующих заданий. На протяжении 8 блоков участнику нужно было научиться одному правилу категоризации.

В контрольной группе все 8 блоков выполнялись без интерферирующего задания.

Половина участников экспериментальной группы и половина участников контрольной группы обучалась простому правилу категоризации, а вторая половина – комплексному правилу категоризации.

В эксперименте использовался смешанный факторный план  $2 \times 2 \times 8$ . Две независимые переменные – тип правила (простое или комплексное) и наличие интерференции – были межсубъектными. Фактор номера блока обучения был внутрисубъектным. Зависимой переменной была успешность категоризации – доля правильных ответов по блоку из 10 заданий. Дополнительно мы оценивали время ответа при категоризации примеров (в случае правильных и неправильных ответов) и успешность выполнения интерферирующего задания. Из обработки времени ответов исключались ответы за пределами двух стандартных отклонений (доля таких ответов составила меньше 3%). Предъявление материала и фиксация ответов происходила с помощью программы *PsychoPy 1.81.00* [14]. Результаты обучения обрабатывались дисперсионным анализом (*ANOVA*) с повторными измерениями. Применение дисперсионного анализа было возможным, поскольку, несмотря на отклонение в распределении оценок успешности обучения от нормального распределения (по тесту Бартлетта), различий дисперсий в сравниваемых

условиях с интерференцией и без нее (по критерию Ливена) по всей совокупности блоков, как в отношении успешности, так и в отношении времени ответа, не было обнаружено. Равенства дисперсий не было обнаружено в случае внутрисубъектного фактора блоков обучения, поэтому эти данные были дополнительны оценены по тесту сферичности Мокли и последующие расчеты производились с коррекцией степеней свободы по методу Гринхауса–Гайссера. Мы не сравнивали успешность обучения между правилами разного типа. Формирование простых и комплексных правил отличается количеством запоминаемых признаков, средним временем обучения и процессом обработки обратной связи, поэтому в исследованиях категориального обучения принято сравнение обучения в задачах с интерференцией лишь с контрольной группой, обучающейся правилу того же типа [11; 17].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА 1

### Успешность обучения правилу категоризации

Вначале сравнивалась общая успешность в группах, обучавшихся простым и комплексным правилам без интерференции и с интерференцией в первых двух блоках. Результаты отображены на графике (рис. 2). Как видно по графикам, интерферирующее задание действительно оказывало влияние на обучение простому и комплексному правилу: в экспериментальной группе при наличии интерференции в 1 и 2 блоках уровень успешности был близок к уровню случайных ответов (особенно при обучении комплексному правилу), и ниже уровня успешности в тех же блоках в контрольной группе (без интерференции).

Дисперсионный анализ показал значимые отличия успешности выполнения задания по всей совокупности блоков в случае формирования комплексного правила с интерференцией и без нее,  $F(1, 43) = 10.56, p < .01$ . В случае же формирования простого правила средняя успешность по всей совокупности блоков с интерференцией и без нее значимо не различалась,  $F(1, 38) = 1.60, p = .21$ . Взаимодействия между факторами блока обучения и условия не было обнаружено ни для простого, ни для комплексного правила,  $p > .1$ . Полученные результаты означают, что при формировании комплексного правила даже краткосрочное интерферирующее задание замедляет обучение, так что к концу интерференции оно достигает лишь уровня успешности, который можно увидеть на среднем этапе обучения в условиях без интерференции, в то время как при формировании простого, а значит легко вербализуемого

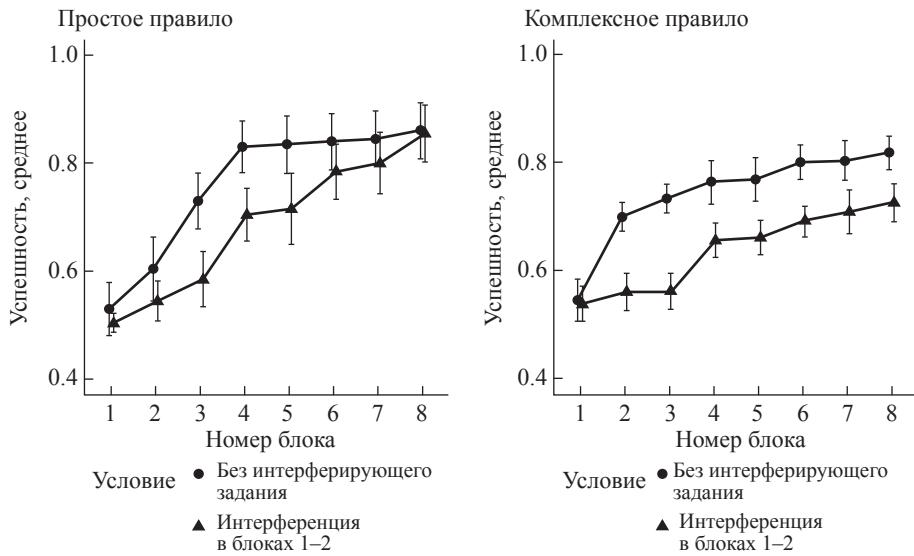


Рис. 2. Динамика научения правилам разного типа с интерферирующими заданиями в 1 и 2 блоках и без интерферирующего задания.

правила интерферирующее задание в начале научения не приводит к последующему замедлению научения.

Надо отметить, что несмотря на одинаковую общую успешность при формировании простого правила в условиях наличия интерферирующего задания и его отсутствия, участники исследования во время действия интерференции имели трудности с определением правила категоризации. Это видно по уровню успешности в третьем блоке научения, который был первым блоком без интерференции ( $M = 0.57$ ,  $SD = 0.23$ ). В этом блоке успешность в контрольной группе (без интерферирующего задания) была значимо выше ( $M = 0.73$ ,  $SD = 0.23$ ),  $t(38) = 2.01$ ,  $p < .05$ , чем в экспериментальной. Еще большая разница в успешности в третьем блоке была при научении комплексному правилу (контрольная группа —  $M = 0.73$ ,  $SD = 0.13$ ; экспериментальная группа ИБ1–2 —  $M = 0.56$ ,  $SD = 0.16$ ),  $t(43) = 3.96$ ,  $p < .001$ . Иными словами, обучение правилам категоризации было действительно задержано действием интерференции, настолько, что в третьем блоке участники продолжали обучение практически с уровня случайных ответов.

#### Успешность выполнения интерферирующего задания

Оценивалась успешность выполнения интерферирующего задания при формировании простого и комплексного правила категоризации. Так как интерферирующее задание предъявлялось на протяжении двух блоков, было вычислено среднее количество правильных ответов в 20 пробах. Как

видно из таблицы 3, успешность выполнения интерферирующего задания при наличии интерференции в 1–2 блоках была небольшой — участники давали больше трети неправильных ответов,  $M = 0.62$ . При этом различий в успешности выполнения интерферирующего задания при обучении простому и комплексному правилу не было,  $t(84) = 1.51$ ,  $p = .13$ . Его выполнение было одинаково сложным при обучении правилам разного типа.

Успешность выполнения интерферирующего задания в нашем эксперименте была значительно ниже, чем в эксперименте С. Майлс и П. Миндры [11], где успешность его выполнения в случае простых правил была 90%, а в случае комплексных 87%. Однако, в их эксперименте общая успешность выполнения интерферирующих заданий рассчитывалась по всем блокам научения. Низкий уровень успешности в нашем эксперименте, очевидно, был вызван тем, что участники еще не успевали адаптироваться к такому заданию, поскольку оно длилось относительно недолго. Кроме того, участники нашего исследования отмечали трудность при переходе от клавиш для ответа в задаче категоризации к клавишам для интерферирующей задачи. Поскольку материал для задачи категоризации содержал в нашем случае бинарные признаки, а в эксперименте С. Майлс и П. Миндры [11] количественные, то это, возможно, и вызывало указанные трудности переключения в форме ответа, так как бинарность значений признаков субъективно связывается с альтернативностью выбора при ответе.

Таблица 3. Успешность выполнения интерферирующего задания в эксперименте 1 и 2

Правило	Экспериментальная группа ИБ1–2			Экспериментальная группа ИБ3–4		
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Простое правило	40	0.59	0.18	36	0.69	0.18
Комплексное правило	46	0.65	0.17	42	0.67	0.18
Всего	86	0.62	0.18	78	0.68	0.18

Успешность научения простому и комплексному правилу в первых двух блоках была невысокой, поскольку участники исследования еще не увидели достаточного количества примеров каждой категории. Тем не менее, как видно по кривой научения (рис. 2), для простого правила успешность слегка увеличивалась от первого блока ко второму. Чтобы убедиться в том, что характер осваиваемого правила категоризации не отражается на выполнении интерферирующего задания, сравнивалась успешность выполнения интерферирующего задания в первом и втором блоках: как в случае простого правила, так и в случае комплексного, она не различалась,  $t(19) = 0.35$ ,  $p = .73$  и  $t(22) = 1.33$ ,  $p = .19$ , соответственно.

В целом, результаты первого эксперимента демонстрируют, что эффект краткосрочной интерферирующей задачи различается при научении простому и комплексному правилу. После ее прекращения участники исследования в условиях научения комплексному правилу начали научение с исходного уровня и с той же скоростью, что и в условиях без дополнительной задачи. В условиях научения простому правилу участники продолжили обучение с более высокой скоростью. Цель второго эксперимента состояла в том, чтобы оценить влияние интерферирующей задачи в середине обучения, когда, с одной стороны, уже выбрана специфическая система обучения с нагрузкой на релевантные ей когнитивные функции, а с другой стороны, правило категоризации уже содержит часть информации о категории.

## ЭКСПЕРИМЕНТ 2 МЕТОДИКА

**Участники исследования.** В эксперименте приняли участие 47 человек в возрасте от 18 до 24 лет ( $M = 21$ ), из них 33 женщины. В условиях научения комплексному правилу был 21 участник, а в условиях научения простому правилу – 26. Из последней группы были исключены данные 8 участников, поскольку они обнаружили правило категоризации до начала интерферирующего задания.

**Процедура исследования.** Для формирования простого и комплексного правила категоризации были использованы те же изображения насекомых, что и в первом эксперименте. Однако, интерферирующее задание предъявлялось не в первом и втором блоках, а на протяжении третьего и четвертого блоков (далее – экспериментальная группа ИБ3–4). Выбор этих блоков был продиктован тем, что в условии без интерференции только после второго блока участники при формировании правил двух типов выходили на уровень успешности научения выше уровня случайных ответов (50%) – выше 60% при научении простому правилу и выше 70% при научении комплексному. В то же время, как видно по графику кривой научения простому правилу, после 4 блока динамика обучения замедляется, уровень успешности незначительно растет до последнего блока. Надо отметить, что такого замедления после 4 блока не было при научении комплексному правилу (успешность монотонно увеличивалась до последнего блока), но это также говорит о том, что на данном этапе участники еще полностью не сформировали правило категоризации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА 2

### Успешность научения правилу категоризации

Дисперсионный анализ не выявил взаимодействия между факторами блока обучения и условием ни для простого, ни для комплексного правила,  $p > .1$ . При этом в результате дисперсионного анализа были обнаружены достоверные отличия в успешности научения по всей совокупности блоков в случае формирования комплексного правила,  $F(1, 41) = 10.34$ ,  $p < .01$ : при наличии интерференции успешность научения была ниже, чем в контрольной группе. Как и в первом эксперименте, когда интерференция возникала на начальных этапах обучения, участники исследования демонстрировали более низкую успешность категоризации в последних блоках после прекращения интерференции по сравнению с теми же блоками в контрольном условии. В случае формирования простого правила успешность по всей

совокупности блоков также была ниже, чем в контрольном условии,  $F(1, 36) = 4.75, p < .05$ . Таких различий в условиях научения простому правилу не было, напомним, в первом эксперименте, когда интерференция сопровождала начало научения.

При этом, данное различие касалось именно процесса научения в целом, в среднем по всем блокам. Если отдельно сравнить успешность в последнем, восьмом блоке научения, то в случае простого правила успешность в нем не различалась для условия с интерференцией ИБ3–4 и контрольного условия ( $M = 0.73, SD = 0.27$  и  $M = 0.86, SD = 0.23$ , соответственно),  $t(36) = 1.50, p = .14$ . В случае же научения комплексному правилу успешность в последнем блоке значимо различалась для условия ИБ3–4 и контрольного условия ( $M = 0.68, SD = 0.17$  и  $M = 0.81, SD = 0.14$ , соответственно),  $t(41) = 2.85, p < .01$ .

Дополнительно сравнивалась успешность научения в ближайшем блоке после окончания действия интерферирующего задания (в пятом блоке) в группе с интерференцией и без нее. При обучении обоим типам правил успешность была значимо ниже в условиях с интерференцией,  $t(40) = 3.32, p < .01$  и  $t(34) = 2.26, p = .02$ , соответственно. Таким образом, как и первом эксперименте, обучение каждому типу правил было задержано действием интерференции.

При сравнении успешности научения при наличии интерферирующих заданий в первом и втором экспериментах (ИБ 1–2 и ИБ 3–4, соответственно) было обнаружено, что при формировании простого правила успешность в экспериментальной группе ИБ3–4 ( $M = 0.62, SD = 0.24$ ) была ниже, чем

в группе ИБ1–2 ( $M = 0.69, SD = 0.25$ ),  $F(1, 288) = 5.60, p < .05$ . При формировании комплексного правила успешность научения в группе ИБ3–4 не отличалась от успешности научения в группе ИБ1–2,  $p > .5$ . Таким образом, только при формировании простого правила введение интерференции на более позднем этапе научения привело к более низкому уровню успешности по всей серии блоков.

Как видно из графика, успешность научения без интерференции была выше успешности при наличии интерференции в группе ИБ 3–4. Так, при обучении простому правилу разница была на уровне тенденции в третьем блоке,  $t(36) = 1.97, p = .056$ ; и уже статистически значимой в четвертом,  $t(36) = 3.42, p < .01$ . Научение комплексному правилу различалось как в третьем блоке,  $t(41) = 2.53, p < .05$ ; так и в четвертом,  $t(41) = 2.29, p < .05$ .

Если интерферирующее задание сопровождает обучение не с самого начала, как в условии ИБ1–2, а когда уже достигнут небольшой прогресс в формировании правила (ИБ3–4), то видно еще одно интересное различие между формированием правил разного типа. В условиях формирования простого правила после окончания действия интерференции успешность увеличивается в следующем блоке с  $M = 0.59$  до  $M = 0.68$ , а в условиях формирования комплексного правила, наоборот, снижается с  $M = 0.64$  до  $M = 0.57$ . Данные различия по критерию Стьюдента были значимы на уровне тенденции,  $p = .08$  и  $p = .06$ , соответственно. Но они потенциально могут указывать на важную особенность: при формировании простого правила интерферирующее задание все же позволяет

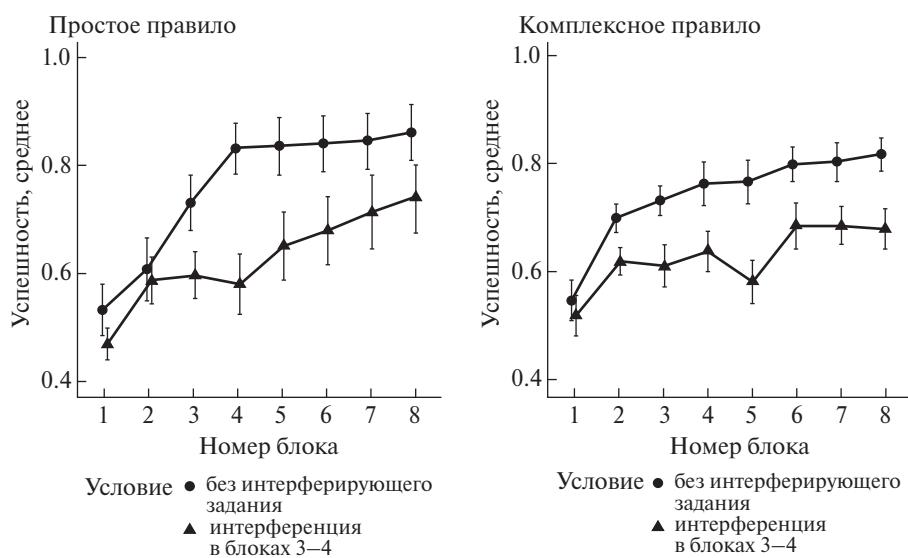


Рис. 3. Динамика научения правилам разного типа с интерферирующим заданием в 3 и 4 блоках (ИБ3–4) и без интерферирующего задания.

накапливать информацию о категории и использовать ее затем в подходящих обстоятельствах; а в случае комплексного правила конкурирующее задание вносит помехи при сохранении в памяти информации о категории.

### Успешность выполнения интерферирующего задания

В таблице 3 приведены данные об успешности выполнения интерферирующего задания для условия ИБ3–4. Общая успешность выполнения интерферирующего задания при формировании комплексного правила не отличалась от его успешности при обучении простому правилу,  $t(76) = 0.68, p = .50$ . Однако мы обнаружили, что различие в уровне успешности выполнения интерферирующего задания между группами ИБ1–2 и ИБ3–4 было значимым,  $t(162) = 2.17, p < .05$ . Как видно из таблицы 3, успешность его выполнения на начальном этапе категориального обучения (ИБ1–2) была ниже, чем на последующем этапе (ИБ3–4).

Кроме того, в отличие от первого эксперимента мы обнаружили, что успешность выполнения интерферирующего задания в первом блоке была ниже, чем во втором. Статистически значимым такое различие было в случае обучения комплексному правилу ( $M = 0.60, SD = 0.17$  и  $M = 0.74, SD = 0.17$ , соответственно;  $t(20) = 4.36, p < .001$ ). В обучении простому правилу такое же различие присутствовало на уровне тенденции ( $M = 0.65, SD = 0.16$  и  $M = 0.74, SD = 0.19$ , соответственно;  $t(17) = 2.05, p = .057$ ).

### Время ответа в ходе обучения правилу категоризации

Было проанализировано время ответа участников исследования при выборе категории, к которой относится предъявленное изображение насекомого,

в первом и втором экспериментах. Мы не разделяли время ответа в случае правильных и неправильных ответов, поскольку число последних сильно уменьшается к концу обучения, что затрудняет сравнение между блоками обучения. Во всех группах (контрольной, ИБ1–2 и ИБ3–4) и при обучении правилам разных типов дисперсионный анализ среднего времени ответа по серии блоков показал, что оно значимо уменьшалось от первого блока к последнему,  $p < .001$ . Этот эффект демонстрирует общий ход обучения.

При обучении комплексным правилам все три экспериментальные группы (ИБ1–2, ИБ3–4 и контрольная группа без интерференции) значимо различались по среднему времени ответа на протяжении всех блоков,  $F(2, 63) = 5.59, p < .01$ . Также обнаружено значимое взаимодействие между факторами группы и номера блока заданий в их влиянии на время ответа,  $F(1.4, 63) = 7.20, p < .01$  (поправка Гринхауса–Гайссера), выражющееся в том, что различия во времени ответа уменьшались к концу обучения. Постхок тесты по методу Тьюки показали значимые отличия во времени категоризации изображений при наличии и отсутствии интерферирующего задания: в группе ИБ1–2 ( $p = .007$ ) и в группе ИБ3–4 ( $p = .036$ ). По времени категоризации экспериментальные группы между собой не различались. Как видно из таблицы 4, при наличии интерферирующего задания (группы ИБ1–2 и ИБ3–4) категоризация изображений насекомых при обучении комплексному правилу происходит быстрее, чем при отсутствии интерференции.

При обучении простому правилу среднее время ответа в трех условиях обучения также значимо различалось,  $F(2; 55) = 5.40, p < .01$  и наблюдалось значимое взаимодействие,  $F(1.6; 55) = 10.34, p < .05$  (поправка Гринхауса–Гайссера), также выражющееся в том, что различия во времени ответа

**Таблица 4.** Время категоризации изображений насекомых в ходе категориального обучения, сек.

Блок	Простое правило			Комплексное правило		
	Без интерф. ( $N = 20$ )	ИБ 1–2 ( $N = 20$ )	ИБ 3–4 ( $N = 18$ )	Без интерф. ( $N = 22$ )	ИБ 1–2 ( $N = 23$ )	ИБ 3–4 ( $N = 21$ )
1	2.53 (1.25)	1.56 (0.49)	2.79 (0.80)	2.42 (0.79)	1.77 (0.51)	2.82 (1.07)
2	1.82 (1.11)	1.45 (0.38)	2.36 (1.10)	2.29 (0.69)	1.64 (0.61)	1.93 (0.91)
3	1.57 (0.86)	1.11 (0.42)	1.72 (0.34)	2.03 (1.00)	1.57 (0.69)	1.74 (0.47)
4	1.20 (0.66)	1.01 (0.40)	1.37 (0.40)	2.03 (0.90)	1.45 (0.66)	1.37 (0.44)
5	1.24 (0.60)	0.95 (0.40)	1.51 (0.51)	2.04 (1.11)	1.54 (0.61)	1.44 (0.58)
6	1.11 (0.57)	0.99 (0.47)	1.19 (0.50)	1.84 (0.90)	1.52 (0.65)	1.23 (0.43)
7	1.15 (0.60)	0.98 (0.44)	1.01 (0.42)	1.88 (1.00)	1.39 (0.63)	1.22 (0.49)
8	1.13 (0.51)	0.99 (0.48)	1.03 (0.48)	1.94 (1.00)	1.31 (0.53)	1.24 (0.48)
Общее время	1.47 (0.10)	1.13 (0.10)	1.62 (0.11)	2.06 (0.12)	1.53 (0.11)	1.62 (0.12)

уменьшались к концу обучения. Однако постхоктесты по методу Тьюки показали значимые отличия лишь между условием ИБ 1–2 и условием ИБ 3–4 ( $p = .007$ ). При наличии интерференции в середине обучения (ИБ 3–4) участники тратили на категоризацию изображений насекомых в ходе обучения простому правилу больше времени, чем при наличии интерференции в начале обучения (ИБ 1–2).

Подобная зависимость не была зафиксирована ранее в исследованиях категориального обучения с использованием метода интерференции.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В проведенном исследовании было обнаружено, что краткосрочная интерферирующая задача оказывает различное влияние на обучение простым и комплексным правилам. В целом, даже после прекращения выполнения интерферирующей задачи динамика обучения комплексным правилам не возвращалась к уровню, достигаемому при отсутствии интерференции. При этом выполнение интерферирующего задания останавливало категориальное обучение на все время действия интерференции и не позволяло сохранить уже обнаруженную информацию о правиле категоризации. В ходе же обучения простым правилам этого не происходило. Прекращение действия интерферирующего задания на начальном этапе обучения приводило к ускорению обучения, которое было столь значительным, что успешность обучения к концу обучения соответствовала той, которая достигается при отсутствии интерференции. Введение интерферирующего задания в середине обучения замедляло обучение простым правилам категоризации.

Таким образом, этап обучения, на котором вводится интерференция, более важен при обучении простым правилам, чем при обучении комплексным. Так, при формировании комплексных правил успешность обучения в случае введения интерферирующего задания, как на начальном, так и на более позднем этапе обучения, одинаково снижалась по сравнению с условием без интерференции, при этом ответы давались участниками быстрее, чем при отсутствии интерференции. При формировании же простых правил общее снижение успешности обучения после введения интерференции на более позднем этапе обучения было сильнее, чем при интерференции на раннем этапе. При этом при введении интерференции на более позднем этапе обучения участники тратили на категоризацию больше времени, чем при

отсутствии интерференции, а при наличии интерференции на начальном этапе обучения ответы давались участниками быстрее, чем при отсутствии интерференции.

Согласно гипотезе нашего исследования, выявленные различия между обучением простым и комплексным правилам категоризации могут объясняться тем, что формирование простых правил в большей степени опирается на вербальные средства, чем формирование комплексных правил. В настоящем эксперименте у формируемых категорий не было названий. Однако известно, что формирование правил разного типа зависит от возможности вербализации обратной связи: если название категории трудно произнести про себя, или в момент получения обратной связи от участника требуют проговаривания другого слова, это снижает успешность формирования простых правил, но не мешает формированию комплексных правил [5]. Также было показано, что при обучении простым правилам происходит вербальное кодирование знака категории даже тогда, когда оно не было предложено экспериментатором [5]. Можно предположить, что меньшее влияние интерферирующей задачи на начальном этапе обучения в случае простых правил связано с тем, что на данном этапе еще происходит выбор оптимальной системы обучения и, по-видимому, вербализация действует значительно реже, чем на следующем этапе обучения.

Таким образом, наши результаты позволяют дополнить описанные в литературе различия между двумя системами обучения в модели *COVIS* [1] новыми данными о способе переработки информации и формате сохранения результатов. Важным отличием между ними, как показывают наши результаты, выступает то, что они по-разному реагируют на помехи в ходе обучения. Система обучения комплексным правилам, эволюционно и онтогенетически более ранняя [12], является также и более инертной. Это обусловлено оптимальной для этой системы стратегией выделения в категоризуемых объектах инвариантного содержания: накопление информации о любых коррелирующих значениях признаков. При такой стратегии более ценным является расширение зоны поиска, а не скорость нахождения релевантной информации. Данная система обучения может выделять общее содержание в наблюдаемых объектах даже при отсутствии обратной связи (хотя в этом случае требуется значительное увеличение количества воспринимаемых объектов). В связи с этим, действие интерферирующих заданий в начале обучения и середине не различалось для данного типа

правил и сводилось к временной остановке в накоплении инвариантной информации.

Система приобретения простых правил работает в соответствии с другой стратегией. Поскольку в случае таких правил внимание перемещается с признака на признак, обучение управляется определенной целью — обнаружением релевантного признака. В ряде моделей категориального обучения, например, в модели *SUSTAIN* [6], в отличии от модели *COVIS*, придается гораздо большее значение цели обучения, чем структуре категории, поскольку длительное несоответствие обратной связи с целью может сигнализировать о наличии других, дополнительных категорий. Если при формировании простых правил такая релевантная информация будет найдена, это приведет к резкому увеличению положительной обратной связи и такому же снижению отрицательной. При этом нет необходимости сохранения в памяти всех предыдущих примеров, ориентации на одно значение будет достаточно. Ход обучения в этом случае не так монотонен, как при обучении комплексным правилам: он резко заканчивается с нахождением искомой информации — что и происходит в конце среднего этапа обучения. Этим объясняется различие в эффекте интерферирующей задачи на разных этапах обучения, существующее только в отношении простого правила: помещение интерференции в середину обучения приводит к большему снижению успешности, чем помещение её в начало.

Что касается формата сохранения результатов в разных системах обучения, то в случае обучения комплексным правилам их приобретение зависит лишь от количества воспринятых примеров, а не от состояния того, кто их воспринимает. Обучение же простым правилам не только зависит от разных целей, которые выдвигает обучающийся, но и от того, чем он располагает, чтобы ускорить и улучшить достижение данных целей. Вербализация в модели *COVIS* связана лишь с форматом сохранения результатов, но не с решением задачи обучения. В отличии от данной модели мы предполагаем, что качество поиска релевантной информации может быть значительно увеличено через устранение отдельных затруднений. Например, вербализация помогает при зрительном категориальном поиске сосредоточиться на типичных признаках объекта и игнорировать нетипичные [3; 15]. Вербализация отдельных свойств помогает сравнить несколько примеров, если их в данный момент нельзя увидеть непосредственно рядом друг с другом [7; 8]. Использование нескольких имен или словесных комбинаций по отношению

к одному объекту помогает опереться на еще более отдаленные воспоминания из другого контекста [4]. На основе полученных нами результатов можно предположить, что при обучении простому правилу категориализации возможность воспользоваться опорными средствами, такими как речь, позволяет продолжать накапливать информацию, несмотря на действие интерференции. Это и позволяет воспользоваться этой информацией в дальнейшем, после прекращения действия интерференции. Подобного не происходит при обучении комплексному правилу.

## ВЫВОДЫ

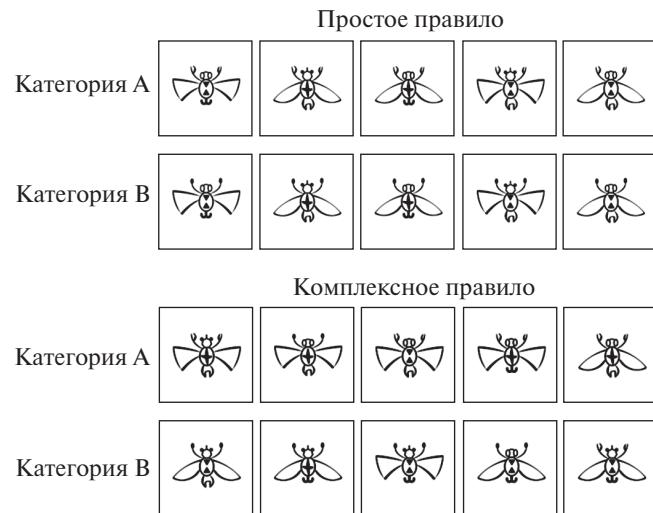
В проведенном исследовании впервые использовался метод краткосрочной интерферирующей задачи для обнаружения различий в категориальном обучении разным типам правил. Интерферирующая задача предъявлялась на непродолжительное время на этапах обучения, связанных с выбором системы обучения (начало обучения) и накоплением информации о правиле категориализации (середина обучения). Было обнаружено, что рост успешности обучения комплексным правилам замедлялся на время интерференции и продолжался с прежней скоростью после ее окончания. Успешность обучения простым правилам также не росла во время интерференции, но после ее окончания стала расти с более высокой скоростью, нежели в условии без интерференции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ REFERENCES

1. *Ashby F.G., Alfonso-Reese L.A., Turken A.U., Waldron E.M.* A neuropsychological theory of multiple systems in category learning // *Psychological review*. 1998. Vol. 105. № 3. P. 442–481.
2. *Bruner J.S., Goodnow J.J., Austin G.A.* A study of thinking. New York: Wiley. 1956.
3. *Gilbert A.L., Regier T., Kay P., Ivry R.B.* Support for lateralization of the Whorf effect beyond the realm of color discrimination // *Brain and language*. 2008. Vol. 105. № 2. P. 91–98.
4. *Huetting F., Mishra R.K., Olivers C.N.L.* Mechanisms and representations of language-mediated visual attention // *Frontiers in Psychology*. 2012. Vol. 3. P. 1–11.
5. *Kotov A.A., Kotova T.N., Vlasova E.F., Agrba L.B.* The role of labels in learning statistically dense and statistically sparse categories // *Higher School of Economics Research Paper*. 2015. № WP BRP 35/PSY/2015.

6. Love B.C., Medin D.L., Gureckis T.M. SUSTAIN: a network model of category learning // Psychological review. 2004. Vol. 111. № 2. P. 309.
7. Lupyan G., Spivey M.J. Making the invisible visible: verbal but not visual cues enhance visual detection // PLoS ONE. 2010a. Vol. 5. № 7. P. 114–152.
8. Lupyan G., Spivey M.J. Redundant spoken labels facilitate perception of multiple items // Attention, Perception, & Psychophysics. 2010b. Vol. 72. № 8. P. 2236–2253.
9. Maddox W.T., Ashby F.G., Bohil C.J. Delayed feedback effects on rule-based and information-integration category learning // Journ. of experimental psychology: learning, memory, and cognition. 2003. Vol. 29. P. 650–662.
10. Maddox W.T., Ashby F.G., Ing A.D., Pickering A.D. Disrupting feedback processing interferes with rule-based but not information-integration category learning // Memory & Cognition. 2004. Vol. 32. P. 582–591.
11. Miles S.J., Minda J.P. The effects of concurrent verbal and visual tasks on category learning // Journ. of experimental psychology: learning, memory, and cognition. 2011. Vol. 37. № 3. P. 1–20.
12. Minda J.P., Miles S.J. Learning new categories: adults tend to use rules while children sometimes rely on family resemblance // Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Hillsdale, NJ. 2009.
13. Murphy G. The big book of concepts. Cambridge: MIT Press. 2004.
14. Peirce J.W. PsychoPy – Psychophysics software in Python // Journ. Neurosci Methods. 2007. Vol. 162. № 1–2. P. 8–13.
15. Vales C., Smith L.B. Words, shape, visual search and visual working memory in 3-year-old children // Developmental Science. 2014. Vol. 1. P. 1–15.
16. Waldron E.M., Ashby F.G. The effects of concurrent task interference on category learning: Evidence for multiple category learning systems // Psychonomic bulletin & review. 2001. Vol. 8. № 1. P. 168–176.
17. Zeithamova D., Maddox W.T. Dual-task interference in perceptual category learning // Memory & Cognition. 2006. Vol. 34. № 2. P. 387–398.

**Приложение 1.** Примеры изображений двух категорий и двух правил (простое и комплексное)



## THE EFFECT OF INTERFERENCE TASK AT THE DIFFERENT STAGES OF CATEGORY LEARNING<sup>2</sup>

А.А. Kotov<sup>1\*</sup>, Т.Н. Kotova<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>*National Research University Higher School of Economics, Department of Psychology,  
101000, Moscow, Armyanskiy per., Bldg. 4, Russia;*

<sup>2</sup>*Russian Academy of National Economy and Public Administration,  
119571, Moscow, Vernadsky prosp., Bldg. 82/1, Russia;*

\**PhD (psychology), senior researcher, laboratory of cognitive research. E-mail: al.kotov@gmail.com*

\*\**PhD (psychology), senior researcher, laboratory of cognitive research. E-mail: tkotova@gmail.com*

Received 15.03.2017

*Abstract.* Current models of category learning differ unidimensional and complex category rules. Numerous studies using various types of interference task showed that unidimensional rule-based category learning can be disrupted by verbal interference, and complex rule-based category learning can be disrupted by nonverbal interference. However, in these studies, interference accompanied all stages of learning, which prevent to detect its influence on the different components of the learning process. In two experiments participants were to categorize artificially created stimuli according unidimensional or complex rules. The interference tasks were presented at the beginning or in the middle of the learning course. It was found that the complex-based rules learning slowed down during interference and continued at the previous rate after interference termination. The unidimensional rule-based learning also slowed down at the time of interference but after it stopped this type of learning continued at a higher rate. These results are discussed in relation to the COVIS model.

*Keywords:* stages of category learning, interference, categorization, memory, verbalization.

---

<sup>2</sup> The research was performed in the framework of the Program of fundamental research of the HSE in 2017, with the financial support of RFH (project № 15-36-01328).