

РОЛЬ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ВЫБОРЕ СТРАТЕГИИ КАТЕГОРИЗАЦИИ

Е.С. ЛУКЬЯНОВ*, А.А. КОТОВ

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

В данной работе мы изучали влияние формы организации обратной связи на выбор стратегии категоризации при формировании новых категорий. Испытуемых распределяли в одно из двух условий на основе соотношения семантики слова и обратной связи: в ожидаемом условии при правильном ответе предъявляли слова из семантической группы «радость», а при неправильном – из группы «грусть»; в неожиданном условии – наоборот. Согласно гипотезе: при неожиданном соотношении испытуемые будут предпочитать использовать в ходе научения один категориальный признак (стратегии типа «unidimensional bias»), а при ожидаемом соотношении испытуемые будут предпочитать использовать стратегию ориентации на совокупность признаков. Для определения стратегий научения мы использовали обратные кривые научения (backward learning curve). В результате наша гипотеза не подтвердилась: наиболее часто встречающейся стратегией в каждом условии была ориентация на один категориальный признак. Данные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния семантической организации обратной связи на выбор стратегии категоризации.

Ключевые слова: категории, категориальное научение, имплицитное научение, стратегия категоризации, обратная кривая научения, стратегия ориентации на один признак, прототип.

Введение

Категоризация – это когнитивный процесс, при котором воспринимаемые события и объекты на основании определенных признаков относятся к группам (Murphy, 2002) [15]. Человек в ходе жизни формирует множество категорий, необходимых ему для выбора действия или суждения в отношении каждого нового встреченного объекта. В ходе категоризации люди могут применять разные типы правил, определяющие то, как будет происходить выбор категориального или релевантного для категоризации признака. Часто тип выбранного правила зависит от свойств самих объектов категоризации. Так, если объекты сходны между собой в небольшом количестве признаков (в одном или максимум двух), то такое правило осо-

знается и вербализуется испытуемым при его применении (такой тип правила и задачу на его формирование традиционно называют «Rule-Based Category-Learning Task», далее – RB-правила) (Ashby & Valentin, 2017) [5]. При другом типе правила («Information-Integration Category-Learning Task», далее – II-правила) категоризация происходит на основе интеграции значений неограниченного количества признаков, и поэтому оно репрезентируется через кроссmodalный прототип, а не вербальное описание (Ashby & Valentin, 2017) [5]. Многочисленные исследования показали, что успешность формирования и использования RB-правил связана с работой селективного внимания и рабочей памяти, которые, в свою очередь, регулируются префронтальной корой (Ashby, Alfonso-Reese, Turken & Waldron, 1998 [6]; Maddox, Ashby, Ing & Pickering, 2004 [13]; Zeithamova & Maddox, 2006 [23]), в то время как II-правила – с имплицитным и процедурным научением – регулируются областью полосатого тела (Ashby & Ennis, 2006 [4]; Nomura et al., 2007 [16]). В настоящее время предложе-

© Лукьянов Е.С., Котов А.А., 2018

* Для корреспонденции:

Лукьянов Евгений Сергеевич
бакалавр, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

ны модели научения, самой популярной из которых является модель COVIS (Maddox & Ashby, 2004 [11]; Ashby & Maddox, 2011 [7]), описывающие формирование перцептивных категорий как выбор оптимального правила для данного набора примеров.

Правила и стратегии категоризации. В области категориального научения принято различать правила и стратегию научения. Данное различие было впервые описано Дж. Брунером и его коллегами в классическом исследовании формирования искусственных категорий (Bruner, Goodnow, & Austin, 1956) [9]. Так, они выделили четыре стратегии, оптимизирующие формирование разных по уровню сложности правил. Данные стратегии определяли то, как будет изменяться начальная гипотеза о правиле категоризации после получения положительной и отрицательной обратной связи. Описанные ими стратегии возможны лишь при формировании RB-правил, поскольку они требуют исключения не только отдельных значений, но и целых признаков. Для формирования II-правил, наоборот, необходима интеграция измерений и значений.

В настоящее время в психологии категориального научения и категоризации описаны другие стратегии. Их использование не всегда приводит к формально успешному выполнению задания. Чаще выбор стратегии обусловлен тем, что ее применение по разным причинам делает выполнение задания для человека более удобным и понятным. Так, например, при формировании II-правил люди часто используют стратегию ориентации на один признак, а не на их совокупность (unidimensional bias, далее – UD-стратегия) (Murphy, 2002 [15]; Wills et al., 2009 [21]; Ashby, Queller & Berretty, 1999 [8]), несмотря на то, что на протяжении всего научения это не позволит выполнять задание с увеличивающимся уровнем успешности. Преимущества такой эксплицитной стратегии состоит в том, что она поддерживает ожидания испытуемых относительно культурных практик, принятых для решения подобных задач: например, при сортировке предметов

мы часто полагаемся на отдельные признаки, а не на их совокупность, в то время как при другой задаче, например, предсказании признаков предметов на основе знания об их категории, провоцируется формирование прототипа (Yamauchi & Markman, 1998) [22]. Данная практика активно используется при школьном обучении, в котором обучающихся дополнительно просят вербализовать свои решения, что также невозможно при использовании II-правил. Испытуемые, которым предварительно сообщали легенду о каузальных связях между признаками и увеличивали осведомленность о категории, реже опирались на UD-стратегию при сортировке примеров, чем испытуемые без соответствующей легенды (Ahn, 1990) [3]. UD-стратегия также, очевидно, более удобна в начале категоризации новых примеров при высокой схожести заданных категорий (Ell & Ashby, 2006) [10].

UD-стратегия часто используется по умолчанию первой из других стратегий взрослыми испытуемыми, в отличие от детей в возрасте до 7–8 лет (Miles & Minda, 2009) [14]. Развитое произвольное внимание и способность к вербализации отдельных признаков у взрослых приводит к предпочтению такого способа решения, в котором, кроме всего прочего, легче контролировать ошибки при выполнении задания, осознавать их. Согласно модели COVIS (Maddox, Ashby, 2004) [11], использование RB-правил категоризации управляется более новой в эволюционном плане эксплицитной системой научения, которая в норме у взрослых испытуемых предпочитается чаще и в более широком круге значащих ситуаций, чем более древняя, имплицитная система научения (II-правила).

Стратегия категоризации и обратная связь при научении. Важную роль в обработке информации при формировании категорий играет обратная связь. Так, при временной задержке в получении обратной связи формирование II-правил и работа имплицитной системы обучения затруднены, и испытуемые прибегают к использованию

эксплицитных стратегий (Maddox, Ashby & Bohil, 2003 [12]; Smith, 2014 [20]). Для формирования RB-правил и работы эксплицитной системы время получения обратной связи не важно, но важно время на обработку обратной связи. Если это время занято выполнением другого задания, то из-за загрузки рабочей памяти научение будет также затруднено (Ashby et al., 1998 [6]; Maddox et al., 2004 [13]; Zeithamova & Maddox, 2006 [23]; Maddox et al., 2003 [12]). В случае отсутствия обратной связи вообще испытуемые склонны к использованию UD-стратегии (Ashby, Queller & Berretty, 1999) [8].

Прогрессивная и обратная кривые научения. Для анализа роста успешности научения в заданиях на категоризацию традиционно используют так называемую кривую научения, где по одной оси обозначены блоки или время научения (начиная с первой пробы), а по другой – успешность. Такой тип построения кривой называется прогрессивным (forward learning curves) и может быть использован для отображения роста успешности при любом типе правила. Недавно было замечено (Smith, & Ell, 2015) [19], что прогрессивная кривая научения искусственно сглаживает переход в формировании RB-правил. В отличие от формирования II-правил, для которых кривая научения даже у отдельных испытуемых обычно монотонно возрастает от первого блока до последнего, кривая формирования RB-правил у отдельных испытуемых

имеет скорее ступенчатый вид. Вначале испытуемые отвечают в течение нескольких блоков на уровне случайных ответов, а потом, найдя и осознав правило, – на одинаково высоком уровне успешности. Если же такие ответы отдельных испытуемых будут усреднены по группе испытуемых, то место перехода, приходящееся у разных испытуемых на разные блоки, приобретает плавный вид, неотличимый от вида кривой при формировании II-правил.

Для отображения на кривой не только уровня успешности, но и свойственного разным типам правил формы научения был предложен другой тип графика – обратная кривая научения (backward learning curves, далее – В-кривая научения, рис. 1). В этом случае усредненная успешность во всех блоках научения у каждого из испытуемых вначале соотносится с определенным критерием успешности (например, 0,8). Первый блок научения, в котором успешность достигла данного критерия, обозначается как нулевой блок. Дальше каждый блок научения нумеруется по отношению к данному блоку – ранние блоки с отрицательными значениями (-1, -2, -3 и т.д.), поздние – с положительными (1, 2, 3 и т.д.). Используя такой вариант обозначения блоков, индивидуальные кривые научения выравниваются относительно места в обнаружении правила, и если правило было по типу RB-правилом, то групповая кривая научения по-прежнему будет иметь ступенчатый вид.

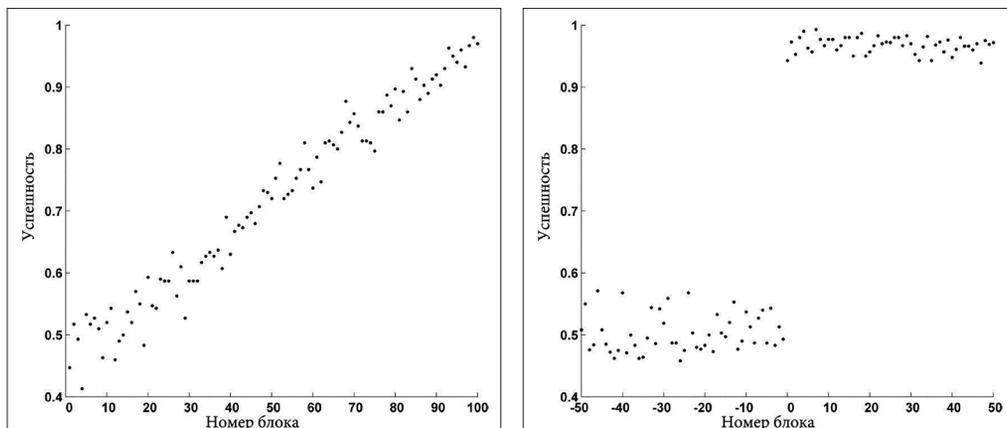


Рис. 1. Пример прогрессивной кривой научения (слева) и В-кривой научения (справа), рисунки из статьи Smith & Ell, 2015 [19]

В-кривая научения может быть использована для обнаружения UD-стратегии при формировании II-правил. Если кривая при формировании II-правил будет иметь ступенчатый вид, то это означает, что испытуемые ориентируются на один признак, а не их совокупность.

Проблема исследования. В предыдущем исследовании (Покидышева, Котов, 2015) [1] было обнаружено, что предъявление дополнительной к обратной связи вербальной информации с эмоциональной семантикой оказывало влияние на успешность формирования RB-правил и не оказывало его на формирование II-правил. Испытуемые выполняли задание на категоризацию изображений с искусственными насекомыми на две группы, а в качестве обратной связи им предъявляли слова, напечатанные заглавными (при правильном ответе) или строчными (при неправильном) буквами. Слова были выбраны из базы эмоциональных ассоциаций на русскоязычной выборке и использованы в другом исследовании (Сысоева, 2010) [2]. Были отобраны слова с максимальными оценками ассоциаций по эмоциональным категориям, имеющим отношение к успешности научения: «грусть» и «радость».

В одном экспериментальном условии слова с семантикой радости предъявлялись при правильных ответах, а слова, связанные с семантикой грусти, – при неправильных (ожидаемое соотношение). В другом условии – наоборот (неожидаемое соотношение). В контрольном условии все слова принадлежали или к одной эмоциональной группе или к двум, то есть были в случайном соотношении с обратной связью. Авторы нашли, что испытуемые успешнее формировали RB-правила при ожидаемом соотношении, а при неожидаемом соотношении и в контрольном условии – менее успешно. При формировании II-правил, однако, различия в успешности между контрольным условием и условиями с разным соотношением не было.

Вместе с этим при дополнительном анализе успешности формирования

II-правил было установлено, что на начальных этапах научения успешность в условии с неожиданным соотношением была выше, чем при ожидаемом. Несмотря на то, что при анализе усредненных показателей успешности научения испытуемых, выполняющих II задания, различия в успешности научения в целом не было, можно предположить, что на начальных этапах научения более высокая успешность при неожиданном соотношении семантики слова с обратной связью вызвана использованием UD-стратегии. Структура II-категорий такова, что релевантные значения категории присутствуют в каждом признаке довольно часто (выше 70% случаев). Любой из отдельных признаков, на который испытуемый будет ориентироваться, приведет к уровню успешности выше 50%. Предпочтение UD-стратегии в условии с неожиданным соотношением семантики слова и обратной связи, возможно, вызвано тем, что данный вариант неудобен для проверки содержания гипотез о релевантных признаках: если в случае ошибки предъявляется слово с семантикой радости, то это может «зашумлять» оценку гипотез. Испытуемые могут увеличить уровень контроля при проверке таких гипотез, в частности, за счет дополнительной вербализации признаков объекта, что как раз присуще использованию UD-стратегии.

Описанный эксперимент не предполагал выявления используемых испытуемым стратегий, поэтому для проверки данного предположения мы решили провести новое исследование, целью которого было проверить влияние фактора соотношения компонентов обратной связи (указание на результат и семантики слова) на выбор стратегии категоризации. В настоящее время достаточно хорошо изучены и описаны различия в формировании разных типов правил категоризации, предложены модели переработки информации для каждого типа правил. Вместе с тем вопрос о соотношении правил и стратегий категоризации

обратил на себя значительно меньше внимания. Нам известно очень мало факторов (возраст испытуемых), которые вынуждают использовать стратегию категоризации, при том, что ее использование конфликтует с выбором оптимального правила. Наше исследование предлагает изучить в качестве такого фактора восприятие обратной связи. Поэтому предлагается изучить интересный случай, когда испытуемый столкнется не столько с задачей сформировать правило категоризации, сколько с выбором удобного способа поиска категориальной информации.

Мы не могли использовать материал и результаты предыдущего исследования, поскольку они были рассчитаны на небольшое количество блоков научения (шесть) и многие испытуемые достигали критерия успешности лишь к последнему блоку. Для выявления стратегии категоризации на основе обратной кривой научения нужно как минимум 10 блоков и более различимый вид признаков категории, чтобы каждый испытуемый мог к концу научения выполнить последовательно 2–4 блока с уровнем успешности выше определенного критерия.

Кроме удлинения научения, мы объединили в примерах категории RB-правила и II-правила: значение одного признака будет встречаться у каждого примера категории, то есть в 100% случаев (позволяя использовать RB-правила), а значения остальных признаков будут встречаться с вероятностью 80% (для использования II-правила). Признак, позволяющий использовать RB-правила, был разным для разных испытуемых, для контроля эффекта материала. Таким образом, можно было оценить, какой из типов правил будет предпочитаться испытуемым в разных условиях соотношения обратной связи, какую стратегию категоризации он выберет.

Дополнительно, поскольку вид кривой научения лишь косвенно говорит об используемой стратегии категоризации, мы расширили процедуру научения тестом, в котором испытуемые будут категори-

зировать примеры без обратной связи. В тестовых примерах мы создали конфликт между правилами: каждый тестовый пример будет содержать значение признака из категории А, связанного с RB-правилом, и значения признаков из категории В, связанные с II-правилом. По тому, на признаке какого из типов правил будет ориентироваться испытуемый, мы можем понять, придерживался ли он UD-стратегии на этапе научения.

Согласно нашей гипотезе, если при неожиданном соотношении обратной связи испытуемые будут чаще использовать UD-стратегию, чем при ожидаемом соотношении, то это приведет к ориентации на разное количество признаков и разной форме кривой научения и различному выбору категории тестовых объектов: 1) при неожиданном соотношении кривая научения будет иметь ступенчатый вид и выбор тестовых объектов будет происходить на основе признака, связанного с RB-правилом; 2) при ожидаемом соотношении – плавный вид кривой научения и признак, связанный с II-правилом.

Методика

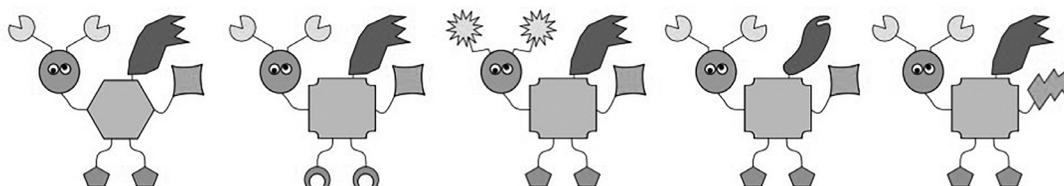
Испытуемые. В исследовании приняли участие 110 студентов 3-го курса, как психологических специальностей, так и непсихологических. Среди испытуемых было 94 женщины и 16 мужчин со средним возрастом 19,36 лет и стандартным отклонением 1,19, из них 59 человек (49 женщин и 10 мужчин) достигли критерия научения. В условии ожидаемого соотношения было 53 человека (44 женщины и 9 мужчин), в условии неожиданного – 57 (50 женщин и 7 мужчин). В случайном порядке испытуемые были распределены в две экспериментальные группы, соответствующие двум экспериментальным условиям. За участие в исследовании они получали баллы, частично необходимые для зачета. Из обработки результатов были исключены результаты тех испытуемых, которые

не достигли на последних трех блоках обучения уровня успешности, равного или выше 80%, и не удержались на уровне 70% или выше до конца обучения. Оценка планируемой численности выборки приведена ниже в разделе «План анализа». Анализ результатов теста происходил на выборке в 59 испытуемых (состав и отбор описаны в разделе «Результаты»), а анализ кривой обучения – на основе 49 испытуемых.

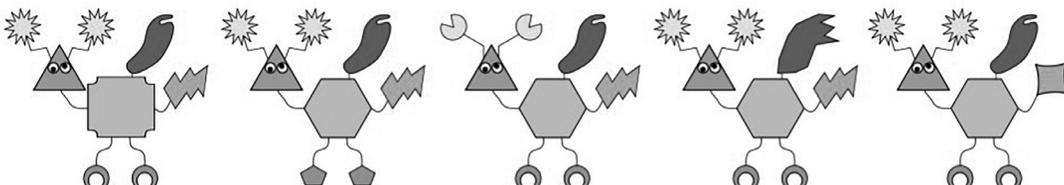
Материал: структура категорий. Испытуемым предъявляли на мониторе изображения искусственных существ, различающихся по шести признакам (а – антенна, b – крылья, с – хвост, d – туловище, e – ноги, f – голова) с двумя дискретными значениями (рис. 2 – примеры для науче-

ния и теста с категориальным признаком «голова»). В качестве признаков мы выбрали части объекта, различающиеся друг от друга по цвету и местоположению в пространстве. Например, крыло у объекта может быть разной формы – с округлым окончанием или угловатым, – и при этом оно отделено от других частей через пространственное расположение (тонкая линия от крыла к туловищу) и цвет (крылья разной формы окрашены в красный цвет). Остальные признаки устроены по такой же схеме – отделены линиями от других признаков и имеют различный цвет. Таким образом, мы «помогали» вниманию испытуемого определять количественный состав признаков (частей) объекта.

Научение: категория А



Научение: категория В



Тестовые примеры

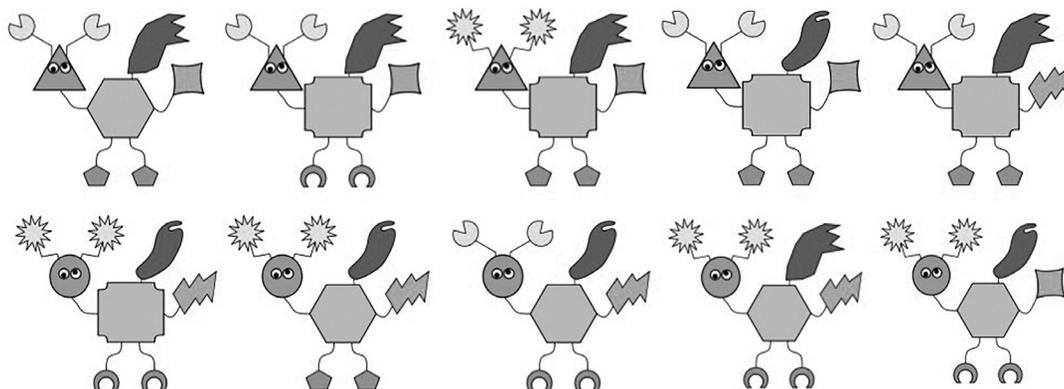


Рис. 2. Стимульный материал. Сверху – примеры категории А и В на этапе научения. Снизу – тестовые примеры

В каждой пробе изображение одного примера появлялось в центре экрана на время до 10 секунд. Распределение значений признаков организовано в две категории (табл. 1).

Таблица 1

Структура категорий. В столбцах обозначены признаки, а по строчкам – примеры. Примеры 1–10 предъясняются на этапе научения, примеры 11–20 – только на этапе тестирования

Стимулы	a	b	c	d	e	f
Категория А						
1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1
5	1	1	1	1	0	1
Категория В						
6	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0
8	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	1	0
Тест						
11	0	1	1	1	1	0
12	1	0	1	1	1	0
13	1	1	0	1	1	0
14	1	1	1	0	1	0
15	1	1	1	1	0	0
16	1	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	1
18	0	0	1	0	0	1
19	0	0	0	1	0	1
20	0	0	0	0	1	1

Один из признаков (форма головы или форма хвоста) имел одно постоянное значение у всех примеров категории. Например, у изображений категории А – голова круглая, у примеров категории В – треугольная. Таким образом, если испытуемые выберут UD-стратегию, то она приведет к максимальному росту успешности только при ориентации на постоянный признак.

Материал: обратная связь. Испытуемые отвечали, нажимая на одну из двух кнопок, соответствующую определенной категории. Сразу после ответа изображение исчезало с экрана и испытуемый видел слово, напечатанное заглавными или строчными буквами. Слово оставалось на

экране в течение 1,5 секунд. Регистр букв, по инструкции, был обратной связью: заглавные буквы означали правильный ответ (данный пример относится к выбранной категории), строчные – неправильный. Значение слова было признаком, на который испытуемый по инструкции может не обращать внимание. Слова были разделены на две группы: со значением «радость» или «грусть». Они были выбраны из базы ассоциаций на русскоязычной выборке (Сысоева, 2010) [2]: только слова с высокими значениями по данным категориям – список слов, использованных в качестве обратной связи, приводится ниже:

- Слова с семантикой «радость»: дружба, веселье, восторг, отдых, весна, ласка, доброты, букет, сладость, счастье, тепло, красота, блеск.

- Слова с семантикой «грусть»: тоска, обида, разлука, грусть, авария, больница, потеря, печаль, мучение, позор, скупка, измена, обман.

Испытуемые были в случайном порядке распределены в одно из двух условий. В одном условии соотношение обратной связи и семантики слова было привычным и ожидаемым: слова, ассоциированные со значением «радость», предъясняются в случае верных ответов испытуемого, а слова со значением «грусти» – в случае неверных. Во втором условии, наоборот, соотношение было непривычным и неожиданным: слова, ассоциированные со значением «радость», предъясняются в случае неверных ответов испытуемого, а слова со значением «грусти» – в случае верных.

Испытуемым демонстрировались изображения примеров на мониторе ноутбука с диагональю экрана 15 дюймов. Изображение каждого примера категории было ограничено 10 секундами, в течение которых испытуемому нужно дать ответ о принадлежности примера к категории. Для демонстрации стимульного материала и регистрации ответов испытуемых использовалась программа PsychoPy 1.85 (Peirce, 2007) [17]. На этапе научения испытуемые

категоризовали набор из 10 изображений, отвечая нажатием на одну из двух кнопок на стандартной клавиатуре. Длительность этапа научения составляла 10 блоков. Внутри блоков набор изображений предъявлялся в случайном порядке. Переход к следующей пробе происходил автоматически после предъявления обратной связи через 1,5 секунды после ответа. Если испытуемый не давал ответ в течение 10 секунд после появления изображения, то это оценивалось как неверный ответ. Слова для обратной связи были связаны с блоками – одна пара слов из двух эмоциональных категорий предъявлялась на протяжении одного блока. Порядок сочетания номера блока и пары слов варьировал.

Тест. После этапа научения испытуемые выполняли тестовое задание. В нем они классифицировали примеры категорий, но без обратной связи. Тестовое задание включало в себя старые примеры с обратным значением по постоянному признаку (признак *f*, табл. 1, примеры 11–20). Например, объект под номером 11 из таблицы 1 имеет большинство значений, позволяющих отнести его к категории А, но по постоянному признаку *f* он относится к категории В. Таким образом, в тесте все примеры имели конфликт между значениями большинства признаков и значением постоянного признака. Итого в тестовом задании было два блока по 10 проб.

Экспериментальный план и гипотезы. Независимой межсубъектной переменной на этапе научения был вариант соотношения обратной связи и семантики слова (ожидаемый и неожиданный). Зависимыми переменными были средняя успешность категоризации по блокам на этапе научения и ориентация на постоянный признак на этапе тестирования. Согласно гипотезе, неожиданное соотношение семантики слов с обратной связью приводит к использованию испытуемым UD-стратегии. Это должно выразиться в том, что В-кривая научения этих испытуемых будет иметь ступенчатый вид. В случае

ожидаемого соотношения семантики слов с обратной связью испытуемые будут скорее использовать стратегию ориентации на совокупность признаков, что приведет к плавному виду В-кривой научения.

Определение размера выборки. В ранее проведенном исследовании (Покидышева, Котов, 2015) [1] мы не получили значимых различий между условиями с ожидаемым и неожиданным соотношением обратной связи и с семантикой слова в II-категориях в целом по всем блокам научения. Однако различия в успешности, предположительно связанные с использованием стратегии, были замечены на первых двух блоках научения. Так, при ожидаемом соотношении слов с обратной связью средняя успешность по первым двум блокам составила $M=0,49$, $SD=0,26$ ($n=23$), а при неожиданном соотношении – $M=0,69$, $SD=0,31$ ($n=19$). Размер эффекта, вычисленный по *d*-Cohen, в итоге равнялся $d=0,664$. Определенная методом *post hoc* мощность критерия при данном размере эффекта, объеме выборки и уровне значимости (0,05) составила 0,678. Для получения такого же размера эффекта при минимальной мощности в 0,8 вычисленный априори размер выборки на каждое условие должен составить не менее $n=29$, а при мощности, равной 0,9, – $n=40$. Таким образом, для двух экспериментальных условий нам понадобилось бы минимум 58 испытуемых.

Результаты

Процесс подготовки «сырых данных». Для анализа использовались данные лишь тех испытуемых, кто сформировал категорию (достиг критерия научения) к 8-му блоку научения из 10. Результаты выполнения задания каждым испытуемым содержали данные об успешности в каждой пробе в каждом блоке научения (10 блоков по 10 проб). Далее по каждому испытуемому была рассчитана средняя успешность научения в каждом блоке (выражена в значении от 0 до 1). Данные по каждому испыту-

емому размещены здесь: <https://github.com/Mawrak/Raw-Data.git>.

Оценка успешности научения и определение стратегий категоризации в ходе научения. Для выбора нулевого блока при построении В-кривой научения был использован следующий критерий успешности научения: нулевым блоком считался тот блок, на котором испытуемый впервые достиг уровня успешности 80% (средняя успешность в блоке при формировании II-правил) и остался на уровне 70% или выше в течение как минимум трех последующих блоков. Данный критерий позволил построить В-кривые научения для испытуемых, использующих UD-стратегию, и исключить случайные колебания в уровне успешности. Далее все блоки научения были перенумерованы для каждого испытуемого: блок, на котором произошел переход на уровень 80%, был обозначен как блок с номером «0», все последующие блоки – «1», «2», «3» и т.д. Блоки ниже нулевого были обозначены как «-1», «-2», «-3» и т.д.

В дальнейшем при построении В-кривой данные усреднялись по всем испытуемым в экспериментальном условии и внутри каждого блока с одинаковым номером.

Кроме испытуемых, не достигших критерия обучения, из обработки были исключены 10 испытуемых, которые достигли критерия на первом блоке научения. На данных этих испытуемых невозможно выделить процесс научения, поэтому мы не могли их анализировать. В результате в условии ожидаемого соотношения осталось 26 испытуемых (22 женщины и 4 мужчины), в условии неожиданного соотношения – 23 (20 женщин и 3 мужчины), на данных которых была построена В-кривая научения (рис. 3). Несмотря на то, что количество испытуемых, на показателях которых была построена В-кривая научения, меньше, чем заявленное ранее (49 вместо 58), мы не стали добавлять новых испытуемых, поскольку результаты теста могли быть обработаны на тех испытуемых, которые не подходили для построения кривой.

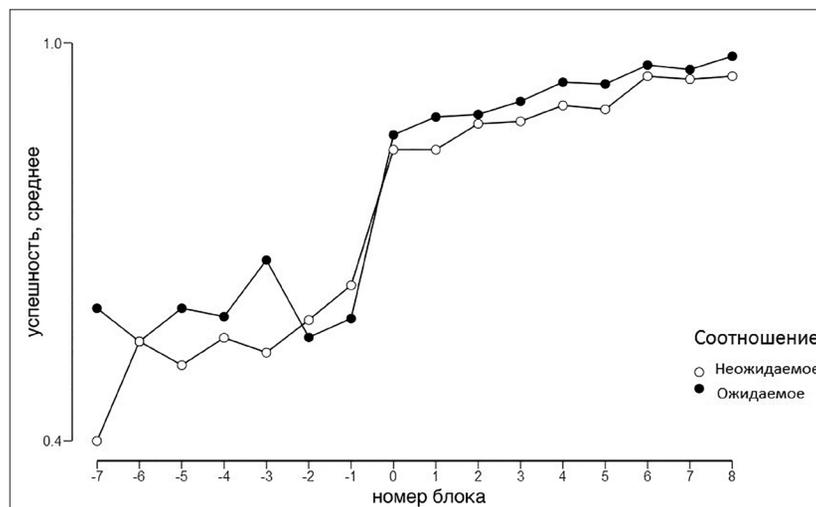


Рис. 3. В-кривая научения для испытуемых, достигших критерия научения

Для оценки различий между успешностью научения в указанном месте кривой мы использовали t-критерий Уилкоксона для связанных выборок, так как тест нормальности Шапиро – Уилка показал, что распределение успешности ответов не было нормальным. Сравнение успешности

в блоках -1 и 0 по t-критерию Уилкоксона в условии с ожидаемым соотношением показали значимые различия (блок -1: $M=0,584$, $SD=0,152$; блок 0: $M=0,856$, $SD=0,082$), $p<0,001$, $Cohen's\ d=-1,778$. Результаты t-критерия Уилкоксона для условия неожиданного соотношения также показали значи-

мые различия в успешности между этими блоками (блок -1: $M=0,635$, $SD=0,093$; блок 0: $M=0,839$, $SD=0,103$): $p<0,001$, Cohen's $d=-1,846$. Между двумя условиями не было существенных различий в размере эффекта. Таким образом, наши результаты показывают, что испытуемые в обоих экспериментальных условиях использовали UD-стратегию при научении.

Определение стратегий категоризации в ходе тестирования. Нами были проанализированы результаты тестирования для 59 испытуемых, достигших критерия научения. Для оценки результатов тестирования мы считали количество ответов в тесте с ориентацией на значение постоянного признака: если испытуемые в ходе научения формировали RB-правило и ориентировались на этот признак, то количество таких ответов будет близко к 100%; если они ориентировались на совокупность признаков, то количество таких ответов будет близко к 0%. Результаты теста учитывались снова лишь для испытуемых, достигших критерия научения. В результате мы обнаружили, что наиболее часто встречающимся результатом является ориентация на постоянный категориальный признак: в условии ожидаемого соотношения 60% испытуемых ориентировались на постоянный категориальный признак, в условии неожиданного соотношения – 48,28%. Всего 54,24% испытуемых ориентировались на категориальный признак. В то же время испытуемых, ориентирующихся на совокупность признаков, было 6,9% в неожиданном соотношении, 0% – в ожидаемом. Всего таких испытуемых было 3,39%. Это также подтверждает выводы, сделанные из анализа В-кривых научения: подавляющее число испытуемых в обоих условиях прибегало к UD-стратегии. Тест нормальности Шапиро – Уилка показал, что распределение не было нормальным ($p<0,001$). Сравнение средних оценок выполнения теста в двух условиях по U-критерию Манна – Уитни продемонстрировало, что условия между собой не различаются (ожидаемое

соотношение: $M=0,797$, $SD=0,319$; неожиданное соотношение: $M=0,666$, $SD=0,379$): $W=504,5$, $p=0,127$. Значит, различий между предпочтением UD-стратегии у испытуемых в двух условиях не было.

Обсуждение

В проведенном исследовании мы выясняли, влияет ли разная организация обратной связи на выбор стратегии категоризации. Мы предполагали, что в условии неожиданного соотношения обратной связи испытуемые будут предпочитать использование UD-стратегии (ступенчатый вид В-кривой научения и выбор тестовых объектов на основе одного категориального признака), в то время как при ожидаемом соотношении испытуемые не будут использовать эту стратегию. Данная гипотеза не подтвердилась, поскольку испытуемые предпочитали использовать UD-стратегию в каждом варианте обратной связи. Различий между формой В-кривых научения в двух условиях не было: в обоих условиях форма кривых имела ступенчатый вид. Согласно модели COVIS, это означает, что испытуемые опирались на эксплицитную систему категориального научения.

Как было упомянуто выше, предпочтение UD-стратегии обычно происходит из-за возраста испытуемых (у взрослых в отличие от детей), задержки обратной связи, возможности вербализации материала научения. В нашем экспериментальном плане можно исключить из этого лишь фактор задержки обратной связи (хотя, возможно, необычная форма ее предъявления также вносит помехи в обработку ее значения). Все испытуемые были взрослыми и значения каждого признака могли быть легко вербализованы (цвет и форма). В отличие от предыдущего нашего исследования, структура задания – распределение значений в признаках у примеров категорий – предоставляла возможность использовать как RB-правила, так и П-правила. Иными словами, испытуемым было легко выбрать

UD-стратегию, она не противоречила действиям испытуемого с самого начала решения задачи. Таким образом, все факторы в совокупности были важнее для выбора стратегии, чем созданные нами различия в соотношении компонентов обратной связи.

В предыдущем исследовании мы показали, что при прямом соотношении компонентов обратной связи испытуемые были более успешны в ходе формирования RB-категорий при обратном соотношении. А при формировании II-категорий различий в итоговой успешности не было при разных вариантах соотношения. В свете новых результатов текущего исследования мы можем исключить объяснение различий в успешности научения на начальных этапах решения задачи действием стратегии. По-видимому, формирование II-категорий в целом требует получения обратной связи за как можно меньшее время (Maddox, Ashby & Bohil, 2003) [12], но не чувствительно к вариациям в структуре обратной связи. Такие вариации имеют значение лишь для эволюционно более новой системы формирования RB-правил, которые часто формируются в контексте специального организованного обучения и коммуникации участников. В дальнейших исследованиях необходимо сосредоточиться на поиске других вариаций в компонентах обратной связи, релевантных разным задачам и целям научения именно RB-категориям.

Еще одним объяснением наших результатов могут быть косвенные данные об увеличении нагрузки на рабочую память и создании дополнительного вербального контекста (Ashby et al., 1998 [6]; Maddox et al., 2004 [13]; Zeithamova & Maddox, 2006 [23]; Maddox et al., 2003 [12]) в случае такой составной организации обратной связи. Действительно, при формировании RB-категорий зависимость от вербализации носит не только формальный характер; называние категорий или отдельных признаков помогает легче перемещать внимание и не отвлекаться на нерелевантные признаки или результаты проверки предыдущих ги-

потез. На самом деле, RB-категории вообще сильно включены в коммуникативный контекст: их часто передают в процессе общения (обращают внимание на локальные признаки), их запоминание легко поддерживается культурными средствами (повторение, запись, произношение вслух), их содержание легко поддается объяснению и развернутому лингвистическому описанию. Иными словами, вербализация содержания категорий и загрузка вербальной рабочей памяти в RB-категориях дополняют друг друга.

В отличие от них, II-категории, базирующиеся на прототипах, хуже поддаются речевому сопровождению: при вербальном описании их содержание будет искусственно уменьшаться до нескольких признаков (Murphy, 2002 [15]; Wills et al., 2009 [21]). В нашем эксперименте разнородность обратной связи была вызвана именно в вербальном плане: использованием синонимов для семантической категории одной из эмоций. Эта разнородность очень естественна в плане вербальной коммуникации, но менее естественна в плане перцептивного научения. Восприятие такой обратной связи испытуемыми, вероятно, привело к внутреннему проговариванию ими этих слов и, как следствие, и признаков, из которых состояли примеры. Возможным контролем этого эффекта могло бы быть использование вместо слов невербальных, визуальных свойств. Однако в этом случае, чтобы создать ожидаемые и неожиданные соотношения этих свойств с обратной связью, потребовалось бы дополнительное измерение ассоциаций таких свойств (например, образы, цвета, звуки) с восприятием обратной связи. В будущих исследованиях также возможно создать такое между частями обратной связи, которое будет более релевантно формированию именно II-категорий.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-18-01047 «Ранняя нейрокогнитивная диагностика одаренности».

Литература

1. Покидьшиева С.Н., Котов А.А. Соотношение семантики и коннотации в обратной связи при имплицитном и эксплицитном научении // В сб.: Материалы конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования». Под редакцией Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: Изд-во Институт практической психологии и психоанализа. – 2015. – С. 358–364.
2. Сысоева Т.А. Эмоциональный эффект Струпа и его связь с эмоциональным интеллектом // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2010. – Т. 7(4). – С. 117–125.
3. Ahn W. Effects of background knowledge on family resemblance sorting and missing features / In Proceeding of the Thirteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1990. – P. 203–208.
4. Ashby F.G., & Ennis J.M. The role of the basal ganglia in category learning // Psychology of Learning and Motivation. – 2006. – Vol. 46. – P. 1–36. doi: 10.1016/j.nlm.2011.08.006.
5. Ashby F.G., & Valentin V.V. The categorization experiment: Experimental design and data analysis / In E.J. Wagenmakers & J.T. Wixted (Eds.). Stevens handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience, Fourth Edition, Volume Five: Methodology. – New York: Wiley, 2018. – P. 307–333.
6. 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. doi: 10.1037/0033-295X.105.3.442.
7. Ashby F.G., Maddox W.T. Human category learning 2.0 // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2011. – Vol. 1224(1). – P. 147–161. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05874.x.
8. Ashby F.G., Queller S., & Berretty P.M. On the dominance of unidimensional rules in unsupervised categorization // Attention, Perception, & Psychophysics. – 1999. – Vol. 61(6). – P. 1178–1199. doi: 10.3758/BF03207622.
9. Bruner J.S., Goodnow J.J., & Austin G.A. A study of thinking. – New York: Willey, 1956. – 330 p.
10. Ell S.W., & Ashby F.G. The effects of category overlap on information-integration and rule-based category learning // Perception & Psychophysics. – 2006. – Vol. 68(6). – P. 1013–1026. doi: 10.3758/BF03193362.
11. Maddox W.T., & Ashby F.G. Dissociating explicit and procedural-learning based systems of perceptual category learning // Behavioural Processes. – 2004. – Vol. 66. – P. 309–332. doi: 10.1016/j.beproc.2004.03.011.
12. Maddox W.T., Ashby F.G., & Bohil C.J. Delayed feedback effects on rule-based and information-integration category learning // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. – 2003. – Vol. 29. – P. 650–662. doi: 10.1037/0278-7393.29.4.650.
13. 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(4). – P. 582–591. doi: 10.3758/BF03195849.
14. Miles S.J., & Minda J.P. Learning new categories: Adults tend to use rules while children sometimes rely on family resemblance // Proceedings of the Cognitive Science Society. – 2009. – Vol. 31(31). – P. 1518–1523.
15. Murphy G.L. The Big Book of Concepts. – Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002. – 568 p.
16. Nomura E.M., Maddox W.T., Filoteo J.W., Ing A.D., Gitelman D.R., Parrish T.B., Mesulam M.M., & Reber P.J. Neural correlates of rule-based and information-integration visual category learning // Cerebral Cortex. – 2007. – Vol. 17(1). – P. 37–43. doi: 10.1093/cercor/bhj122.
17. Peirce J.W. PsychoPy – Psychophysics software in Python // Journ. Neurosci. Methods. – 2007. – Vol. 162(1–2). – P. 8–13. doi: 10.1016/j.jneumeth.2006.11.017.
18. Posner M.I., & Keele S.W. On the genesis of abstract ideas // Journal of Experimental Psychology. – 1968. – Vol. 77(3). – P. 353–363.
19. Smith J.D., & Ell S.W. One giant leap for categorizers: One small step for categorization theory // PLoS ONE. – 2015. – Vol. 10(9). – e0137334. doi: 10.1371/journal.pone.0137334.
20. Smith J.D., Boomer J., Zakrzewski A.C., Roder J.L., Church B.A., & Ashby F.G. Deferred feedback sharply dissociates implicit and explicit category learning // Psychol. Sci. – 2014. – Vol. 25. – P. 447–457. doi: 10.1177/0956797613509112.

21. Wills A.J., Lea S.E., Leaver L.A., Osthaus B., Ryan C.M., Suret M.B., Bryant C.M., Chapman S.J., Millar L. A comparative analysis of the categorization of multidimensional stimuli: I. Unidimensional classification does not necessarily imply analytic processing; evidence from pigeons (*Columba livia*), squirrels (*Sciurus carolinensis*), and humans (*Homo sapiens*) // *Journal of Comparative Psychology*. – 2009. – Vol. 123(4). – P. 391–405. doi: 10.1037/a0016216.
 22. Yamauchi T., Markman A.B. Category learning by inference and classification. *Journal of Memory and Language*, – 1998. – Vol. 39. – P. 124–148. doi: 10.1006/jmla.1998.2566.
 23. Zeithamova D., & Maddox W.T. Dual-task interference in perceptual category learning // *Memory & Cognition*. – 2006. – Vol. 34(2). – P. 387–398. doi: 10.3758/BF03193416.
- References**
1. Pokidysheva SN, Kotov AA. Sootnosheniye semantiki i konnotatsii v obratnoy svyazi pri implitsitnom i eksplitsitnom nauchenii. V sb: Materialy konferentsii «Kognitivnaya nauka v Moskve: novyye issledovaniya». Pod redakt-siyey YeV Pechenkovoy, MV Falikman. Moscow: Izd-vo Institut prakticheskoy psikhologii i psikhoanaliza 2015: 358–364 (in Russian).
 2. Sysoyeva TA. Emotsional'nyy effekt Strupa i yego svyaz' s emotsional'nym intellektom. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki* 2010; 7(4):117–125 (in Russian).
 3. Ahn W. Effects of background knowledge on family resemblance sorting and missing features. In *Proceeding of the Thirteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1990: 203–208.
 4. Ashby FG, & Ennis JM. The role of the basal ganglia in category learning. *Psychology of Learning and Motivation* 2006; 46:1–36. doi: 10.1016/j.nlm.2011.08.006.
 5. Ashby FG, & Valentin VV. The categorization experiment: Experimental design and data analysis. In EJ Wagenmakers & JT Wixted (Eds). *Stevens handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience*, Fourth Edition, Volume Five: Methodology. New York: Wiley, 2018: 307–333.
 6. Ashby FG, Alfonso-Reese LA, Turken AU, & Waldron EM. A neuropsychological theory of multiple systems in category learning. *Psychological Review* 1998; 105(3):442–481. doi: 10.1037/0033-295X.105.3.442.
 7. Ashby FG, Maddox WT. Human category learning 2.0. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2011; 1224(1):147–161. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05874.x.
 8. Ashby FG, Queller S, & Berretty PM. On the dominance of unidimensional rules in unsupervised categorization. *Attention, Perception, & Psychophysics* 1999; 61(6):1178–1199. doi: 10.3758/BF03207622.
 9. Bruner JS, Goodnow JJ, & Austin GA. *A study of thinking*. New York: Wiley, 1956: 330.
 10. Ell SW, & Ashby FG. The effects of category overlap on information-integration and rule-based category learning. *Perception & Psychophysics* 2006; 68(6):1013–1026. doi: 10.3758/BF03193362.
 11. Maddox WT, & Ashby FG. Dissociating explicit and procedural-learning based systems of perceptual category learning. *Behavioural Processes* 2004; 66:309–332. doi: 10.1016/j.beproc.2004.03.011.
 12. Maddox WT, Ashby FG, & Bohil CJ. Delayed feedback effects on rule-based and information-integration category learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 2003; 29:650–662. doi: 10.1037/0278-7393.29.4.650.
 13. Maddox WT, Ashby FG, Ing AD, & Pickering AD. Disrupting feedback processing interferes with rule-based but not information-integration category learning. *Memory & Cognition* 2004; 32(4):582–591. doi: 10.3758/BF03195849.
 14. Miles SJ, & Minda JP. Learning new categories: Adults tend to use rules while children sometimes rely on family resemblance. *Proceedings of the Cognitive Science Society* 2009; 31(31):1518–1523.
 15. Murphy GL. *The Big Book of Concepts*: Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002: 568.
 16. Nomura EM, Maddox WT, Filoteo JW, Ing AD, Gitelman DR, Parrish TB, Mesulam MM, & Reber PJ. Neural correlates of rule-based and information-integration visual category learning. *Cerebral Cortex* 2007; 17(1):37–43. doi: 10.1093/cercor/bhj122.
 17. Peirce JW. PsychoPy – Psychophysics software in Python. *Journ Neurosci Methods* 2007; 162(1–2):8–13. doi: 10.1016/j.jneumeth.2006.11.017.

18. Posner MI, & Keele SW. On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology* 1968; 77(3):353–363.
19. Smith JD, & Ell SW. One giant leap for categorizers: One small step for categorization theory. *PLoS ONE* 2015; 10(9):e0137334. doi: 10.1371/journal.pone.0137334.
20. Smith JD, Boomer J, Zakrzewski AC, Roeder JL, Church BA, & Ashby FG. Deferred feedback sharply dissociates implicit and explicit category learning. *Psychol Sci* 2014; 25:447–457. doi: 10.1177/0956797613509112.
21. Wills AJ, Lea SE, Leaver LA, Osthaus B, Ryan CM, Suret MB, Bryant CM, Chapman SJ, Millar L. A comparative analysis of the categorization of multidimensional stimuli: I. Unidimensional classification does not necessarily imply analytic processing; evidence from pigeons (*Columba livia*), squirrels (*Sciurus carolinensis*), and humans (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* 2009; 123(4):391–405. doi: 10.1037/a0016216.
22. Yamauchi T, Markman AB. Category learning by inference and classification. *Journal of Memory and Language* 1998; 39:124–148. doi: 10.1006/jmla.1998.2566.
23. Zeithamova D, & Maddox WT. Dual-task interference in perceptual category learning. *Memory & Cognition* 2006; 34(2):387–398. doi: 10.3758/BF03193416.

THE ROLE OF FEEDBACK IN CHOOSING A CATEGORIZATION STRATEGY

E.S. LUKYANOV, A.A. KOTOV

National Research University Higher School of Economics, Moscow

In this paper, we studied the influence of the form of organization of feedback on the choice of a categorization strategy in the formation of new categories. The subjects were distributed into one of two conditions based on the ratio of the semantics of the word and feedback: in the expected condition, with the correct answer, words from the semantic group «joy» were presented, and if incorrect, from the group «sadness»; in an unexpected condition – the opposite. According to the hypothesis: with an unexpected ratio, the subjects will prefer to use one categorical attribute during the course of learning (strategies of the «unidimensional bias» type), and with the expected ratio, the subjects will prefer to use the strategy of orientation to a set of characters. To determine the strategies of learning, we used the backward learning curve. As a result, our hypothesis was not confirmed: the most common strategy in each condition was to focus on one categorical attribute. These results indicate the absence of influence of the semantic feedback organization on the choice of a categorization strategy.

Keywords: categories, categorical learning, implicit learning, categorization strategy, inverse learning curve, single feature orientation strategy, prototype.

Address:

Lukyanov E.S.
Bachelor,
National Research University Higher School of Economics