

## ■ экспериментальные сообщения ■

# Аффордансы и категории: одинаков ли эффект совместимости по отношению к объектам с разным категориальным статусом?

**Алексей Котов**

Лаборатория когнитивных исследований НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Артем Носов**

НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Аннотация.** В исследованиях, проводимых в рамках экологического подхода к познанию, показано, что при восприятии предмета автоматически активируется моторная программа, связанная с предоставляемыми этим предметом возможностями (аффордансами). Проявляется эффект совместимости: в задаче категоризации предметов по нерелевантному для моторного действия признаку ответ той же рукой, которой выполнялось бы действие с предметом, дается быстрее, чем ответ другой рукой. Однако неясно, влияет ли на проявления эффекта совместимости категориальный статус предмета (типичный/нетипичный представитель категории). В настоящем исследовании задача совместимости предварялась задачей на формирование категорий. Экспериментальной группе ( $n = 20$ ) предъявлялись искусственные изображения сковород, которые нужно было разделить на две категории; давалась обратная связь о правильности или ошибочности ответа. Предметы варьировались по высоте стенок (признак, релевантный для категоризации, но нерелевантный для моторного действия) и направлению ручки (признак, нерелевантный для категоризации, но релевантный для действия). Контрольной группе ( $n = 20$ ) данная задача не предъявлялась. Обе группы (экспериментальная — сразу после формирующей задачи) выполняли задачу на эффект совместимости: категоризовали сковороды по цвету ручки, давая ответ правой или левой рукой. Направление ручки (налево/направо) либо совпадало с той рукой, которой нужно было давать ответ (совместимые пробы), либо нет (несовместимые пробы). Высота стенок также варьировалась: она соответствовала типичным либо нетипичным представителям искусственно сформированной категории. В результате нам не удалось обнаружить влияние категориального статуса примера категории на эффект совместимости. Полученные результаты обсуждаются в контексте роли процесса научения в активации моторных программ.

**Контактная информация:** Алексей Котов, [al.kotov@gmail.com](mailto:al.kotov@gmail.com); 101000, г. Москва, Армянский пер., 4, корп. 2. Артем Носов, [nosov1995@gmail.com](mailto:nosov1995@gmail.com).

**Ключевые слова:** эффект совместимости, категориальное научение, категориальная репрезентация, аффордансы, типичность, моторные действия

© 2017 Алексей Котов, Артем Носов. Данная статья доступна по лицензии [Creative Commons “Attribution”](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) («Атрибуция») 4.0. всемирная, согласно которой возможно неограниченное распространение и воспроизведение этой статьи на любых носителях при условии указания автора и ссылки на исходную публикацию статьи в данном журнале в соответствии с канонами научного цитирования.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2017 году и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-00-02233 А), а также при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований ОГОН (проект № 15-36-01328).

Статья поступила в редакцию 22 мая 2017 г.

## Введение

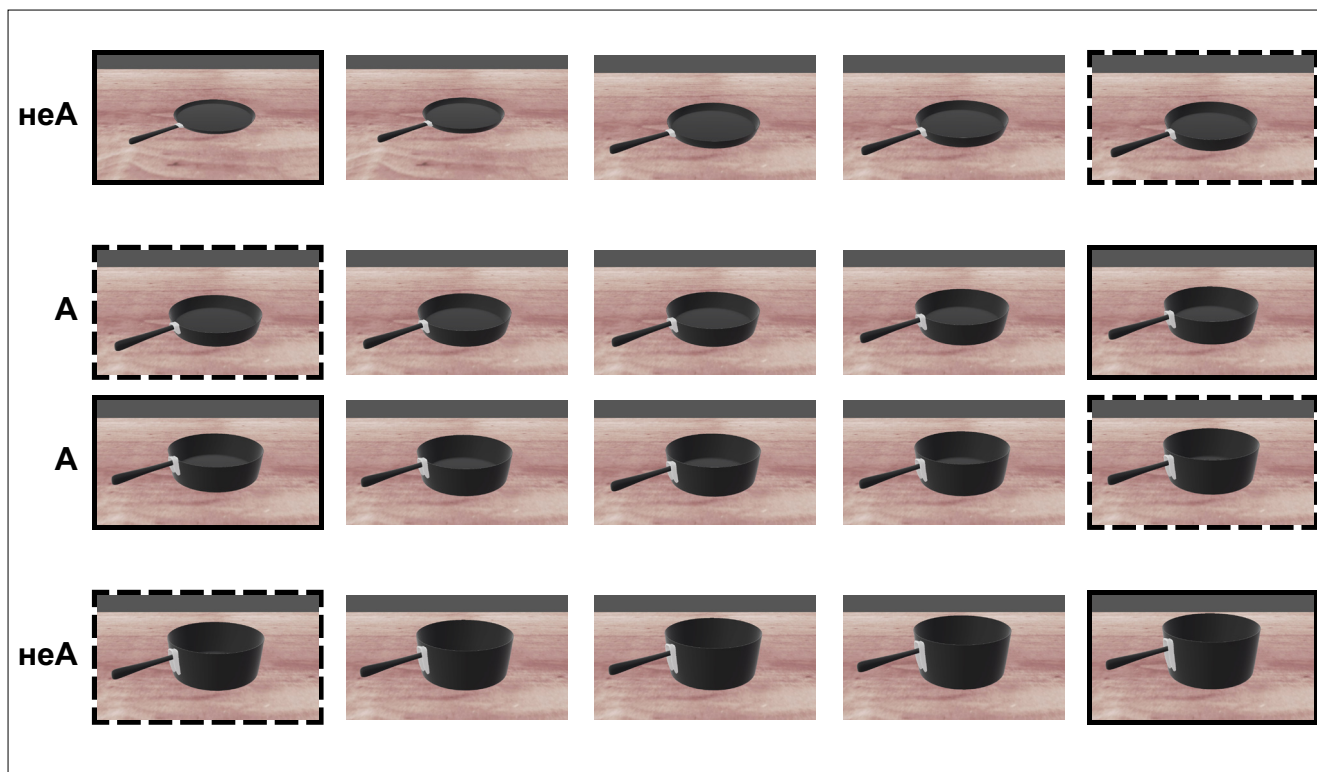
Категориальная репрезентация (восприятие отдельных предметов как примеров категории) отражает как наиболее стабильные свойства объектов, так и опыт действий с этими объектами (Barsalou, 2009). В результате формирования новых категорий человек может более эффективно планировать действия в отношении объектов, опираясь на информацию, хранящуюся в памяти. Несмотря на сильную связь между обучением, памятью, восприятием и действием, во многих современных исследованиях, как отмечает Л. Барсалоу, категориальная репрезентация изучается отдельно от ее перцептивных и моторных компонентов (там же). В нашем исследовании мы рассматриваем связь между формированием категориальной репрезентации и действиями с объектами.

В классических исследованиях Дж. Гибсона был предложен термин «возможности» — свойства объектов в окружающей среде, которые связаны с потенциальными моторными действиями в отношении этих объектов (Гибсон, 1988). Например, перед тем как человек собирается взять сковороду, и даже когда он пассивно воспринимает ее изображение, происходит автоматическая преднастройка расположения кисти и пальцев в соответствии с ожидаемым весом сковороды, формой ручки и ее положением (Craighero et al., 1999). Мы будем использовать англоязычный вариант этого термина — «аффордансы» (англ. “affordances”), чтобы подчеркнуть отличия моторных процессов от процессов категоризации. При изучении последних часто используют сходные понятия — цель категоризации и вероятностный характер структуры категорий, что не относится к содержанию данного исследования. В настоящее время исследование моторных аффордансов наиболее полным образом воплощено в изучении так называемого эффекта совместимости (compatibility effect) с использованием предметов, имеющих функциональное значение. В наиболее типичной экспериментальной схеме таких исследований испытуемому демонстрируют предметы, связанные с определенными действиями (например, чашка и действие «взять за ручку»). Инструкция требует от испытуемого оценивать предметы по нерелевантному для моторного действия признаку (ориентация, цвет, форма). В половине проб пространственное расположение функциональной части предмета совпадает с направлением ответа (ручка слева и ответ левой рукой) — такие пробы называются совместимыми. В другой половине проб (несовместимых) эти направления не совпадают. Как было показано, столь несущественная для выполняемой задачи, но связанная с аффордансами объекта характеристика оказывает влияние на время ответа — в совместимых пробах оно меньше, чем в несовместимых (Vub et al., 2008; Tucker, Ellis, 1998). Также в ряде исследований было показано, что эффект совместимости зависит от физических свойств самих объектов, опыта действий с ними и от наличия у объектов названия (см. обзор в Котов et al., 2017). Однако ни в одной из работ не ставился вопрос о связи категориальной репрезентации и эффекта совместимости.

Любой воспринимаемый объект оценивается не только в плане возможных действий с ним, но и как пример категории (Rosch, 1978). Внутри категории пример может быть как типичным, так и нетипичным ее представителем (Rosch, Mervis, 1975). Если в ходе научения формируется новая категориальная репрезентация, разделяющая примеры по отношению близости к центру или границам категории, то как добавление такой информации к восприятию предметов изменит активацию связанных с этими предметами моторных программ? С одной стороны, согласно наиболее распространенной точке зрения, аффордансы, как автоматические моторные действия, должны быть независимы от таких высокоуровневых факторов, как категориальная репрезентация (Гибсон, 1988; Tucker, Ellis, 1998). С другой стороны, категоризация реальных предметов всегда сопровождается опытом их использования и, как показывают исследования, особенности использования предметов влияют на их категориальную репрезентацию (Ross, 1996, 1997). Также в задачах на быструю, автоматическую категоризацию было показано, что знание о функциональной части предмета позволяет быстро принимать решение о принадлежности новых предметов к категории (Lin, Murphy, 1997; Palmeri, Blalock, 2000).

Интересно, что использование предметов влияет и на саму структуру новой категории, поскольку усиливает внимание к коррелирующим признакам (Yamauchi, Markman, 2000) — то есть значениям разных признаков предметов, которые часто встречаются вместе. Категориальная репрезентация, так же как и речь (Borghi, Riggio, 2009; Costantini, Sinigaglia, 2011; Scorolli, Borghi, 2007), может потенциально если не запускать моторные действия, то приводить к их ускорению, к более быстрой реализации моторной программы. При этом можно предположить разные варианты того, как такое ускорение связано с местом примера в структуре категории. В частности, типичные примеры категории распознаются быстрее (Posner, Keele, 1968), что потенциально может привести к более быстрому выбору соответствующего моторного ответа. С другой стороны, примеры на границе категории, как более трудно категоризируемые, привлекают больше ресурсов внимания (Bott et al., 2017), ведь они имеют сходство как с одной, так и с другой категорией и в них трудно определить категориальное значение признака. Любая дополнительная информация, например такая, как репрезентация активации моторной программы и привлечение к ней внимания, может выступить способом определения категории.

В настоящем эксперименте мы добавили к задаче на эффект совместимости предварительную задачу на категориальное научение. Традиционные исследования с использованием задачи на эффект совместимости не варьируют уровень категориальной репрезентации объектов: чаще всего испытуемому показывают один пример, а не группу; уровень предварительного знания о месте примера в категории также не измеряется. Мы объединили задачу на формирование новых перцептивных (то есть различающихся по перцептивному признаку) категорий с задачей на эффект ориентации. После научения для испытуемых



**Рисунок 1.** Часть изображений примеров (только с ручкой слева — половина набора) и границы категорий в задании на научение и на эффект ориентации. Изображения, выделенные рамкой, предъявлялись только в задании на эффект совместимости. Сплошная рамка — типичные примеры, пунктирная — пограничные

из экспериментальной группы часть примеров стала относиться к одной категории, а часть к другой. Кроме того, сами примеры в ходе такого научения получали категориальный статус — становились или типичными, или нетипичными примерами категории. Предъявляя примеры с разным категориальным статусом в задаче на эффект совместимости, мы могли сравнить выраженность эффекта совместимости для примеров с разным категориальным статусом у испытуемых, прошедших процедуру формирования категориальных различий, и не проходивших ее. Если формирование категориальной репрезентации, то есть усвоение новой перцептивной категории, связано с активацией моторных программ, то выраженность эффекта совместимости у группы со сформированной категорией должна отличаться от его выраженности у контрольной группы. В этом случае различия в эффекте совместимости должны быть неодинаковы, в зависимости от того, какое место пример занимает в категории — является ли он типичным или нетипичным примером. Если же активация моторных программ происходит автоматически и не зависит от категориальной репрезентации, то выраженность эффекта совместимости не должна различаться в контрольной и экспериментальной группах.

## Методика

### Испытуемые

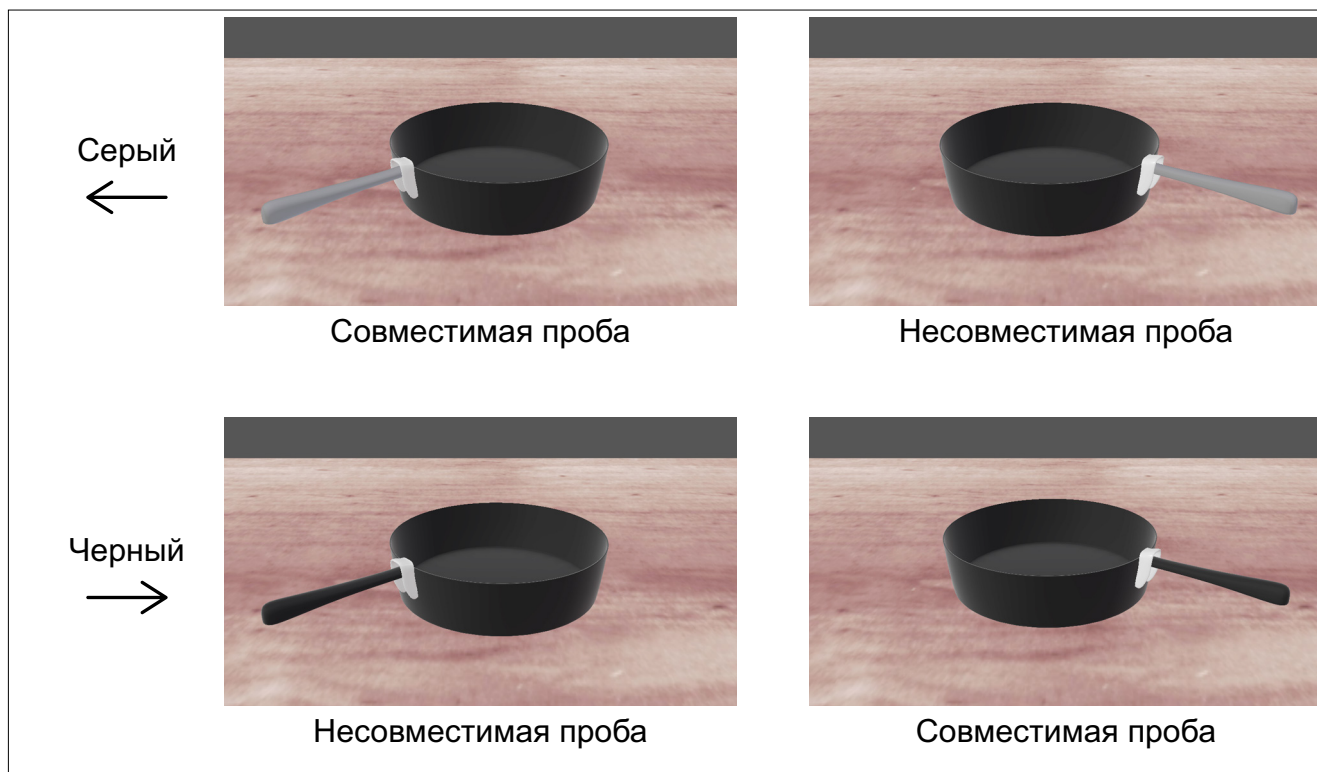
В исследовании принимали участие студенты второго и третьего курсов различных факультетов НИУ ВШЭ в возрасте от 17 до 23 лет ( $N = 43$ , 28 испытуемых было

женского пола и 16 мужского). В состав контрольной группы вошли 20 испытуемых, в состав экспериментальной — 23. Все испытуемые сообщили, что они праворукие (кроме троих испытуемых из экспериментальной группы; их результаты были исключены из последующей обработки). В итоге в каждой группе приняли участие по 20 испытуемых.

### Материал и процедура

Экспериментальный материал предъявлялся на мониторе с диагональю экрана 21". Каждый испытуемый из экспериментальной группы последовательно выполнял два задания — задание на формирование перцептивных категорий и задание на эффект совместимости. Испытуемые из контрольной группы выполняли задание только на эффект совместимости. Для демонстрации стимульного материала и регистрации ответов испытуемых использована программа PsychoPy 1.85.01 (Peirce, 2007). Расстояние от головы испытуемого до экрана составляло приблизительно 45 см, расстояние от рук до экрана — 15 см.

**Задание на формирование категорий.** В задании на формирование перцептивных категорий испытуемым предъявляли набор изображений сковород с ручками черного цвета, различающихся только по высоте стенок (рисунок 1; изображения получены с помощью модификации одной модели в программе Blender v. 2.78, длина изображения каждой сковороды составляла 13 см, высота — от 3 до 8 см). При этом изображения предметов помещались на фон с перспективой для усиления пространственных ожиданий (Symes et al., 2007) и ручка была слегка повернута к наблюдателю для большей активации моторных программ (Fischer, Dahl, 2007).



**Рисунок 2.** Пример совместимых и несовместимых проб

Всего было 20 градаций высоты стенок от очень низких до очень высоких (на рисунке 1 высота стенок равномерно увеличивается от верхней левой части рисунка к правой нижней с шагом в 5%). Высота стенок у объектов с минимальной высотой и максимальной была выбрана произвольно, и потом от этих значений были отделены 18 оставшихся значений высоты стенок. По инструкции испытуемый должен был научиться различать изображения сковород со средними стенками от изображений с очень низкими и очень высокими стенками. На рисунке 1 эти изображения обозначены, соответственно, как категория «А» (и представлены в середине набора) и как категория «неА» (изображения в верхнем и нижнем ряду). Ответ давался указательным пальцем ведущей руки нажатием на стандартной клавиатуре клавиши «ВВЕРХ» («А») или «ВНИЗ» («неА»). Указание на признак высоты стенки как на единственный признак, важный для категоризации, было прямо сформулировано в инструкции.

Категории, формируемые у испытуемых, были искусственными: перцептивные границы категории «А» не совпадали с типичной высотой сковород в реальной жизни. Однако задача научения была достаточно понятной — определить зоны в изменении признака, соответствующие группам объектов. В результате научения любой из примеров мог быть репрезентирован либо как пример категории со средними значениями высоты стенок, либо как пример из групп с экстремальными значениями.

Кроме высоты стенок, изображения различались направлением ручки — влево или вправо. В ходе научения направление ручки было нерелевантным признаком. Моторное действие, необходимое для ответа (нажатие кнопок «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» одной рукой),

было выбрано таким образом, чтобы отличаться от моторного действия в координатах «лево–право», необходимого для выполнения задания на эффект совместимости.

Таким образом, всего каждый испытуемый экспериментальной группы видел набор из 40 изображений, в каждой пробе по одному изображению из набора. Время на ответ в каждой пробе было ограничено 10 секундами. Сразу после ответа испытуемый получал обратную связь (надпись на экране — «ПРАВИЛЬНО» или «ОШИБКА») на 1 с. Весь набор изображений предъявлялся в случайном порядке четыре раза (четыре блока научения без перерыва между ними), то есть за все время научения каждый испытуемый выполнял 160 проб. Внутри блоков порядок предъявления изображений был рандомизирован.

**Задание на эффект совместимости.** Испытуемые контрольной группы, а также испытуемые экспериментальной группы сразу после выполнения задания на формирование категорий выполняли задание на эффект совместимости. В этом задании также демонстрировались изображения сковород с ручками слева и справа, но теперь у них различался цвет ручки — он был или серым, или черным (рисунок 2). Задачей испытуемого было ответить как можно быстрее, какого цвета ручка, нажимая для ответа указательным пальцем левой руки на клавишу «СЛЕВА» (клавиша левый Ctrl на стандартной клавиатуре) и указательным пальцем правой руки на клавишу «СПРАВА» (правый Ctrl). Эти клавиши не использовались в задании на формирование категорий. Различия в клавишах для ответа в двух заданиях были необходимы, чтобы избежать интерференции в моторных ответах у экспериментальной группы. Половина проб были совместимыми — клавиша ответа совпадала с направлением ручки

сковороды, а половина — несовместимыми. Соотношение цвета ручки и направления ответа варьировалось от испытуемого к испытуемому, то есть для половины испытуемых серому цвету ручки соответствовала клавиша «СЛЕВА», а для другой половины — «СПРАВА».

В задании на эффект совместимости испытуемым предъявляли лишь часть примеров из задачи на формирование перцептивных категорий. Эти примеры выделены рамками на рисунке 1. Выбор примеров определялся их расположением на шкале условной типичности примеров категории. Так, примеры в рамках со сплошной линией представляли собой наиболее легко категоризируемые примеры как в ходе, так и после научения, то есть типичные примеры категории. А изображения в пунктирной рамке были трудны для категоризации, поскольку находились на границе между категориями (пограничные примеры категории). Количество типичных и пограничных примеров было одинаковым (по четыре). Набор изображений для задачи на эффект совместимости, таким образом, включал в себя восемь изображений сковород с разной высотой стенок, каждое изображение было продублировано изображением с ручкой другого цвета и в другом направлении. В итоге в задаче на эффект совместимости было использовано 32 изображения.

Испытуемые из контрольной группы в отличие от испытуемых из экспериментальной группы не имели предварительного опыта в восприятии примеров категории. Мы намеренно не предоставляли им такой опыт, даже в некатегориальном плане, так как такое ознакомление могло спровоцировать привнесение ими собственных категориальных различий, например относительно примеров с экстремальными значениями в высоте стенок. В этом случае границы их имплицитных категорий могли бы неконтролируемо проявиться в отношении других примеров, и проявление эффекта совместимости было бы трудно однозначно интерпретировать.

### Экспериментальный план

Основной независимой переменной в задании на эффект совместимости был категориальный статус примера — типичный или пограничный, а зависимой переменной — разница во времени ответа в совместимых и несовместимых пробах в задании на эффект совместимости. Помимо этого, мы измеряли успешность научения типичным и пограничным примерам в задании на формирование перцептивных категорий в экспериментальной группе. Разница в успешности научения данным типам примеров была показателем формирования категориальной репрезентации.

Согласно нашей гипотезе, если предшествующий опыт научения перцептивным категориям связан с активацией автоматических моторных действий, то эффект совместимости должен быть по-разному выражен для типичных и пограничных примеров у испытуемых из экспериментальной группы. В этом случае возможны две альтернативы: 1) эффект будет выше у типичных примеров, чем у пограничных (за счет того, что типичные примеры относительно легко репрезентировать); 2) эффект будет выше у пограничных примеров, чем у типичных (за счет

**Таблица 1.** Результаты дисперсионного анализа для оценки взаимодействия факторов в задании на научение категории

Взаимодействие	df	F	p	$\eta_p^2$
Успешность: блок × типичность	3	0.387	.762	.015
Успешность: блок	3	2.724	.051	.095
Успешность: типичность	1	205.1	<.001	.887
Время ответа: блок × типичность	1.717	0.100	.877	.004
Время ответа: блок	1.717	4.286	.025	.142
Время ответа: типичность	1	9.564	.005	.269

привлечения дополнительных ресурсов внимания). Если же предшествующий опыт научения не связан с активацией автоматических моторных действий, то эффект совместимости у разных примеров категории не должен различаться в контрольной и экспериментальной группах.

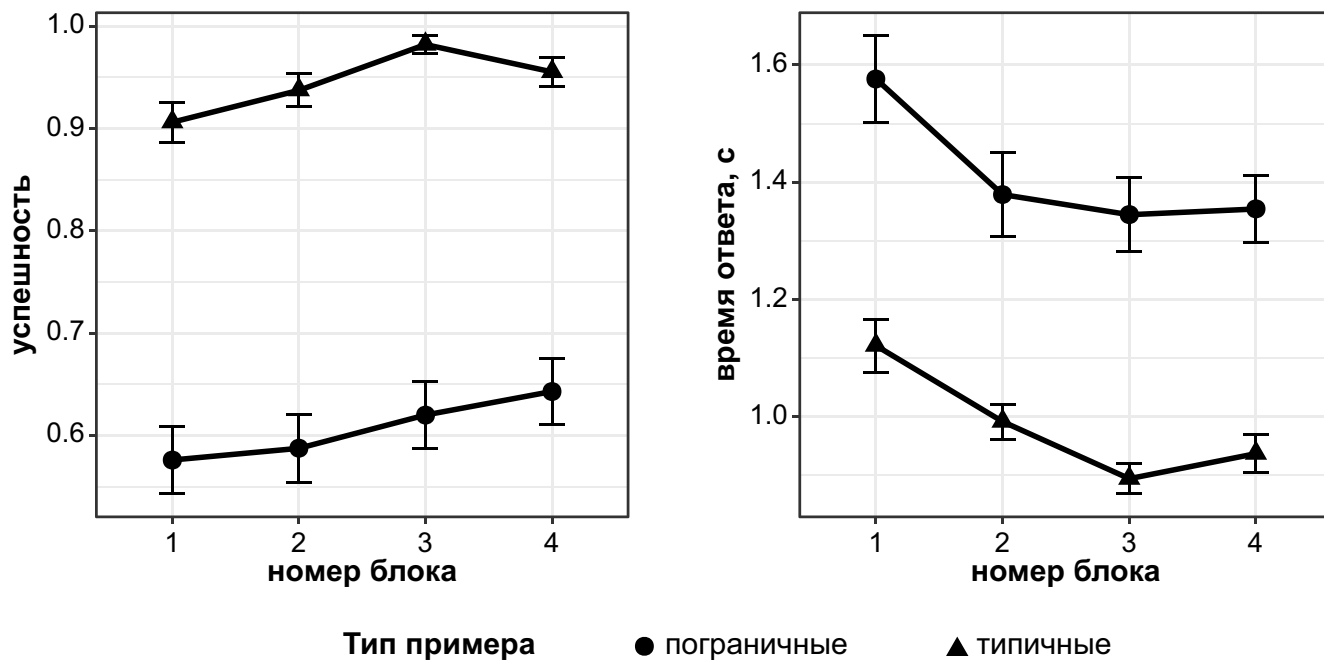
## Результаты

### Задание на формирование перцептивных категорий.

В целом испытуемые успешно выполняли задание. Так, уже в первом блоке успешность в среднем на всех примерах составила 77%, а к последнему блоку — 89%. В дальнейшем мы отделили в обработке данные по типичным и пограничным примерам от данных по всем остальным примерам и отобразили на графике изменения успешности и времени ответа в ходе научения по блокам (рисунок 3).

Влияние фактора направления ручки оказалось незначимым для успешности ответа и времени ответа,  $F(1, 19) = 0.142$ ,  $p = .786$ ,  $\eta_p^2 = .001$  и  $F(1, 19) = 0.249$ ,  $p = .622$ ,  $\eta_p^2 = .009$  соответственно. Данный фактор не включался в дальнейший анализ результатов. Сравнение средних оценок успешности и времени ответа выполнялось с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями (ANOVA)  $4 \times 2$ : первой независимой внутрисубъектной переменной был блок научения (четыре уровня), второй внутрисубъектной переменной была типичность примера (типичные и пограничные). Зависимыми переменными были успешность и время ответа. Тест сферичности не показал нарушения предположения о сферичности в случае измерения успешности ( $W = 0.802$ ,  $p = .364$ ), но показал нарушение в случае времени ответа ( $W = 0.314$ ,  $p < .001$ ). Дальнейший расчет дисперсионного анализа для зависимой переменной «время ответа» был проведен с поправками Гринхауса–Гейсера. Мы не обнаружили значимого взаимодействия между независимыми переменными как в случае влияния на успешность ответа, так и на время ответа (таблица 1).

Влияние блока научения было значимым как в случае оценки успешности (на уровне статистической тенденции успешность увеличивалась от первого блока к четвертому), так и времени ответа (время ответа снижалось от первого блока к четвертому).



**Рисунок 3.** Успешность категоризации и время ответа для типичных и пограничных примеров в задании на формирование перцептивных категорий. На обоих графиках указан разброс в единицах стандартной ошибки среднего

Как мы и ожидали, успешность категоризации примера зависела от его места в структуре категории — в среднем количество правильных ответов было на 30 % выше для типичных примеров ( $M=0.942$ ,  $SD=0.231$ ) по сравнению с пограничными примерами ( $M=0.611$ ,  $SD=0.49$ ). Как видно на графике (рисунок 3, слева), уровень успешности научения пограничным примерам в последнем блоке до конца научения был очень низким, около 65 % ( $M=0.646$ ,  $SD=0.281$ ). Однако данный уровень успешности на последнем блоке научения был выше уровня случайных ответов (0.5) по критерию Стьюдента,  $t(19)=4.163$ ,  $p < .001$ ,  $Cohen's d = 1.113$ .

Время ответа, наоборот, при категоризации было меньше в отношении типичных ( $M=986$  мс,  $SD=517$  мс) примеров, чем в отношении пограничных ( $M=1414$  мс,  $SD=1003$  мс) (рисунок 3, справа). В целом показатели успешности категоризации и времени ответа демонстрируют, что экспериментальная группа после процедуры научения сформировала новую перцептивную категорию, внутри которой примеры приобрели разный статус. Категориальный статус примеров связан с разной степенью легкости их кате-

горизации. Хотя основной результат формирования категорий был в целом достигнут довольно рано в ходе научения, мы можем говорить о формировании категориальной репрезентации — разделении примеров по группам и разной трудности в категоризации типичных и пограничных примеров категорий.

**Эффект совместимости.** При обработке результатов в задании на эффект совместимости, в соответствии со стандартной практикой (напр., Bub et al. 2010) мы исключали неправильные ответы и пропуски в контрольной и экспериментальной группах (2.9%). Кроме этого, были исключены ответы за пределами трех стандартных отклонений от среднего, вычисленного для сочетания основных факторов по каждому испытуемому (2.8% ответов). Время ответа не различалось в зависимости от цвета ручки ( $F(39)=0.022$ ,  $p = .881$ ,  $\eta_p^2 = .001$ ), данный фактор не включался в дальнейший анализ результатов. Сравнение средних оценок времени ответа выполнялось с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями (ANOVA)  $2 \times 2 \times 2$ . Первой независимой межсубъектной переменной была группа (два уровня — контрольная и экспериментальная группы), второй внутрисубъектной

**Таблица 2.** Результаты дисперсионного анализа для оценки влияния факторов и их взаимодействия в задании на эффект совместимости

Взаимодействие	df	F	p	$\eta_p^2$	Мощность критерия
Группа x совместимость x типичность	1	2.147	.151	.053	.952
Группа x совместимость	1	0.029	.867	.001	.068
Группа x типичность	1	0.198	.659	.001	.068
Совместимость x типичность	1	0.172	.681	.005	.147
Группа	1	2.552	.118	.063	.892
Совместимость	1	11.666	.002	.235	.999
Типичность	1	0.004	.988	<.001	.062
Остатки	38				

**Таблица 3.** Средние оценки времени ответа (и стандартные отклонения) в мс в контрольной и экспериментальной группах для типичных и пограничных примеров

	Типичные примеры		Пограничные примеры	
	Совместимые	Несовместимые	Совместимые	Несовместимые
Контрольная группа	610 (129)	650 (138)	622 (119)	652 (150)
Экспериментальная группа	574 (86)	593 (103)	557 (88)	604 (87)

переменной была совместимость пробы (совместимые и несовместимые пробы) и третьей внутрисубъектной переменной была типичность примера (типичные и пограничные примеры). Взаимодействия между этими переменными не было обнаружено (таблица 2).

Не было обнаружено влияния группы испытуемых (экспериментальная группа  $M=582$  мс,  $SD=91$  мс, контрольная группа  $M=635$  мс,  $SD=133$  мс). В то же время мы обнаружили влияние совместимости пробы (при обработке всех проб в контрольной и экспериментальной группах вместе для совместимых проб  $M=591$  мс,  $SD=109$  мс, для несовместимых проб  $M=629$  мс,  $SD=123$  мс). Таким образом, мы обнаружили эффект совместимости у испытуемых как прошедших задание на формирование перцептивных категорий, так и у испытуемых, не выполнявших этого задания.

Мы не обнаружили влияния типичности примера при обработке всех проб в контрольной и экспериментальной группах вместе (таблица 2). Средние оценки времени ответа для типичных и пограничных примеров приведены в таблице 3.

В целом результаты в контрольной группе оказались схожими с результатами в экспериментальной группе. Мы дополнительно вычислили размер эффекта и достигнутую мощность критерия для оценки взаимодействия факторов типичности и совместимости в обеих группах вместе. Так, в обеих группах размер эффекта (вычислен для взаимодействия факторов группа  $\times$  совместимость  $\times$  типичность) был средний ( $f=.273$ ) и достигнутая мощность критерия составила .952 (таблица 2).

## Обсуждение результатов

В результате эксперимента мы обнаружили, что категориальная репрезентация не повлияла на активацию аффордансов при восприятии предметов с функциональными частями. Предварительное создание новых перцептивных категорий не привело в нашем эксперименте к различиям в проявлении эффекта совместимости на примерах, занимающих разное место в структуре категории, то есть имеющих разный категориальный статус. Таким образом, гипотезы о том, что легкость опознания примера категории после научения и привлечение дополнительных ресурсов внимания при восприятии трудных примеров на границе категории приводят к изменениям в активации моторной программы, не получили подтверждения.

В классических исследованиях эффекта совместимости на предметах с функциональными частями (Bub et al., 2008; Tucker, Ellis, 1998) предъявлялись достаточно типичные примеры категорий. Авторы при этом не

оценивали их категориальный статус: репрезентацию в семантической памяти или связь с именами базового уровня. Исследование, направленное на проверку гипотезы о роли категориального статуса, проводилось впервые. Полученные нами результаты могут свидетельствовать о том, что активация моторной программы — чисто автоматический процесс, не связанный с категориальными репрезентациями. В этом случае мы должны были бы считать, что формирование категориальной репрезентации приводит к образованию таких структур в памяти, которые не влияют на запуск моторно-простых действий с объектами. При этом, как показали результаты выполнения задания на формирование категории в экспериментальной группе, различия внутри категории между типичными и пограничными примерами оказывают влияние на скорость опознания примера, но, несмотря на задержку в распознавании пограничного примера, скорость активации моторной программы не изменяется.

Также возможно, что влияние категориального статуса объекта на эффект совместимости было ограничено содержанием и структурой предложенных нами перцептивных категорий. Сформированные в эксперименте перцептивные категории, несмотря на их соотнесенность с предыдущими знаниями человека, были организованы довольно искусственно: признак, лежащий в основе категоризации (высота стенки), не был связан с функциональной частью (ручка). В реальной жизни такая связь, безусловно, есть, хотя и не жестко определена: ручки у сковород разного веса и размера также должны быть разными по форме и размеру. Кроме того, при выполнении задания на эффект совместимости испытуемые объективно не нуждались в опоре на категориальную репрезентацию, они оценивали цвет ручки сковороды, а не категориальную группу. Возможно, если подобрать более реалистичное сочетание признака, необходимого для категоризации в ходе научения, и признака для группировки предметов в задании на эффект совместимости, то мы сможем обнаружить влияние категориального статуса примера на активацию моторной программы.

В естественном контексте при восприятии предмета дополнительная активация соответствующего моторного действия теоретически может помочь выбору категории, к которой его можно отнести. В случае предметов с функциональными частями (например, инструменты, хозяйственные предметы, посуда) такие признаки связаны в большей степени с моторикой, чем в случае предметов из естественных категорий. Даже в классических моделях категоризации опора на разные признаки в различных категориях признавалась результатом нашего знания о категории (Murphy, Medin, 1985): моторный компонент для некоторых ка-

тегорий должен быть существенной частью их категориальной репрезентации.

Также обстоятельством, ограничивающим наши результаты, могло быть то, что для формирования категории мы выбрали правило категоризации, которое задействует скорее декларативное, а не процедурное знание. Ориентация лишь на один категориальный признак часто приводит к вербализации этого признака (Ashby et al., 1998). А формирование более сложных правил, требующих нахождения корреляции между значениями нескольких признаков, исключает опору на вербализацию и сохраняет результаты научения в системе имплицитной процедурной памяти. Возможно, предоставление нашим испытуемым таких правил, которые задействуют не декларативную, а процедурную систему научения, позволило бы обнаружить связь между категориями и аффордансами.

Кроме изменения структуры категорий (значения признаков, их количества) можно попытаться усилить эту связь тем, что оценка эффекта совместимости была бы произведена не сразу после формирования категории, а через некоторое время после применения сформированного правила категоризации для категоризации новых примеров или совершения индуктивных выводов. В этом случае сформированная категория будет хранить в памяти не только правило категоризации по одному перцептивному признаку, но и другие важные компоненты понятия.

## Выводы

В проведенном исследовании мы варьировали категориальный статус объектов в задаче на эффект совместимости. Мы обнаружили, что создание новых перцептивных категорий не привело к различиям в эффекте совместимости по отношению к типичным и пограничным примерам. К возможным причинам того, что нам не удалось обнаружить связь между категориальной репрезентацией и эффектом совместимости, относится определенная ограниченность сформированных категорий. Мы считаем, что исследование необходимо продолжить, и в будущем при планировании новых исследований связи между категориальными репрезентациями и моторными программами необходимо задействовать в задаче на эффект совместимости более сложную, содержательно и функционально богатую категориальную репрезентацию. Вероятно, за счет такого усиления категориальной репрезентации мы сможем обнаружить ее влияние на активацию моторных программ и изменения эффекта совместимости.

## Литература

Гибсон Д. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.

Котов А. А., Дагаев Н. И., Власова Е. Ф. Восприятие и действие: репрезентация действий с предметами // Избранные разделы психологии научения: коллективная монография. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2017. С. 139–161.

Barsalou L. W. Simulation, situated conceptualization, and prediction // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009. Vol. 364. No. 1521. P. 1281–1289. doi:10.1098/rstb.2008.0319

Borghi A. M., Riggio L. Sentence comprehension and simulation of object temporary, canonical and stable affordances // *Brain Research*. 2009. Vol. 1253. No. 2009. P. 117–128. doi:10.1016/j.brainres.2008.11.064

Bott L., Hoffman A. B., Murphy G. L. Blocking in category learning // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2007. Vol. 136. No. 4. P. 685–699. doi:10.1037/0096-3445.136.4.685

Bub D. N., Masson M. E. J., Cree G. S. Evocation of functional and volumetric gestural knowledge by objects and words // *Cognition*. 2008. Vol. 106. No. 1. P. 27–58. doi:10.1016/j.cognition.2006.12.010

Costantini M., Sinigaglia C. Grasping affordance: A window into social cognition // *Joint attention: New developments in psychology, philosophy of mind, and social neuroscience* / A. Seemann (Ed.). MIT press, 2011. P. 431–460.

Craighero L., Fadiga L., Rizzolatti G., Umiltà C. Action for perception: A motor-visual attentional effect // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1999. Vol. 25. No. 6. P. 1673–1692. doi:10.1037/0096-1523.25.6.1673

Ferri F., Riggio L., Gallese V., Costantini M. Objects and their nouns in peripersonal space // *Neuropsychologia*. 2011. Vol. 49. No. 13. P. 3519–3524. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.001

Fischer M. H., Dahl C. D. The time course of visuo-motor affordances // *Experimental Brain Research*. 2007. Vol. 176. No. 3. P. 519–524. doi:10.1007/s00221-006-0781-3

Lin E. L., Murphy G. L. Effects of background knowledge on object categorization and part detection // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1997. Vol. 23. No. 4. P. 1153–1169. doi:10.1177.3122

Murphy G. L., Medin D. L. The role of theories in conceptual coherence // *Psychological Review*. 1985. Vol. 92. No. 3. P. 289–316. doi:10.1037/0033-295x.92.3.289

Palmeri T. J., Blalock C. The role of background knowledge in speeded perceptual categorization // *Cognition*. 2000. Vol. 77. No. 2. P. B45 – B57. doi:10.1016/s0010-0277(00)00100-1

Peirce J. W. PsychoPy — Psychophysics software in Python // *Journal of Neuroscience Methods*. 2007. Vol. 162. No. 1–2. P. 8–13. doi:10.1016/j.jneumeth.2006.11.017

Posner M. I., Keele S. W. On the genesis of abstract ideas // *Journal of Experimental Psychology*. 1968. Vol. 77. No. 3, Pt. 1. P. 353 – 363. doi:10.1037/h0025953

Rosch E. Principles of categorization // *Cognition and Categorization* / E. Rosch, B. B. Lloyd (Eds.). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978. P. 27–48.

Rosch E., Mervis C. B. Family resemblances: Studies in the internal structure of categories // *Cognitive Psychology*. 1975. Vol. 7. No. 4. P. 573–605. doi:10.1016/0010-0285(75)90024-9

Ross B. H. Category representations and the effects of interacting with instances // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1996. Vol. 22. No. 5. P. 1249–1265. doi:10.1037/0278-7393.22.5.1249

Ross B. H. The use of categories affects classification // *Journal of Memory and Language*. 1997. Vol. 37. No. 2. P. 240–267. doi:10.1006/jmla.1997.2515

Scorolli C., Borghi A. M. Sentence comprehension and action: Effector specific modulation of the motor system // *Brain Research*. 2007. Vol. 1130. No. 2007. P. 119–124. doi:10.1016/j.brainres.2006.10.033

Symes E., Ellis R., Tucker M. Visual object affordances: Object orientation // *Acta Psychologica*. 2007. Vol. 124. No. 2. P. 238–255. doi:10.1016/j.actpsy.2006.03.005

Tucker M., Ellis R. On the relations between seen objects and components of potential actions // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1998. Vol. 24. No. 3. P. 830–846. doi:10.1037/0096-1523.24.3.830

Yamauchi T., Markman A. B. Inference using categories // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2000. Vol. 26. No. 3. P. 776–795. doi:10.1037/0278-7393.26.3.776



# Affordances and Categories: Is the Compatibility Effect the Same for Objects with Different Categorical Status?

**Alexey Kotov**

Laboratory for Cognitive Research at National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russia

**Artem Nosov**

National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russia

**Abstract.** Studies with an ecological approach have shown that during the perception of an object, motor programs relevant to that object become activated and reflect possible actions the object allows for, or affordances. Furthermore, there appears to be a compatibility effect in some experimental tasks. When objects are sorted by a feature that is irrelevant for the motor action related to the object, responses made by the hand possibly involved in the action with the object were faster than responses made by other hand. It is unclear whether the object’s category membership (typical or border member of the category) has an impact on the compatibility effect. In this study, a stimulus–response compatibility (SRC) task was preceded by a category learning task. In the experimental condition, pictures of pans were shown to the participants, who had to assign the pictures to one of two artificial categories. The objects differed in side height (a feature relevant for categorization but irrelevant for motor actions with the object) and by handle orientation (a feature irrelevant for categorization but relevant for motor actions with the object). In the control condition, no category learning task was performed. In both conditions, participants performed the SRC task (immediately after the category learning task in the experimental condition): they divided the pictures of pans by handle color, using the right or the left hand when responding. The handle’s orientation (to the left or to the right) could match to the hand required for the answer (matching trials), or not match to it (mismatching trials). The side height also varied: it could correspond to typical members of the artificial category (easily learnable) or to the category’s border members (not easily learnable). No categorical membership impact on the compatibility effect was found. These results are discussed considering the role of learning processes in motor activation and the affordances of object.

**Correspondence:** Alexey Kotov, [al.kotov@gmail.com](mailto:al.kotov@gmail.com), 4 corp. 2, Armyanskiy per., 101000, Moscow, Russia. Artem Nosov, [nosov1995@gmail.com](mailto:nosov1995@gmail.com)

**Keywords:** compatibility effect, category learning, category representation, affordances, typicality, motor actions

**Copyright** © 2017. Alexey Kotov, Artem Nosov. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author is credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice.

**Acknowledgements.** The study was implemented in the framework of the Basic Research Program at the National Research University Higher School of Economics in 2017 and supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) Grant 15-06-02233 A, and partially supported by the RFBR Grant 15-36-01328.

Received May 22, 2017.

## References

- Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1521), 1281–1289. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2008.0319>
- Borghgi, A. M., & Riggio, L. (2009). Sentence comprehension and simulation of object temporary, canonical and stable affordances. *Brain Research*, 1253(2009), 117–128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2008.11.064>
- Bott, L., Hoffman, A. B., & Murphy, G. L. (2007). Blocking in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 685–699. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.685>
- Bub, D. N., Masson, M. E. J., & Cree, G. S. (2008). Evocation of functional and volumetric gestural knowledge by objects and words. *Cognition*, 106(1), 27–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2006.12.010>
- Costantini, M., & Sinigaglia, C. (2011). Grasping affordance: A window into social cognition. In A. Seemann (Ed.), *Joint attention: New developments in psychology, philosophy of mind, and social neuroscience* (pp. 431–460). MIT press.
- Craighero, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. (1999). Action for perception: A motor-visual attentional effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(6), 1673–1692. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.25.6.1673>
- Ferri, F., Riggio, L., Gallese, V., & Costantini, M. (2011). Objects and their nouns in peripersonal space. *Neuropsychologia*, 49(13), 3519–3524. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.001>
- Fischer, M. H., & Dahl, C. D. (2007). The time course of visuo-motor affordances. *Experimental Brain Research*, 176(3), 519–524. <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-006-0781-3>
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Kotov, A. A., Dagaev, N. I., & Vlasova, E. F. (2017). Vospriyatie i dejstvie: reprezentacija dejstvij s predmetami [Perception and action: Representation of actions with objects]. In *Izbrannye razdely psihologii nauchenija: kollektivnaja monografija [Selected chapters from the psychology of learning]* (pp. 139–161). Moscow: Izdatelskii dom «Delo» RANEP. (In Russian).
- Lin, E. L., & Murphy, G. L. (1997). Effects of background knowledge on object categorization and part detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(4), 1153–1169. <http://dx.doi.org/10.1.1.77.3122>
- Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92(3), 289–316. <http://dx.doi.org/10.1037//0033-295x.92.3.289>
- Palmeri, T. J., & Blalock, C. (2000). The role of background knowledge in speeded perceptual categorization. *Cognition*, 77(2), B45–B57. [http://dx.doi.org/10.1016/s0010-0277\(00\)00100-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0010-0277(00)00100-1)
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy - Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Posner, M. I., & Keele, S. W. (1968). On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 77(3, Pt.1), 353–363. <http://dx.doi.org/10.1037/h0025953>
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In E. Rosch, & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Categorization* (pp. 27–48). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7(4), 573–605. [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90024-9](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(75)90024-9)
- Ross, B. H. (1996). Category representations and the effects of interacting with instances. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(5), 1249–1265. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.22.5.1249>
- Ross, B. H. (1997). The use of categories affects classification. *Journal of Memory and Language*, 37(2), 240–267. <http://dx.doi.org/10.1006/jmla.1997.2515>
- Scorolli, C., & Borghi, A. M. (2007). Sentence comprehension and action: Effector specific modulation of the motor system. *Brain Research*, 1130(2007), 119–124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2006.10.033>
- Symes, E., Ellis, R., & Tucker, M. (2007). Visual object affordances: Object orientation. *Acta Psychologica*, 124(2), 238–255. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.03.005>
- Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 830–846. <http://dx.doi.org/10.1037//0096-1523.24.3.830>
- Yamauchi, T., & Markman, A. B. (2000). Inference using categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(3), 776–795. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.26.3.776>